



PROBLEME

Wolfgang ERNST

und Lösungsmöglichkeiten
bei Dachabdichtung und Dachbe^{grünung}

Die Schlussfolgerung von Prof. Oswald:

“Wichtiger als die Kenntnis von Regeln ist das Verständnis für die technischen Zusammenhänge, damit man in den immer wieder wechselnden Einzelfällen mit Vernunft die angemessenste Lösung findet”

gilt für alle Bereiche und ist so bedeutsam, dass sie nicht oft genug wiederholt werden sollte.

Einleitung

Probleme entstehen meist aus Unerfahrenheit, Unkenntnis und Nichtwissen. Auch Glauben spielt dabei eine Rolle.

Lösungsmöglichkeiten ergeben sich immer aus einem umfassenden Fachwissen - mit den in der Praxis erworbenen Erfahrungen.

Fachwissen ist nicht durch Fachregeln begrenzt, sondern geht weit darüber hinaus. Um sich Fachwissen anzueignen ist das Studium von richtlinien- und normenergänzender Fachliteratur unumgänglich.

Inhalt meines Vortrages:

- **Anmerkungen zu den Fachregelwerken**
 - Vergangenheit und Gegenwart
 - Sonderfälle mit Eigenverantwortung
- **Klima und Wetter**
 - Geographische Lage
 - Wind, Sturm, Orkan
 - Hagel
 - Niederschläge im Sommer und beim Bauablauf
- **Vermutete Materialeigenschaften**
 - Hydrolysebeständigkeit
 - Kältekontraktion
- **Phänomenale Standardausführungen**
 - Kemperolismus
 - Zeiteinsparende Quer-/Kopfnahtausführungen
- **Nicht geregelte Natur**
 - Vegetation/Begrünungsverfahren
 - Fertigstellungspflege und Abnahme
 - Verzicht auf Teilleistungen
- **Nachwort und Anmerkungen**

Probleme und Lösungsmöglichkeiten bei Dachabdichtungen und Dachbegrünungen

a.a.R.d.T.:

Die einschlägigen Fachregeln erlangen üblicherweise den Status »**allgemein anerkannte Regeln der Technik**«. D.h., wenn keine anderslautenden Vertragsvereinbarungen getroffen werden, werden Sie Grundlage der Planung und Ausführung, was meist der Fall ist. Sie sind somit auch bei einer gutachterlichen Beurteilung heranzuziehen.

Technische Regeln von Industrieverbänden (z.B.: abc der Bitumenbahnen) sowie Planungs- und Verarbeitungshinweise der Hersteller von Bauprodukten (Herstellervorschriften) stellen werkstoff-/produktspezifische Regelungen dar. Sie können ebenso wie Fachregeln den Status der »**allgemein anerkannte Regeln der Technik**« erlangen. (Aufgrund des Werbecharakters gilt dies nicht für Firmenprospekte).

Hinweis:

Wer nicht über die jeweils **neuesten Fachregeln** verfügt, kann auch nicht nach den **allgemein anerkannten Regeln der Technik** planen, ausführen, geschweige denn beurteilen und begutachten.

Anmerkung:

Bei älteren Bauwerken gelten die jeweiligen Fassungen zum Zeitpunkt der Erstellung.



Grundregeln des Dachdeckerhandwerks:
1926, 1964,
1975, 1985,
1997

Flachdachrichtlinien:
1962, 1967,
1973, 1974,
1982, 1991,
1992, 2001,
2003

Frankfurter Bautage 2007 42. Bausachverständigen-Tag

Wolfgang ERNST
Seite 3 / 41

Beispiel

für die Unterschiede in den verschiedenen Fachregeln:

DIN 18 531 / Teil 2: 2005

5.5.2 Dachabdichtung aus Bitumen- oder Polymerbitumenbahnen

Einlagigen Dachabdichtungen aus Polymerbitumenbahnen nach DIN 18531-2:2005-10, Tabelle 3, Nummer 11



abc der Bitumenbahnen - 2007

Neben der neuen DIN 18531 und der **Industrieaurichtlinie** wird auch die **einlagige Ausführung** von Dachabdichtungen mit Polymerbitumenbahnen in dieser Ausgabe ausführlich behandelt.



Vergangenheit / Gegenwart:

“Fachregeln und Normen sind immer Festschreibungen der Kenntnisse aus der Vergangenheit. Gebaut wird jedoch für die Zukunft”.

Verantwortungsvolle Baufachleute erkennen diesen Widerspruch und handeln entsprechend. Dies betrifft auch die Sachverständigentätigkeit bei der Einschätzung von Mängel und Schäden.

Hinweis:

In der Grundregel für Dachdeckungen, Abdichtungen und Außenwandbekleidungen des ZVDH findet man den deutlichen Hinweis:

“Alle am Bau Beteiligten haben die Pflicht, sich ständig über die fortlaufenden Entwicklungen zum allgemein anerkannten Stand der Technik zu informieren”.

Empfehlung:

Aus o.g. Gründen sind die in der einschlägigen Fachliteratur dokumentierten praktischen Erfahrungen, neue Erkenntnisse und Entwicklungen zu berücksichtigen.

Seite 49 / SIA 271

Anhang D (informativ)

Richtlinien und Empfehlungen

bfu Schweizerische Beratungsstelle für Unfallverhütung, 3000 Bern

- Wegleitung zur Verordnung 3 zum Arbeitsgesetz Art. 14 Böden
- Dokumentation R 9811, Bodenbeläge, Anforderungen an die Gleitsicherheit in öffentlich Bereichen mit Rutschgefahr

EOTA European Organisation for Technical Approvals, B-1040 Brussels

- ETAG (ETA Guidelines)

Fraunhofer IRB Verlag, D-70504 Stuttgart

- Methode W. Ernst, Dachabdichtung Dachbegrünung Teile 1 bis 4

SFG Schweizerische Fachvereinigung Gebäudebegrünung, 3604 Thun

- Gründachrichtlinie Teil 1, Wasserhaushalt und Vegetation
- Gründachrichtlinie Teil 2, Lössvergabe und Ökobilanz

sulstetec Schweizerisch-Liechtensteinerischer Gebäudetechnikverband, 8023 Zürich

- Richtlinie Dachentwässerung
- Fachbuch Planung und Ausführung von fugenlosen Dächern

SUVA Schweizerische Unfallversicherungsanstalt, 8004 Luzern

- Bauvorschriftenverordnung (BauAV)

SVOW Schweizerischer Verband Dach und Wand, 9240 Uzwil

- Fachbuch Grundlagen Gebäudehülle
- Fachbuch Abdichtungen von Hochbauten, Planung und Ausführung

UEAtc Europäische Union für das Agrément im Bauwesen, UK - Watford

- Technische Zulassungen

VBK Schweiz, Verband Bautenschutz Kunststofftechnik am Bau, 5000 Aarau

- Leitfaden für die Planung und die Ausführung von Abdichtungen in Flüssigkunststoff

VERAS Verband Abdichtungsunternehmen Schweiz, 3001 Bern

- Ausführungsrichtlinien für Flachdachabdichtungen



Beispiel Schweiz:
SIA 271 - 9/2007



Fachbuchreihe
Dachabdichtung
Dachbegrünung

Fraunhofer IRB Verlag

Sonderfälle:

Wer die Praxis kennt, weiß dass der Regelfall selten ist - und eine Ansammlung von Regeldetails ist noch lange keine Ausführungsplanung.

Gerichtsurteile verweisen eindeutig darauf, dass der Architekt für besonders schadensanfällige Details einer Abdichtung eine »in einer jedes Risiko ausschließenden und nicht auslegungsbedürftigen Weise verdeutlichen muss«. Nur mit Regeldetails ist dies nicht machbar.

Hinweis:

Die Regelwerke erfassen keine Sonderfälle und befreien nicht von der Verantwortung für eigenes Handeln. Insbesondere müssen

„die örtlichen Verhältnisse und deren Auswirkung auf die Baukonstruktion berücksichtigt werden“.

Erkenntnis:

Die Münchener Rückversicherung kommt anhand von langjährigen Schadensanalysen zu folgender Erkenntnis:

„Es zeigt sich immer wieder, dass bei Unwetterereignissen die Schadensanfälligkeit von Bauwerken trotz aller Bauvorschriften und rechnerischen Annahmewerte eher größer als kleiner geworden ist“. Warum wohl?



Nachfolgend einige Beispiele aus dem Fachbuch **„PROBLEME“**

Hinweis:

Wichtige Anhaltspunkte für die regionalen Einschätzungen sind z.B. die Veröffentlichungen der Gebäudeversicherungen der einzelnen Länder.

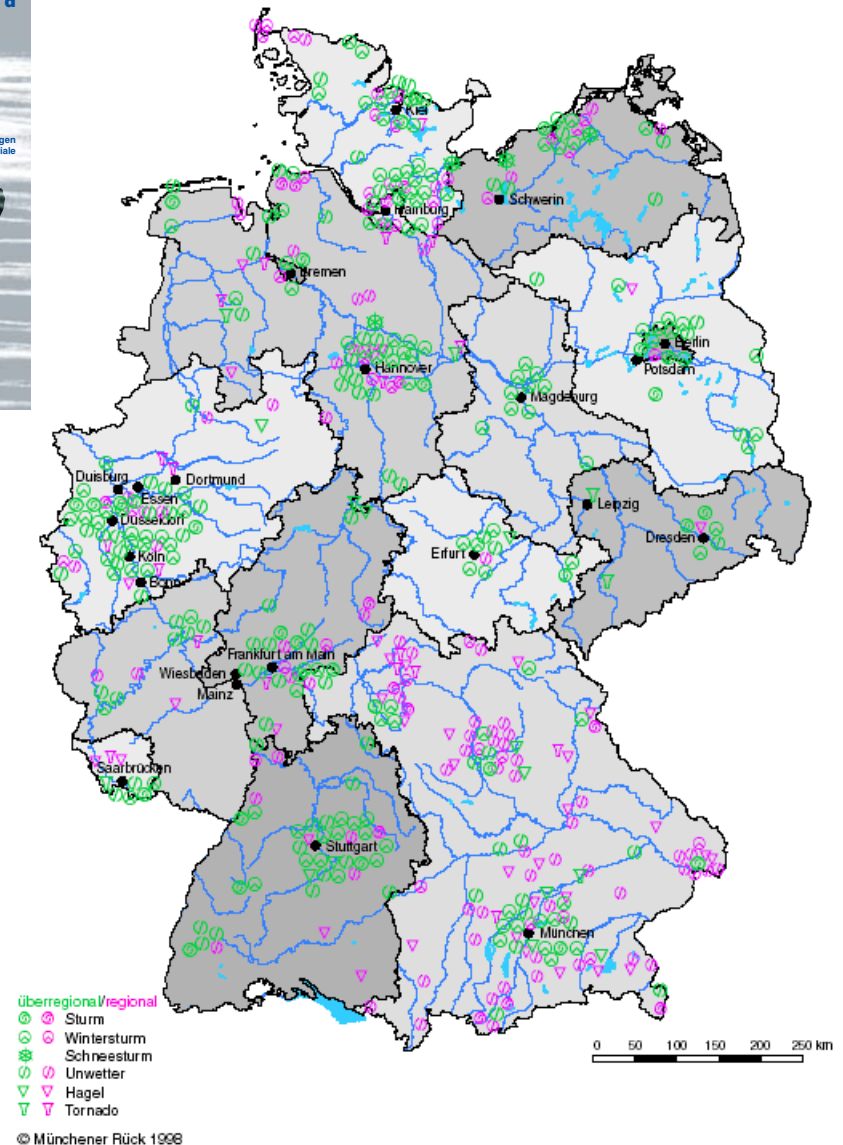
Nachfolgend wird aus:

- Naturkatastrophen in Deutschland 1970-1998, der Münchener Rückversicherungsgesellschaft [16].

zitiert. Einem umfangreichen Standardwerk, das seit Jahren für einen geringen Beitrag bezogen werden kann bzw. im Internet als Download zur Verfügung steht.

Empfehlung:

“Die örtlichen Verhältnisse und deren Auswirkung auf die Baukonstruktion sind bei der Planung und bei einer Begutachtung zu berücksichtigen. Eine standortspezifische Einschätzung zeichnet den erfahrenen Fachmann aus”.



Beispiel: Wind, Sturm, Orkan, Tornado

Die neue DIN 1055 (Einwirkungen auf Tragwerke) - Teil 4 - Windlasten [2] gilt seit Januar 2007. Sie ist Bemessungsgrundlage für Flachdächer mit zum Teil gravierenden Veränderungen und Ergänzungen zur Vorgängerversion, wie beispielsweise

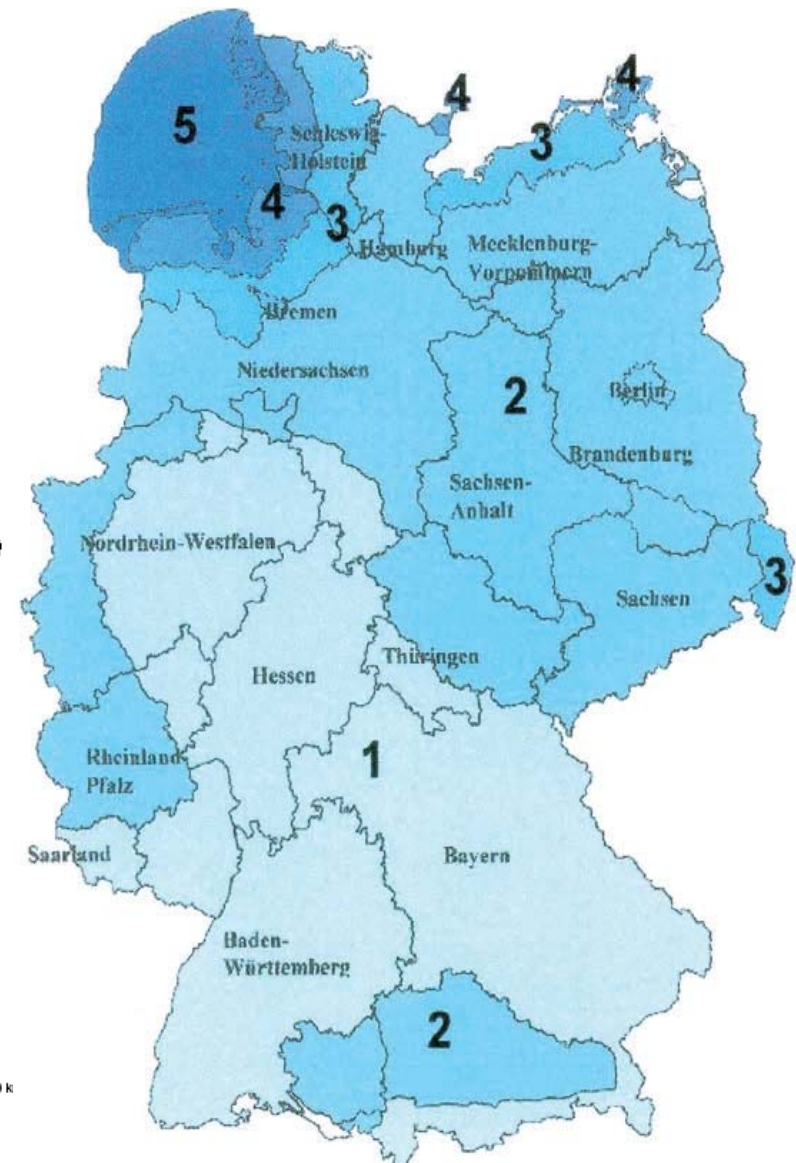
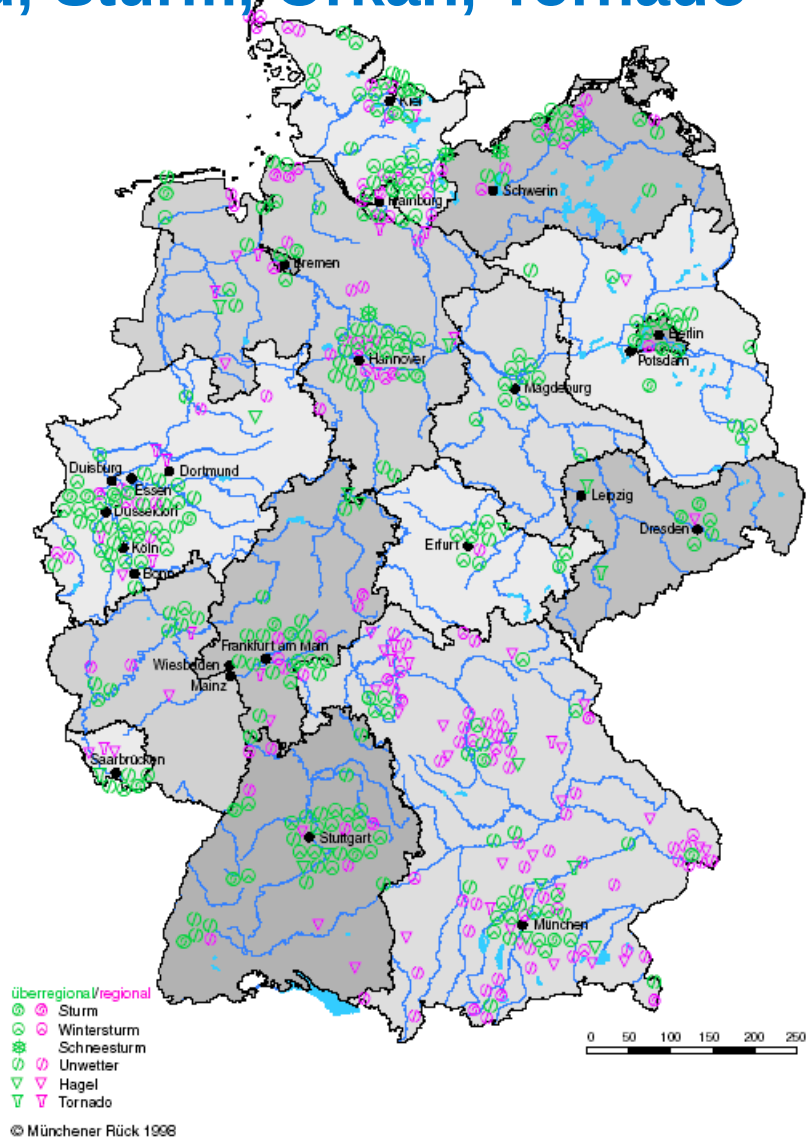
- Beurteilung des Innendrucks,
- Neueinteilung von Windzonen,
- Berücksichtigung von Geländekategorien,
- Sogbeiwerten,
- Dachflächeneinteilungen.

Der Teil 4 der DIN 1055 basiert auf wesentlich verbesserten Daten und Auswertungsmethoden und ist deshalb als zukunftsweisend zu bezeichnen. Aber auch hier gilt:

"DIN-Normen sind nicht die einzige, sondern eine Erkenntnisquelle für technisch ordnungsgemäßes Verhalten im Regelfall. [...]"

Durch das Anwenden von Normen entzieht sich niemand der Verantwortung für eigenes Handeln. Jeder handelt insoweit auf eigene Gefahr".

(Zitat aus den Vorbemerkungen der DIN-Taschenbücher (Beuth Verlag).



Windzonen nach DIN 1055/2007

Probleme und Lösungsmöglichkeiten bei Dachabdichtungen und Dachbegrünungen

Frankfurter Bautage 2007
42. Bausachverständigen-Tag

Wolfgang ERNST
Seite 8 / 41

Bereich	Windlast- zone I	Windlast- zone II	Windlast- zone III
Befestiger pro m ² (Stk)			
Eckbereich	5,18	8,12	8,12
Außenrand	4,06	4,06	5,18
Innenrand	2,59	2,59	2,59
Befestiger - Materialbedarf (Stk)			
Eckbereich	358	561	561
Außenrand	1360	1360	1734
Innenrand	2708	2708	2708
Gesamt	4426	4629	5003
Mehraufwand	100 %	~ 105 %	~ 113 %

Bauen für die Zukunft:

Aus der Tabelle ergeben sich folgende Mehrkosten bei einem 1.450 m² großen Musterdach:

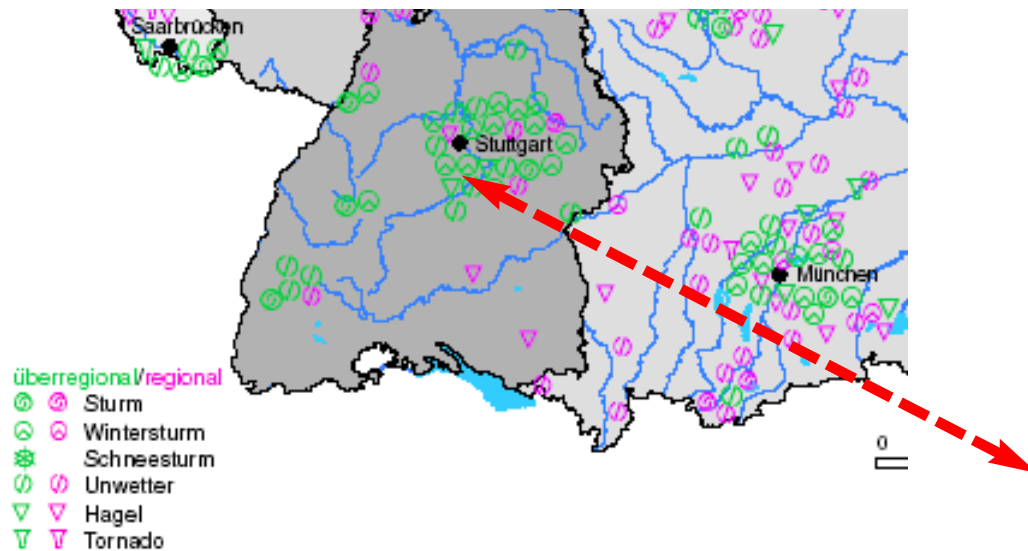
- € 217,-- bis € 406,-- (von Windlastzone I auf II)
- € 435,-- bis € 798,-- (von Windlastzone II auf III)

Die Beispielberechnung zeigt auf, dass mit einem marginal geringen Mehraufwand von

- **ca. 0,004 bis 0,007 % der Baukosten des Daches**

eine erhöhte Beanspruchung berücksichtigt werden kann, die sich nach dem **Prinzip der Vorsorge** für die Zukunft lohnt.



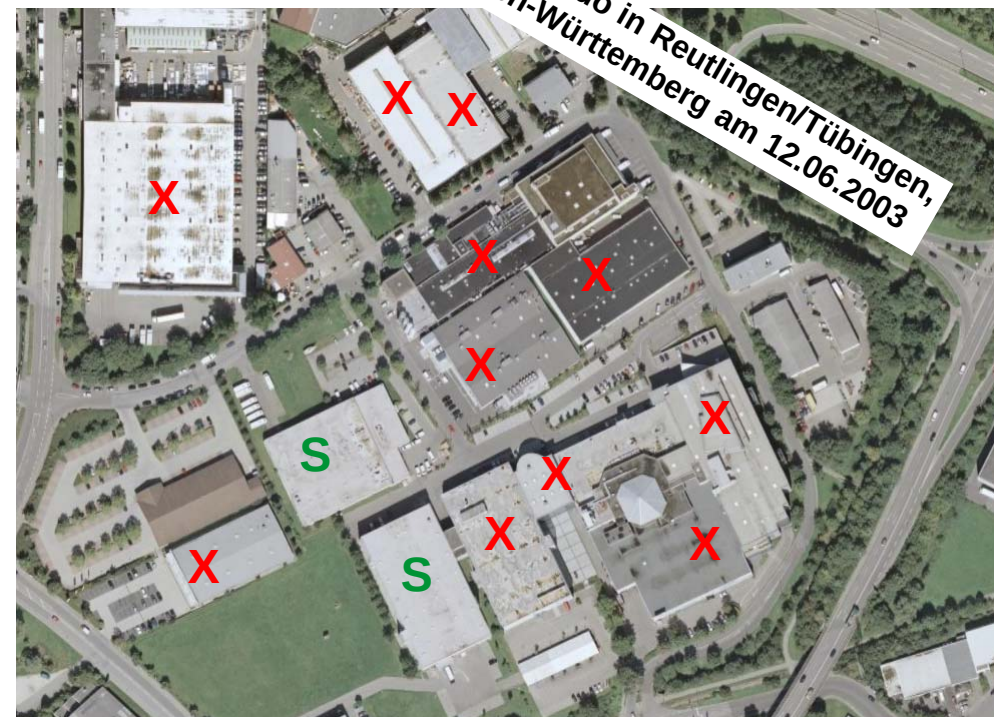


Auswirkungen:

Manche Sturmschäden in der Vergangenheit sind auch deshalb entstanden, das zu geringe Annahmewerte gewählt wurden (und dann auch noch der Ausführungsbetrieb jeweils einen Befestiger/m² weniger kalkuliert und ausgeführt hat).

Hinweis:

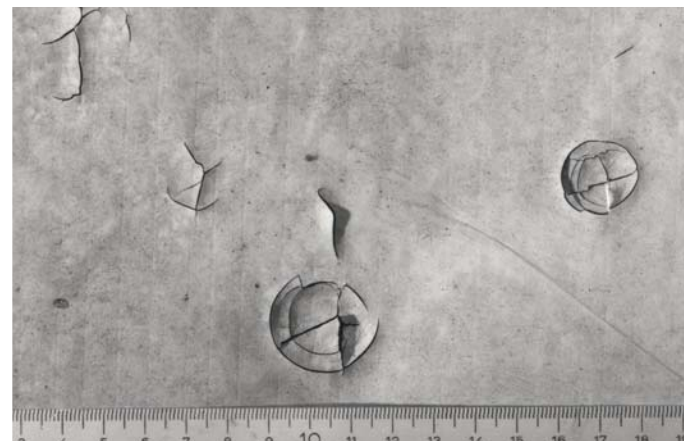
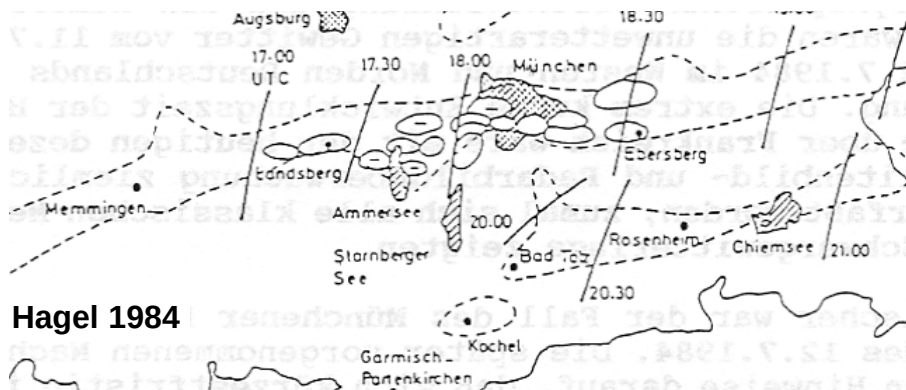
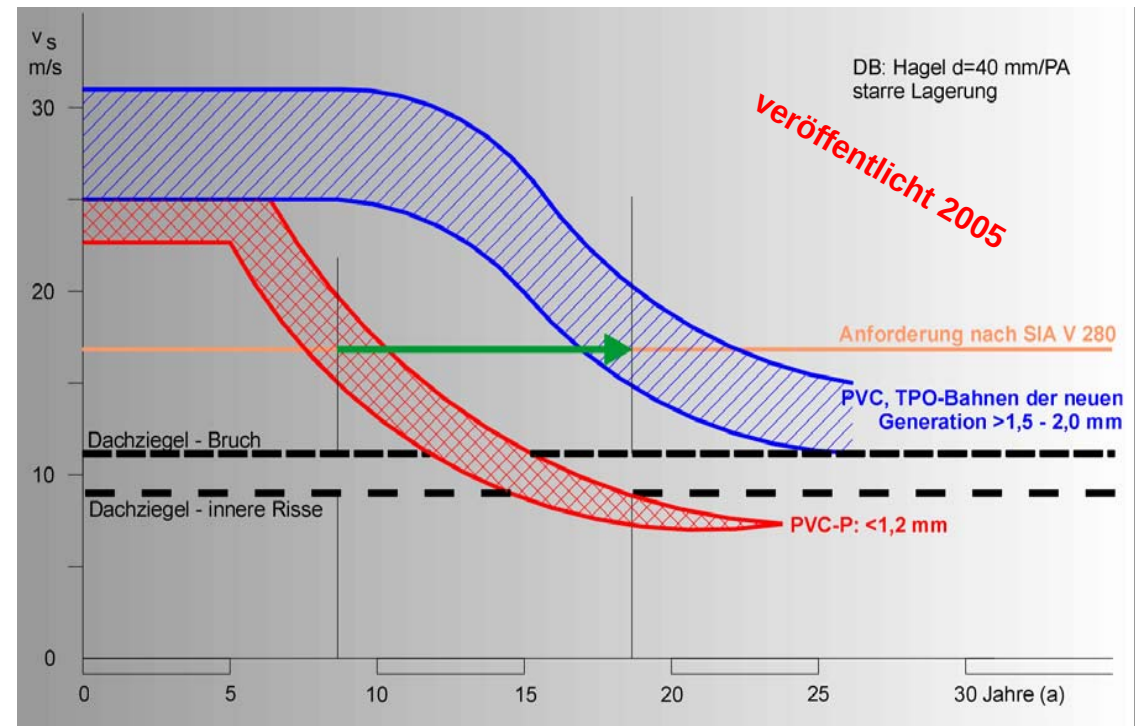
Fachregelgerechte Ausführungen nach den Mindestanforderungen ohne Berücksichtigung der örtlichen Verhältnisse können einen **Mangel** darstellen. **Die Beurteilung des SV ist hier gefragt.**



Beispiel: Hagel

In den normativen Verweisen der DIN EN 13 956 (Kunststoff- und Elastomerbahnen) findet man die EN 13 583 (Bestimmung des Widerstandes gegen Hagel-schlag). Falls Anforderungen national definiert sind, liegen diese bei einem Mindestwert von **17 m/s**. Scheinbar wurde dieser Mindestwert der SIA 280 (aus dem Jahr 1983) ohne Berücksichtigung der Erkenntnisse der letzten Jahre (unüberlegt?) übernommen.

Zwischenzeitlich wurden die Prüfverfahren verbessert und das Alterungsverhalten der Materialien berücksichtigt. Für Abdichtungen ist nach den veröffentlichten Erfahrungswerten und neuesten Erkenntnissen ein Widerstand gegen Hagelschlag mit einer Schädigungsgeschwindigkeit von mindestens **$\geq 25 \text{ m/s}$** zu fordern [FLÜELER bei ERNST, 2005].



Auszüge des Fachberichtes von
P. Flüeler / EMPA Dübendorf in:



Probleme und Lösungsmöglichkeiten bei Dachabdichtungen und Dachbegrünungen

Frankfurter Bautage 2007
42. Bausachverständigen-Tag

Wolfgang ERNST
Seite 11 / 41

Da man auf Dächern auch Lichtkuppeln, Oberlichter, Blechabdeckungen, Kollektoren, Antennen etc. und andere Bauteile aus Kunststoff findet, ist es naheliegend, im Konzept Hagelwiderstand der Gebäudehülle zu berücksichtigen. Dies betrifft auch an das Dach anschließende Fassaden oder Fassadenelemente, die in eine Dachfläche übergehen.

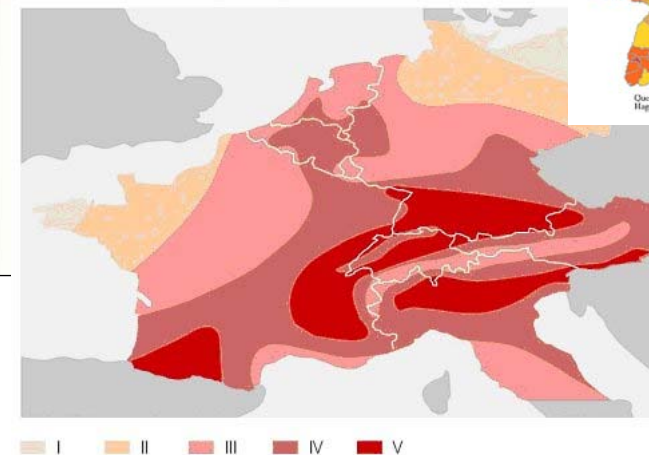
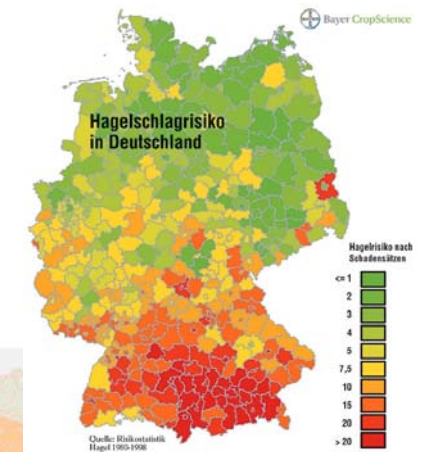
Im Gegensatz zu Dachbahnen sind derzeit noch keine verbindlichen Qualitätsanforderungen für Produkte dieser Art vorhanden - in der Fachliteratur [9] wird seit 2005 darauf hingewiesen und ebenfalls **ein Widerstand von ≥ 25 m/s für alle Bauteile gefordert.**

Abspannungen sind von der Elementarschadenversicherung ausgeschlossen und frei bewitterte Dachflächen kantonal nicht erlaubt.



Auch dazu gibt es wichtige Hinweise der Versicherer.

In der Schweiz sogar Weisungsblätter



Auswirkungen:

Viele Hagelschäden in der Vergangenheit sind deshalb entstanden, weil in typischen Hagelgebieten bei frei bewitterten Dachflächen dünne Kunststoffdachbahnen eingesetzt wurden - **und noch immer eingesetzt werden.**

Hinweis:

Fachregelgerechte Ausführungen nach den Mindestanforderungen der Fachregeln ohne Berücksichtigung der örtlichen Verhältnisse, wie z.B. typische Hagelschlaggebiete können einen **Mangel** darstellen.

Dies gilt auch für Dachflächen mit besonders hoher mechanischer Beanspruchung.

Auch hier ist wieder die Einschätzung des SV wichtig.

Nachfolgend ein Beispiel für eine Nichtbeachtung der örtlichen Verhältnisse und deren Auswirkung auf das Bauwerk

Tabelle 1: Genormte Kunststoff- und Elastomerbahnen

Norm	Titel	Bezeichnung	Nennstärke* mindestens
DIN 7864-1	Elastomerbahnen für Abdichtungen	EPDM CR IIR	1,2 mm 1,2 mm 1,2 mm
DIN 16729	Kunststoff-Dachbahnen und Kunststoff-Dichtungsbahnen aus Ethylencopolymerisat-Bitumen	ECB	1,5 mm
DIN 16730	Kunststoff-Dachbahnen aus weichmacherhaltigem Polyvinylchlorid, nicht bitumenverträglich	PVC-P-NB	1,2 mm
DIN 16731	Kunststoff-Dachbahnen aus Polyisobutylen, einseitig kaschiert	PIB	2,5 mm
DIN 16734	Kunststoff-Dachbahnen aus weichmacherhaltigem Polyvinylchlorid mit Verstärkung aus synthetischen Fasern, nicht bitumenverträglich	PVC-P-NB-V-PW	1,2 mm
DIN 16735	Kunststoff-Dachbahnen aus weichmacherhaltigem Polyvinylchlorid mit einer Glasvlieseinlage, nicht bitumenverträglich	PVC-P-NB-E-GV	1,2 mm
DIN 16736	Kunststoff-Dachbahnen und Kunststoff-Dichtungsbahnen aus chloriertem Polyethylen, einseitig kaschiert	PE-C-K-PV	1,2 mm
DIN 16737	Kunststoff-Dachbahnen und Kunststoff-Dichtungsbahnen aus chloriertem Polyethylen mit einer Gewebeeinlage	PE-C-E PW	1,2 mm
DIN 16935	Kunststoff-Dichtungsbahnen aus Polyisobutylen	PIB	1,5 mm
DIN 16937	Kunststoff-Dichtungsbahnen aus weichmacherhaltigem Polyvinylchlorid, bitumenverträglich	PVC-P-BV	1,2 mm
DIN 16938	Kunststoff-Dichtungsbahnen aus weichmacherhaltigem Polyvinylchlorid, nicht bitumenverträglich	PVC-P-NB	1,2 mm

* zum Teil einschließlich eventueller Kaschierung
Hinweis:
Zur Bildung der Normbezeichnung werden in den Normen für Kunststoff-Dachbahnen und/oder Kunststoff-Dichtungsbahnen folgende Kurzzeichen verwendet:
K kaschiert E Einlage NB nicht bitumenverträglich GV Glasvlies PV Polyestervlies
V verstärkt BV bitumenverträglich PPV Polypropylenvlies GW Glasgewebe PW Polyestergerewebe



Jährlicher Reparaturaufwand von ca.
DM 7.000.- (im Mittel) für mechanische
Beschädigungen (1984-1990)

Fazit:

Keine fachregelgerechte Nachbesserung, jedoch:

die vernünftigste Lösung für diesen Einzelfall mit
einem optimalen Schutz durch eine 5 cm dicke
Extensivbegrünung.

(Pflegeaufwand seit 1990:
im Durchschnitt € 250.-/Jahr).



Beispiel: Niederschläge

Die europäische Normenreihe DIN EN 12 056 »Schwerkraftentwässerungsanlagen innerhalb von Gebäuden, Teil 1-5« wurde im Januar 2001 veröffentlicht. Im März 2002 folgte die deutsche Ergänzungsnorm DIN 1986-100 »Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke Teil 100: Zusätzliche Bestimmungen zu DIN EN 752 und DIN EN 12 056« [3].

Als maßgebliches Planungsziel verfolgt die nationale Ergänzungsnorm (DIN 1986-100), dass ein Berechnungsregen $r_{(5,2)}$ zu jedem Zeitpunkt (also auch im Winter) von der Dachfläche abgeführt werden kann.

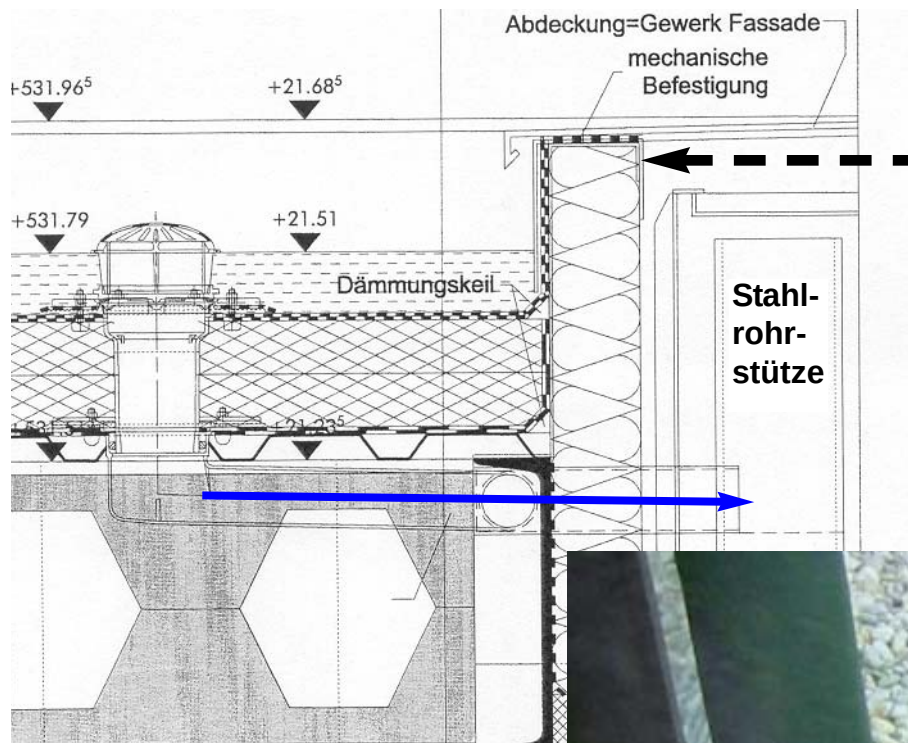
Ferner sind die Entwässerungsanlagen so auszuführen, dass bei Auftreten von Starkregenereignissen keine Schäden an der Gebäudesubstanz auftreten können [9].



Probleme und Lösungsmöglichkeiten bei Dachabdichtungen und Dachbegrünungen

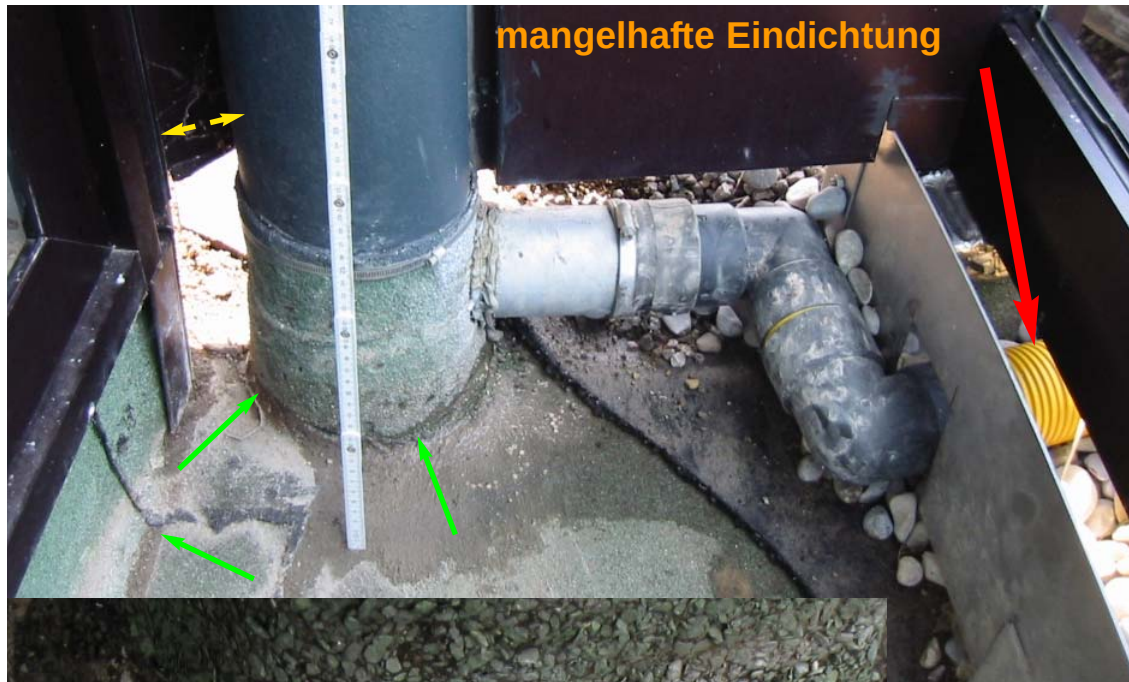
Frankfurter Bautage 2007
42. Bausachverständigen-Tag

Wolfgang ERNST
Seite 15 / 41



Ab hier nicht
gedämmter
Außenbereich





Hinweis:

Auch bei Entwässerungsanlagen sind die **klimatechnischen Einwirkungen** zu berücksichtigen. Wenn ein Entwässerungssystem an einer Schwachstelle einfriert nützen alle Berechnungen und Nachweise der Entwässerungstechnik nichts.

Beispiel: Niederschläge beim Bauablauf

Erfolgt eine **“Zustandsdokumentation mit Feststellung von Baumängel”** mehrere Monate nach der Herstellung der Abdichtung, wie in diesem Fall, reicht es nicht aus nur gemäß den Mindestanforderungen der Fachregeln auf die festgestellten Mängel hinzuweisen.

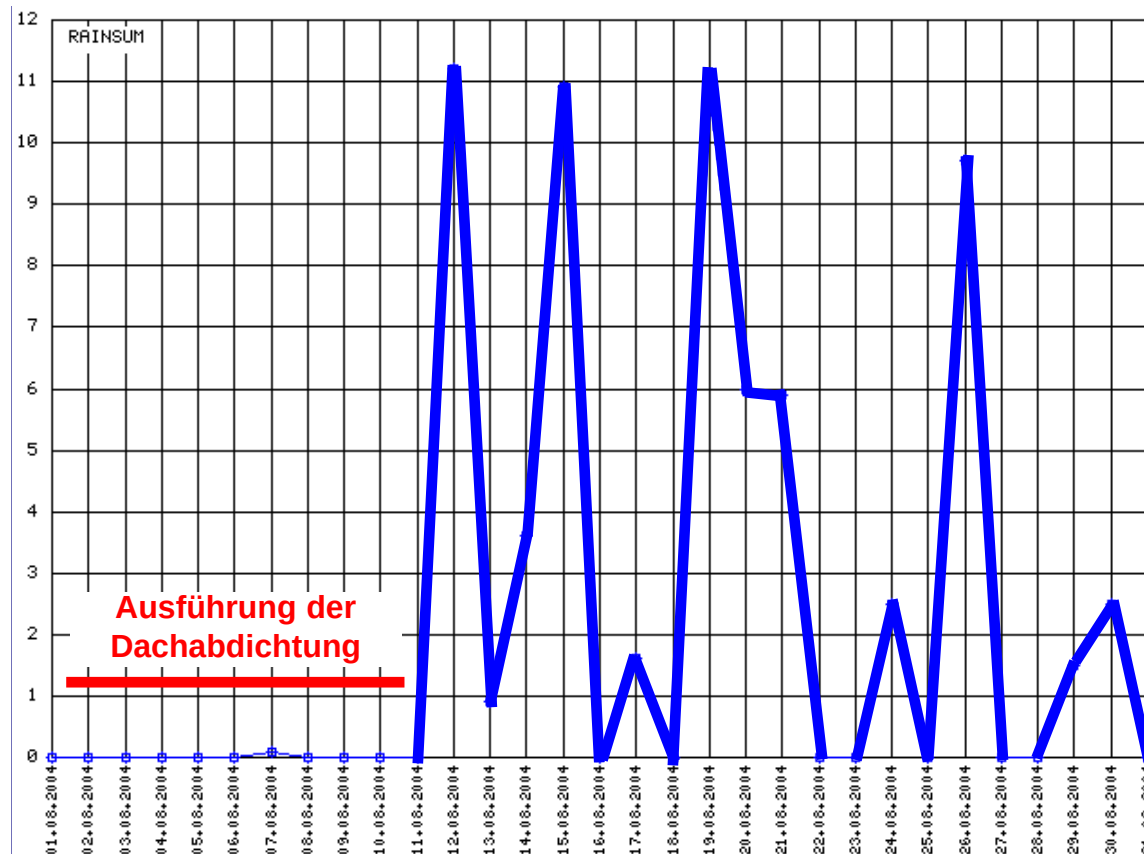
Der erfahrene Sachverständige berücksichtigt dabei ebenfalls die örtlichen Verhältnisse, die Zeitdauer und die vorangegangenen Witterungsereignisse.

Eine fehlende Regen- bzw. Hinterlaufsicherheit an den An- und Abschlüssen (auch unter einem “schützenden Balkon”) ist anders zu beurteilen, wenn man alle örtlichen Verhältnisse und die Witterungseinwirkungen berücksichtigt:



Durch Balkonplatte überdachter Wand-/Türanschluß

örtlichen Verhältnisse und standortspezifische Einschätzung



Wetterseite



Ausführungszeit
und Bauablauf



Bei einem solchen Erscheinungsbild und unter Berücksichtigung aller Faktoren ist eine Dachöffnung unumgänglich.

Hinweis:

Umfangreiches Fachwissen und Erfahrung ist die Grundlage

- vernünftigen Handelns bzw.
- vernünftiger Empfehlungen und
- fachqualifizierter Aussagen im Gutachten.



Vermutete Materialeigenschaften:

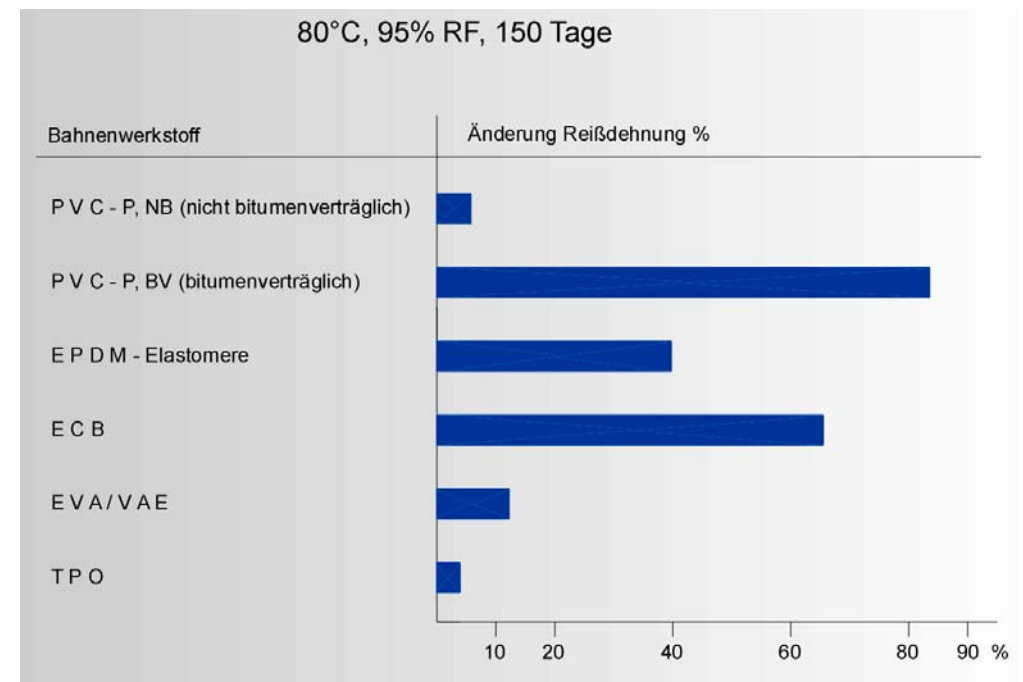
Es kommt manchmal vor, dass in der Fachwelt jahrzehntelang über Materialeigenschaften gesprochen bzw. geschrieben wird, die prüftechnisch nicht belegt werden können, da es (noch immer) keine Prüfnorm gibt, wie z.B. bei der Hydrolysebeständigkeit oder der Kältekontraktion.

Hydrolyse

Nach der Dachbegrünungsrichtlinie Abs. 4.2:

”müssen die Dachabdichtung und der Wurzelschutz hydrolysebeständig sein. Die stofflichen Eignungen sind auch unter dem Aspekt der dauernden Wassereinwirkung durch den Begrünungsaufbau zu überprüfen und im Bedarfsfall nachzuweisen”.

In der Chemie wird Hydrolyse als Zerlegung einer chemischen Verbindung durch Wasser definiert. Die Reaktionen laufen beschleunigt unter feuchtwarmen Bedingungen in Anwesenheit von basischen Verbindungen (Kalk, Mörtel, Zement, Beton) ab, also Verhältnissen, wie sie besonders auf einem bekiesten Flachdach auftreten.



(Werbe-) Versprechungen

- sehr gute Hydrolyse-Beständigkeit
- durchwurzelungsfest gem. FLL-Prüfzeugnis
- sehr gute UV- und IR-Beständigkeit
- beständig gegen viele Chemikalien

Ausreden

”Die realisierte Abdichtung entspricht dem Stand der Technik und ist nicht zu beanstanden. In diesem Zusammenhang weise ich darauf hin, dass die Nachweise zur Hydrolysebeständigkeit nicht Gegenstand der praktizierten und anerkannten Prüfverfahren sind. Daher kann eine solche Forderung nicht aufgestellt werden” (Auszug aus einem Gutachten des vom Hersteller der Abdichtung beauftragten SV).

Stand der Technik

Die Prüfung für Hydrolysebeständigkeit ist in der Fachliteratur seit **1991** veröffentlicht und Bestandteil des Anforderungsprofils für Abdichtungen (AfP) der Europäischen Vereinigung dauerhaft dichtes Dach - ddD e.V. ([Formular im Internet unter ddDach.org](#)).



L.	Hydrolysebeständigkeit nach ERNST (1991) Anforderungen: Änderung Bruchdehnung zu Neumaterial Massenänderung im Vergleich zum Neumaterial	≤ 25 % relativ* < 3 %
----	--	--------------------------

Vermutete Materialeigenschaften:

Kältekontraktion

Auf Schäden durch Kältekontraktion wurde in der Literatur seit Anfang der neunziger Jahre hingewiesen. 1996 wurde in der SIA V 280 die Prüfung Nr. 19 - Linearer thermischer Ausdehnungskoeffizient - als EMPA-internes Prüfverfahren - ohne festgelegte Anforderungswerte aufgenommen.

Aufgrund von zunehmenden Schäden, bevorzugt bei lose verlegten Dachbahnen im Winter, wurde **1999** in der Fachliteratur die Prüfung zur Bestimmung der Kältekontraktion veröffentlicht.

Die Prüfung für Kältekontraktion mit der Angabe von **Maximalwerten für das Neumaterial** ist Bestandteil des Anforderungsprofils für Abdichtungen (AfP) der Europäischen Vereinigung dauerhaft dichtes Dach - ddD e.V. **und** in der ab September 2007 gültigen SIA 271 - Abdichtungen von Hochbauten unter Abs. 2.6.3.3 aufgeführt.



Q.	Kältekontraktion nach ERNST (1999), Anforderung:	< 200 kg/m
R.	Nachweis der Wurzelfestigkeit nach FLL-Verfahren (1999): Anforderungen: wurzel- und rhizomfest gegen Quecken	Anlage: ja/nein

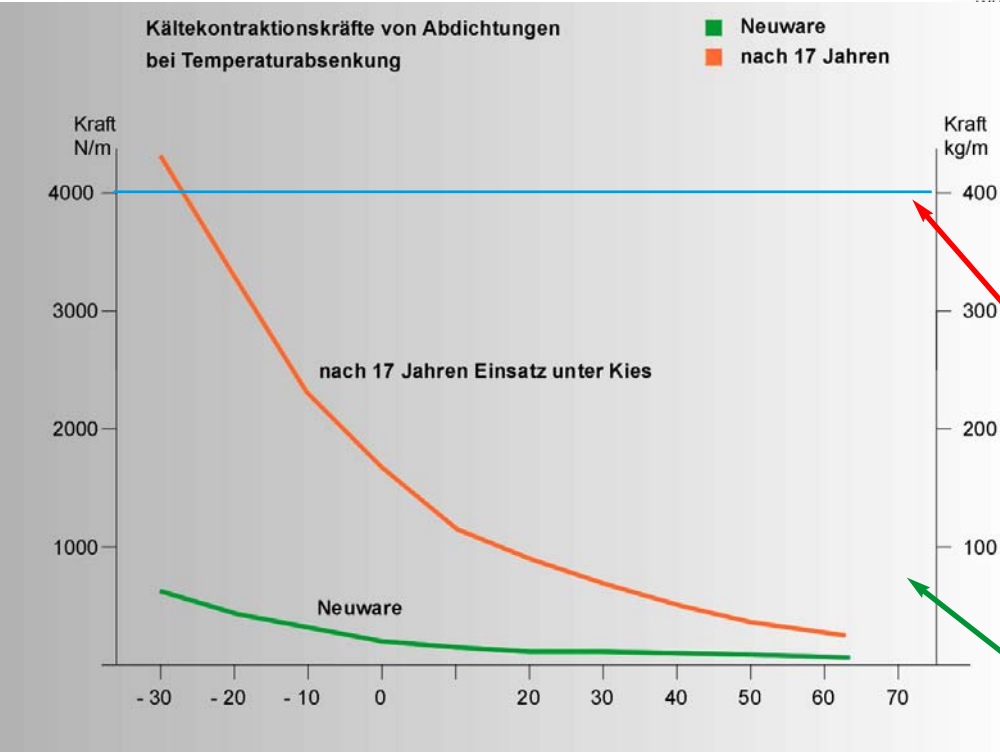
Auszug aus SIA 271 / 2007

- 2.6.3.3 Die An- und Abschlüsse von Kunststoff- und Elastomer-Dichtungsbahnen müssen in der Zugebene der Abdichtung auftretende Kräfte schadlos aufnehmen können.
Folgende Einflüsse müssen dabei mindestens berücksichtigt werden:
- Kältekontraktion, kg/m bei +20°/-30° (z.B. Methode W. Ernst, Dachabdichtung-Dachbegrünung Teil 2)
 - Windkräfte
 - Schrumpfung durch Alterung
 - Abbau von aus der Produktion im Baustoff enthaltener Spannungen
- Sind die produktespezifischen Kennwerte nicht oder nur unzureichend vorhanden, muss eine Linienzugkraft von mind. 4 kN/m angenommen werden.

Hinweis:

Spezifische Materialkenntnis ist erforderlich um Mängel bei der Ausführung zu erkennen.

Bei Bahn A können drei Befestiger pro Meter ausreichend sein. Bei Bahn B reichen drei Befestiger pro Meter gemäß den Mindestanforderungen auf Dauer nicht aus. (Beurteilung durch SV).



- (7) Bei Begrünung in Verbindung mit Anstaube-
wässerung kann es zweckmäßig sein, die Abdichtung
ohne Gefälle auszubilden. Die Dachabdichtung und
der Begrünungsaufbau sind entsprechend auszu-
führen. Bei einer geplanten Anstauhöhe über 100 mm
ist eine Abdichtung gegen drückendes Wasser aus-
zuführen und DIN 18195-6 zu beachten.
- (8) Wasserbecken in bepflanzten Bereichen müs-
sen immer gesondert gestaltet und abgedichtet wer-
den.
- (9) Die Funktion der Durchwurzelungsschutzlage
kann mit den Abdichtungslagen erfüllt werden. Bei
zwei- oder dreilagigen Abdichtungen ist die Durch-
wurzelungsschutzlage als oberste Lage zu verlegen.
Durchwurzelungsschutzlage kann auch als zu-
liche Lage verlegt werden. Hierbei ist zu beach-
ten, dass die Durchwurzelungsschutzlage, insbeson-
dere im flächigen, aber auch im Wandanschlussbe-
reich und bei Dachdurchdringungen, nicht von
unten hinterwandert werden kann.

- wenn sie in der Abdichtungsebene, am Übergang zu
senkrechten oder geneigten Flächen, angeordnet und
ausgeführt werden. Einbinden oder Einklemmen in
höher liegende Randprofile oder unter Randab-
deckungen sowie Verklebungen sind keine Befesti-
gungen in diesem Sinne.
- (5) Maßnahmen zur Aufnahme horizontaler Kräfte
sind von der Gebäudehöhe unabhängig.
- (6) Die Befestigung der Abdichtung mit der Unter-
konstruktion erfolgt durch Linienbefestigung oder
durch lineare Befestigung.
- (7) Linienbefestigungen können mit Metallbändern,
Profilen aus Metall oder Verbundblech ausgeführt
werden. Diese sollten mit mindestens drei Befestigern
pro Meter mit der tragenden Unterkonstruktion ver-
bunden werden.
- (8) Lineare Befestigungen sind in Reihe angeord-
nete punktweise Einzelbefestigungen. Diese sollten
mit mindestens drei Befestigungselementen pro
Meter ausgeführt werden.

Werkstoffgruppe TPO			
F 14/02	TPO	1,8	188,333
F 14/03	TPO	1,6	136,083
F 14/04	TPO	2,0	315,833
F 14/05	TPO	2,0	223,083
F 14/06	TPO	2,0	429,166
F 14/07	TPO	2,0	307,667
F 14/08	TPO	1,5	177,167
F 14/09	TPO	1,5	92,552
F 14/10	TPO	1,8	168,751
F 14/11	TPO	1,5	249,252
F 14/12	TPO	1,2	106,333
F 14/13	TPO	2,5	173,333
F 14/14	TPO	2,0	273,666
F 14/15	TPO	1,5	136,333
F 14/16	TPO	1,5	78,583
F 14/17	TPO	1,2	100,416

Hinweis:

Allgemeinkennnisse über
Abdichtungen reichen nicht
aus. Vielfach spielt Unkennt-
nis und Glauben eine Rolle.

Bei der Materie “Abdichtung”
ist nicht nur eine Material-
sondern auch eine detaillierte
Produktkenntnis erforderlich.

Phänomenale Standardausführungen:

Kemperolismus

Die Übertragung von einzelnen Systemlösungen auf die gesamte Werkstoff- und Produktpalette bei Abdichtungen ist und bleibt wohl ein Phänomen.

Nachdem ein Hersteller begonnen hat in Prospekten mit einer Einkomponenten-Flüssigabdichtung zur Ausführung von flammlosen An- und Abschlüssen von bituminösen Abdichtungen zu werben, zogen einzelne Mitbewerber nach, was auch legitim ist, wenn die Rahmenbedingungen entsprechend definiert sind.

Dass nach einiger Zeit solche »Systemergänzungen für den Verarbeitungsfreiraum« immer öfter angewendet werden bedeutet nicht, dass dies Stand der Technik ist, insbesondere dann nicht, wenn eine x-beliebige Flüssigabdichtung mit einer x-beliebigen Abdichtungsbahn kombiniert wird.

(und man in den Verarbeitungsrichtlinien des Bahnenherstellers dazu auch keinen Hinweis findet)



Hinweis:

Nach wie vor gilt, der Hinweis in den Flachdachrichtlinien, Abs. 5.1 (5) [20]:

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

Werden unterschiedliche Werkstoffe verwendet, müssen diese für den jeweiligen Zweck geeignet und untereinander **dauerhaft verträglich** sein”.

Hinzuweisen ist in diesem Zusammenhang auf die Eindeutigkeit der Rechtsprechung bezüglich Sonderbauweisen.

Empfehlung:

Eine detaillierte Kenntnis der Verarbeitungsrichtlinien des Herstellers der Dachabdichtung ist zur Beurteilung unerlässlich.

Flüssigabdichtungen sind keine
“Problemlösungen”
für planerische und handwerkliche
Unzulänglichkeiten.



Phänomenale Standardausführungen:

bei Kunststoff- und Bitumenbahnen nehmen die Ausführungsfehler in der Vergangenheit rasant zu.

Anforderungen:

Zur Beurteilung von bauseits gefügten Nahtverbindungen bei allen bahnenförmigen Abdichtungen gehören u.a.:

- Längsnähte (A)
- Quer-/Kopfnähte (B)
- Automatschweißnähte (A)
- Handschweißnähte (C)
- und deren Übergangsbereiche.

Werden nur Längs-, bzw. Automatschweißnähte beurteilt, kann dies Unkenntnis, aber auch Gefälligkeit sein.

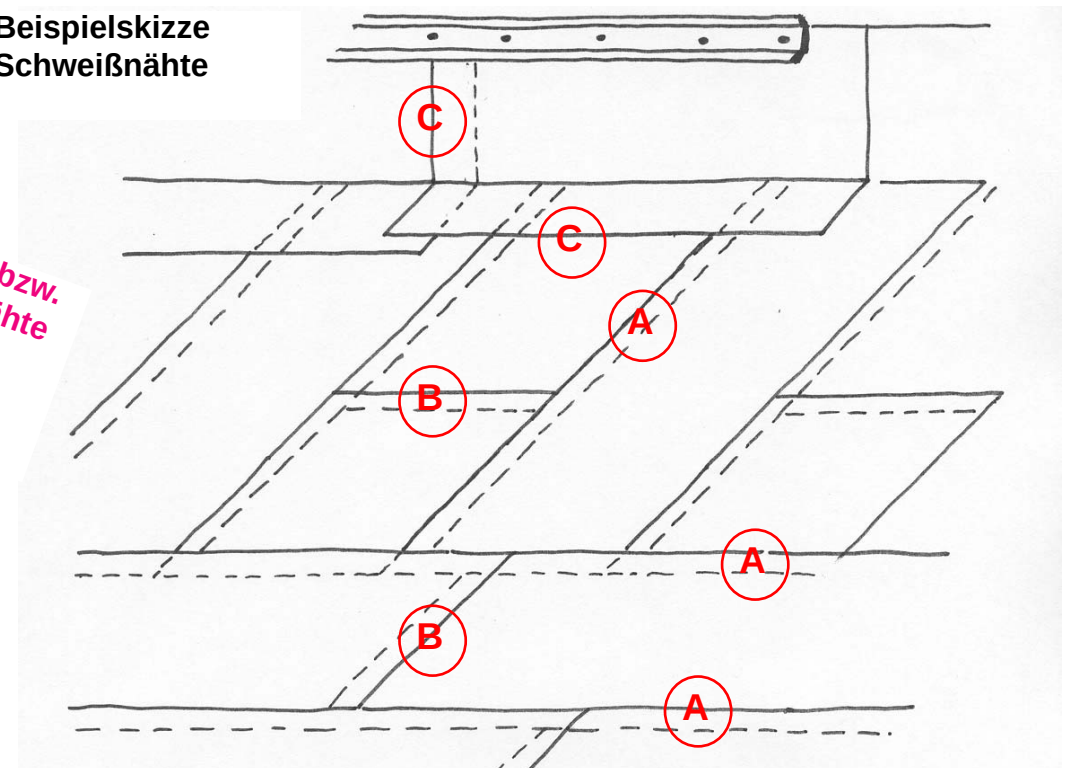
Hinweis:

Eine exakte Nahtqualität (Verschweißungsbreite) lässt sich nur durch eine (zerstörerische) Schälzugprüfung feststellen.

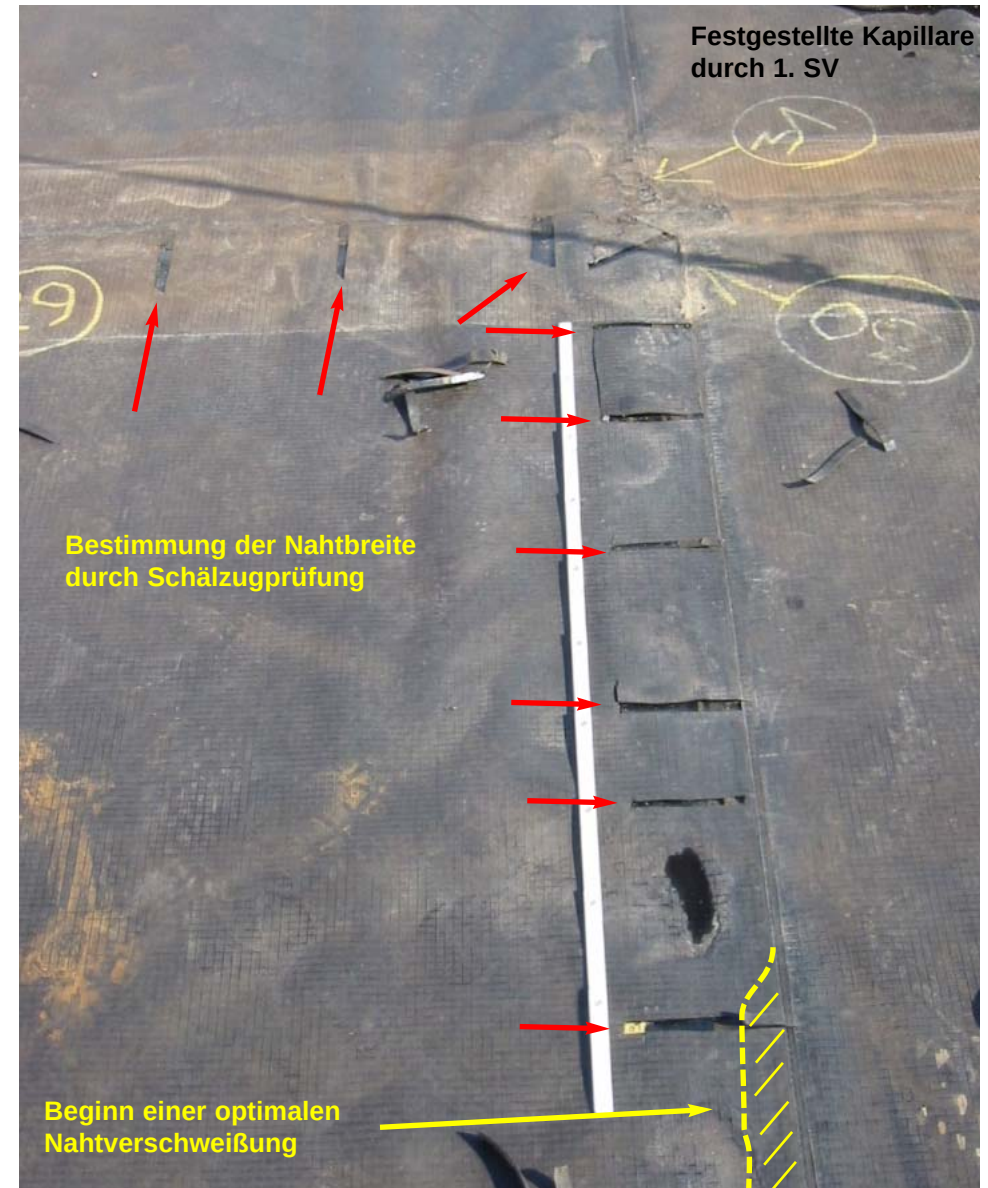
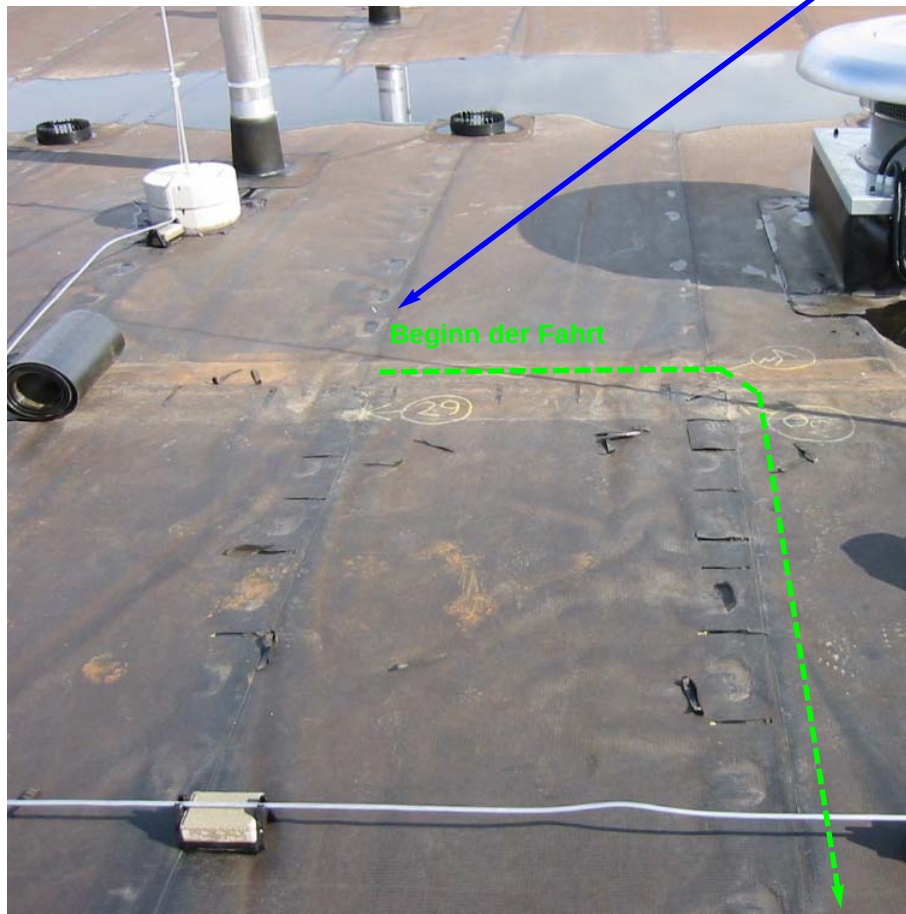
Eine optische Kontrolle ist nicht ausreichend.



Beispielskizze
Schweißnähte



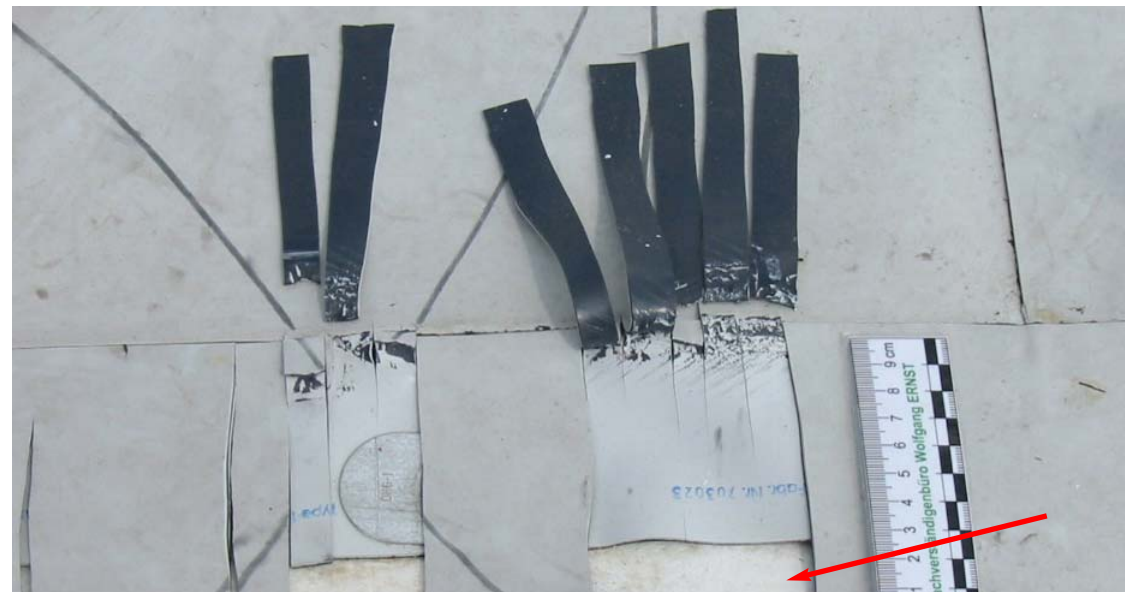
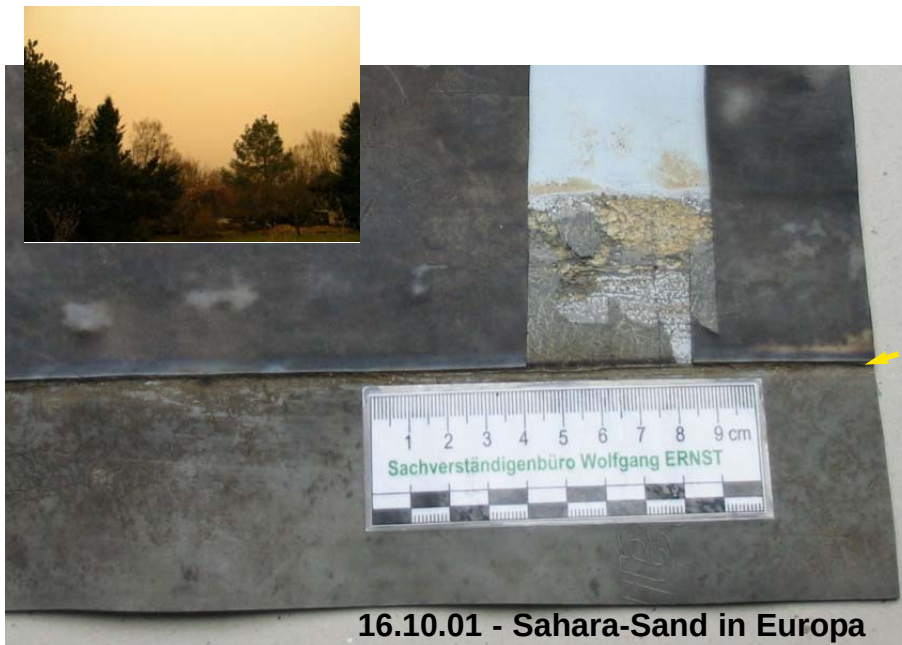
“Quernaht- Längsnaht- Eckenfahrt”



Probleme und Lösungsmöglichkeiten bei Dachabdichtungen und Dachbegrünungen

Frankfurter Bautage 2007
42. Bausachverständigen-Tag

Wolfgang ERNST
Seite 28 / 41



Problem:

”Welche Gründe dazu führen, dass nicht nur bei frei bewitterten Dachflächen, sondern auch bei Kiesdächern und Dachbegrünungen schieferbesplittete Bitumenoberlagsbahnen eingesetzt werden ist oft nicht nachvollziehbar.

Bei Bahnen mit Oberflächenbesplittung liegt die Ursache für mangelhafte Nahtverbindungen meist darin, dass zähes Deckschichtbitumen die Schieferbesplittung im Nahtbereich nicht oder nicht ausreichend einzuhüllen vermag. Ein notwendiger homogener Verbund zwischen den Bahnen kommt nicht zustande.

Der Schiefersplitt wirkt kapillar und zieht Wasser. Die Folge sind Nahtablösungen die dann undicht und somit auch nicht mehr wurzelfest sind.”

(HOLZAPFEL, 1999).



Bei der Verarbeitung von oberseitig beschieferten Bitumenbahnen ist besonderer Wert auf die Ausbildung der Nahtverbindungen auf der besplitteten Oberfläche zu legen. Hierfür ist unbedingt die notwendige Zeit dafür einzukalkulieren.

Grundsätzlich gilt: eine Nahtverbindung auf besplitteter Oberfläche ist ohne Nahtvorbehandlung nicht möglich.

Die Hersteller geben dazu folgende Hinweise:

- Überdeckungen auf mineralischer Bestreuung, sowie Kopfstöße sind mit einem Heißluftfön (> 3000 W) zu verschließen und abzurollen.
- Das Ende der im Kopfnahtbereich überlappenden Bahn wird angezeichnet. Danach wird die Besplittung angewärmt und mit der Kelle eingedrückt.
- Wichtig ist, dass zuerst der oberseitig aufgebraute "leichte Oberflächenschutz" in Form von Schiefersplitt auf der zu überdeckenden Bahn im Bereich der Kopfüberlappung so erwärmt wird, dass dieser in der oberen Deckmasse der Abdichtungsbahn einsinkt.

Bei optisch erkennbaren Unregelmäßigkeiten ist eine Schälzugprüfung zu empfehlen.

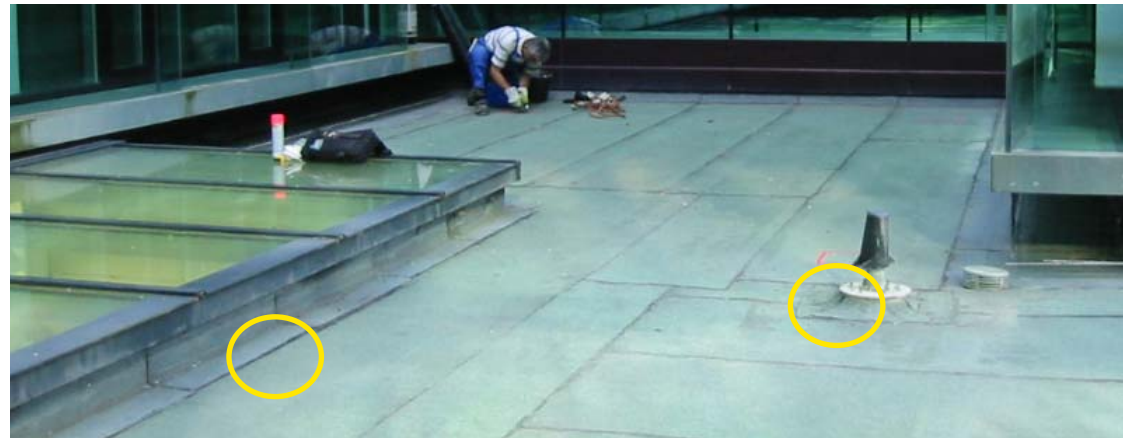


Problem Wurzelfestigkeit:

Dachbegrünungsrichtlinie 2002, 5.2.3 Ausführung:

“An- und Abschlüsse, Dachdurchdringungen und Fugen müssen durchwurzelungsfest ausgebildet werden”.

Durch Materialwechsel infolge eingeschränkter Verarbeitbarkeit und mangelhafter Ausführung ist die Dachfläche nicht mehr wurzelfest im Sinne der Dachbegrünungsrichtlinie.



Problem Jahreszeit:

Dachbegrünungen unterliegen den jahreszeitlichen Einflüssen - Sommer-/Wintervergleich.

Pflanzen halten sich auch nicht an verbindliche Abnahme- oder Übergabetermine des Bauwerks:

- Fertigstellung Dachfläche: November
 - Begrünung: Dezember
 - Abnahme-/Übergabetermin: Mitte März
 - festgestellter Mangel: **keine flächendeckende Vegetation**. (Abnahmeverweigerung / Einbehalt).
- (optimal: ca. Mai-Juni / September bis Oktober)



Grundlage der Vegetation:

Vegetationstragschicht

Die Vegetationstragschicht bildet die Grundlage für das Pflanzenwachstum, dazu bedarf es bestimmter physikalischer, chemischer und biologischer Randbedingungen die in der Dachbegrünungsrichtlinie definiert sind.

Die Vegetationstragschicht muss strukturstabil sein - siehe Kornverteilungsbereich.

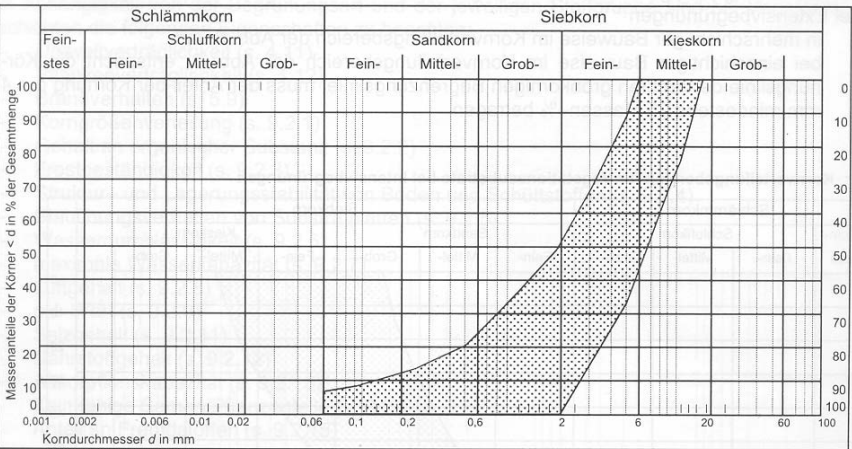


Tab. 9: Anforderungen an die vegetationstechnischen Eigenschaften von Vegetationssubstraten für Extensivbegrünungen in mehrschichtiger Bauweise (Alle Werte sind auf den Zustand bei definierter Laborverdichtung bezogen.)

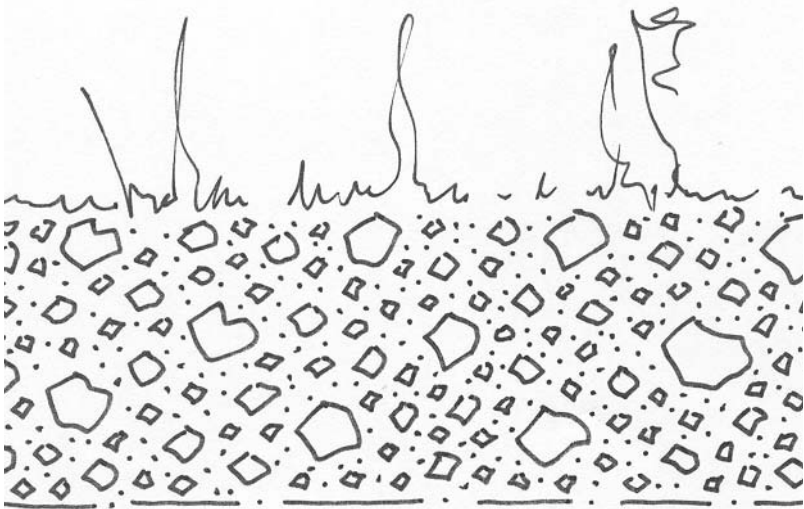
Eigenschaften	Anforderungen		Ergebnis
	Einheit	Kennwert	
Korngrößenverteilung ¹⁾ – Anteil an abschlämbbaren Teilen (d ≤ 0,063 mm)	Massen-%	≤ 15	
Rohdichte (Volumengewicht) ²⁾ – in trockenem Zustand – bei Substraten ≤ 0,8 – bei Substraten > 0,8 – bei max. Wasserkapazität	g/cm ³ g/cm ³	– –	
Wasser-/Luft-Haushalt – Gesamtporenvolumen ²⁾ – maximale Wasserkapazität – Luftgehalt bei maximaler Wasserkapazität – Luftgehalt bei pf 1,8 – Wasserdurchlässigkeit mod. K _f	Vol.-% Vol.-% Vol.-% Vol.-% cm/s mm/min	– 35 10 25 0,001 0,6	
pH-Wert, Salzgehalt – pH-Wert (in CaCl ₂) – Salzgehalt (Wasserextrakt) ³⁾ – Salzgehalt (Gipsextrakt) ⁴⁾	 g/l g/l	 6,5 – 8,0 3,5 2,5	
Organische Substanz – Gehalt an organischer Substanz, – bei Substraten ≤ 0,8 – bei Substraten > 0,8	Massen-% Massen-%	– 8,0 6,0	
Nährstoffe – Pflanzenverfügbare Nährstoffe – Stickstoff (N) (in CaCl ₂) – Phosphor (P ₂ O ₅) (in CAL) – in Kali (K ₂ O) (in CAL) – Magnesium (Mg) (in CaCl ₂)	mg/l mg/l mg/l mg/l	– 80 200 700 160	

1) Die Körnungskurve ist in den vorgegebenen Kornverteilungsbereich nach Abb. 2 (s. 9.2.1) einzutragen

Abb. 3: Kornverteilungsbereich für Vegetationssubstrate bei Extensivbegrünungen in einschichtiger Bauweise



weitergehende
Anforderungen von
Prof. Liesecke, Prof.
Fischer, u.a. z.B. in:



Mangel:

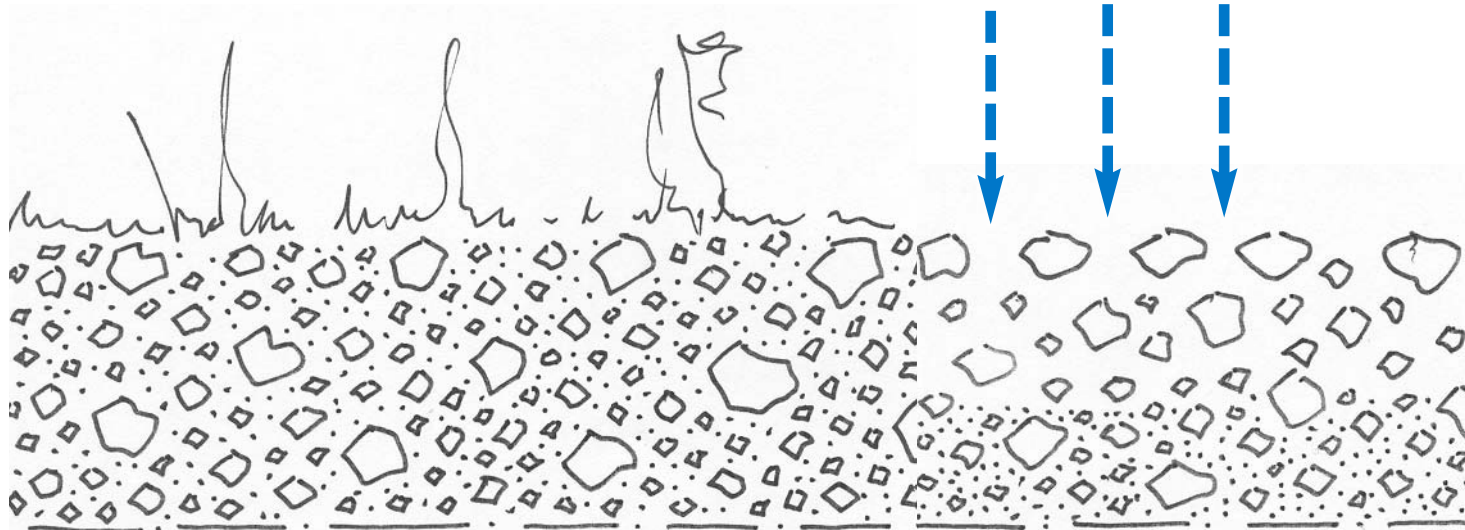
Verödete Substratflächen.

Mögliche Ursachen:

Entmischung der Vegetationstragschicht durch
z.B. Transport, oder Auswaschungseffekt durch
Niederschläge vor einer späteren Begrünung.



Einwirkung von Niederschlägen
Auswaschungseffekt
Verlagerung der Feinteile

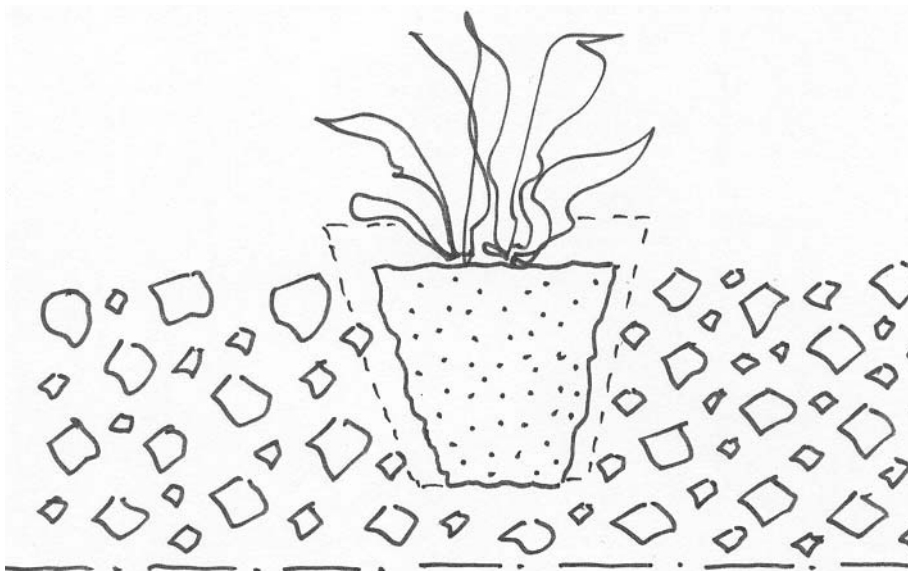


Mangel:

Ausfall der Vegetation (Pflanzen).

Mögliche Ursachen:

Frostschäden.

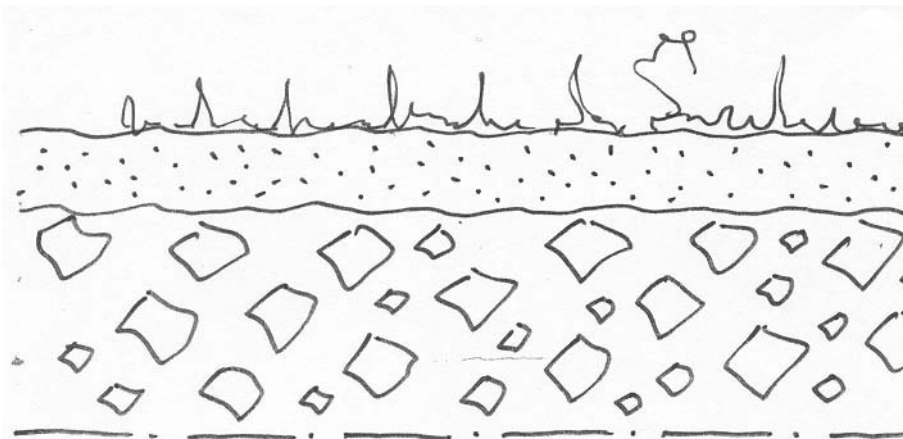


Mangel:

Vermoosung, Ablösung von Schollen.

Ursachen:

Anspritzbegrünung mit humoser
Deckschicht über Grobkornsubstrat.

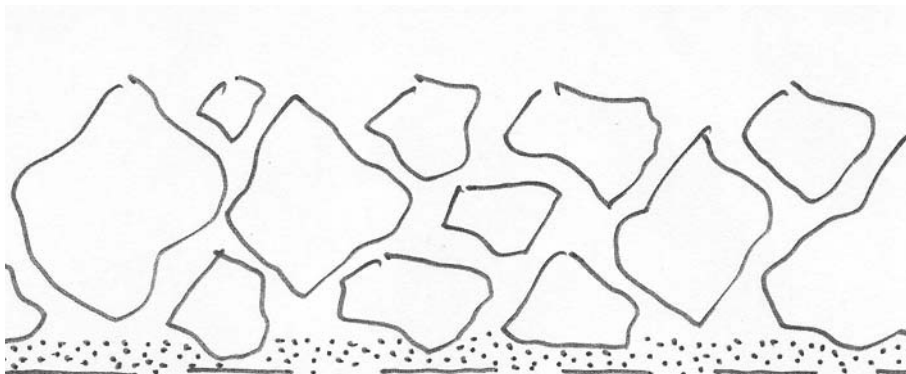
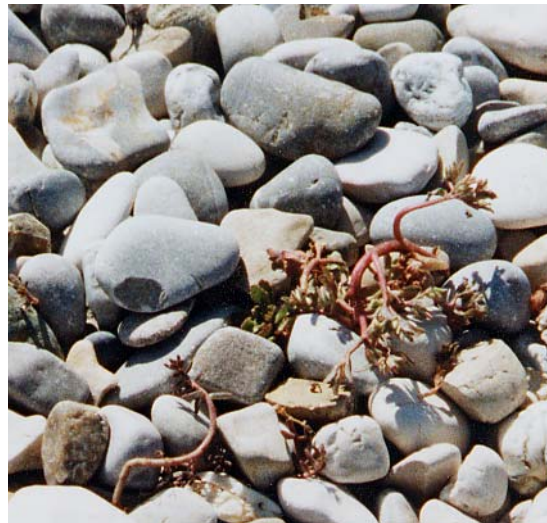


Mangel:

Verödete Substratflächen.

Ursachen:

Keine
Vegetationstragschicht.



Fertigstellungspflege:

“Bei Verzicht des Auftraggebers auf die Fertigstellungspflege durch den Auftragnehmer erfolgt die Abnahme direkt nach der Pflanzung bzw. Ansaat oder dem Ausbringen der Sprossen”

(Dachbegrünungsrichtlinie, 2002)

Die fachgerechte Herstellung einer extensiven Dachbegrünung beinhaltet grundsätzlich die Fertigstellungspflege bis zur Abnahme, falls vertraglich in Schriftform nichts anderes vereinbart wird.

Mangel: meist ein Kommunikationsproblem

Verzichtet der Auftraggeber auf einen Teil der in den Fachregeln beschriebenen Leistungen, so ist der Planer bzw. die ausführende Firma verpflichtet den Auftraggeber umfassend und ausführlich darüber aufzuklären. Dabei ist dem Auftraggeber (Besteller) die Möglichkeit zu geben, sich nach Abwägung aller Vor- und Nachteile zu entscheiden. Erfolgt diese Aufklärung nachweislich nicht, kann er, bei Mängel (z.B.: großflächiger Ausfall der Vegetation) und eventuell nachfolgenden Schäden (z.B.: Windverlagerungen bis hin zum Abtrag der Schichten), den dafür Verantwortlichen in die Haftung nehmen.

Nach 4 Jahren
ohne Fertigstellungspflege



Nach 1 Jahr **mit** Fertigstellungspflege wurde der abnahmefähige Zustand erreicht.

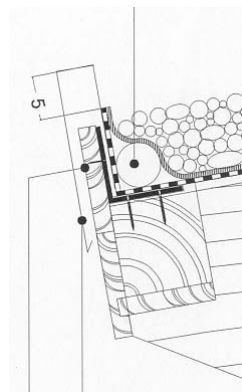


Mahnung:

Beim 39. Bausachverständigentag 2004 hat Professor **Zimmermann** zwei deckungsgleiche Bauschadensfälle vorgestellt - einen aus dem Jahr 1970 (veröffentlicht 1972) und einen aus dem Jahr 2003. Er hat damit die Frage verbunden:

“Was nützen 30 Jahre Bauschadensliteratur wenn diese als Erkenntnisquelle und Hilfestellung von den Fachleuten nicht angenommen wird?”.

Bei diesem 42. Bausachverständigentag 2007 möchte ich ebenfalls aus zwei deckungsgleichen Problemfällen aus den Jahren **1989** und **2007** zitieren:



Stellungnahme von Prof. M. in einem Gerichtsverfahren aus dem Jahr **1989**:

“Der Sachverständige Ernst geht von völlig falschen Voraussetzungen aus: Es handelt sich um ein geneigtes Dach das mit einer Teichfolie abgedichtet ist. Wie der Name schon sagt, gelten “Flachdachrichtlinien” für flache Dächer. Sie sind deshalb hier als zugrundegelegte Mindestanforderung nicht gültig. Für Grasdächer gibt es (noch) keine Fachregeln”.

Stellungnahme in einem Beweissicherungsverfahren aus dem Jahr **2007** von dem planenden Architekturprofessor H.:

“Wir kennen keine Vorschrift, die bei einem geneigten überstehenden Gründach anzuwenden ist. Wir gehen davon aus, dass die Details der Fa. Optigrün (Dachbegrünungssysteme) den Stand der Technik darstellen”.

Was nützt jahrzehntelange Fachregelarbeit, Baufach- und Bauschadensliteratur wenn diese wichtigen Erkenntnisquellen in der Lehre nicht verwendet und von den Fachleuten nicht berücksichtigt werden - weil man dafür kein Geld mehr ausgeben kann oder will? Ein Fachbuch kostet im Regelfall soviel wie eine Ingeniurstunde. Solche Kosten stehen in keinem Verhältnis zu einem möglichen Mangel, Schadensfall oder “Fehlurteilen”.

Zusammenfassung:

Inkompetente Fachleute halten sich zumeist ausschließlich nur formal an Normen und Richtlinien - möglicherweise deshalb, weil eine ergänzende **Fachliteratur** nicht vorliegt und deshalb auch nicht berücksichtigt werden kann. **Örtliche Verhältnisse und deren Auswirkung auf die Baukonstruktion werden desweiteren oft vernachlässigt**, obwohl in den Fachregeln explizit darauf hingewiesen wird.

Anhand von den dargestellten Beispielen wollte ich aufgezeigen, dass umfangreiches Fachwissen auf Basis der anzuwendenden Fachregeln mit ergänzender Fachliteratur die **Grundlage vernünftigen Handelns** ist - dies gilt für die Planung genauso wie für eine Beurteilung im Rahmen eines Gutachtens.

Es gibt kaum ein Bauteil, das in der Fachliteratur umfassender behandelt wurde als (begrünte) Dächer mit Abdichtungen. Eine Vielzahl von **Lösungsmöglichkeiten**, sei es für die Planung aber auch zur Begutachtung, ergeben sich aus diesen umfangreichen Dokumentationen bzw. können aus dieser abgeleitet werden.

Man muss sie nur nutzen.



Dachbegrünung: realisiert 1987,
seit 20 Jahren keine Beanstandung



Mein Anliegen war es, Sie davon zu überzeugen, dass es die ur-eigenste Aufgabe von qualifizierten und erfahrenen Sachverständigen ist, mit entsprechendem Fachwissen die umfangreichen Zusammenhänge, Abhängigkeiten und Einflüsse zu verdeutlichen. Es gibt genügend **Andere** die die Fachregeln nur formal - und ohne den notwendigen Blick über den Tellerrand - anwenden. Ich hoffe, es ist mir mit einigen Beispielen gelungen und bedanke mich für Ihre Aufmerksamkeit.