

Zur Lebensdauer von Flachdächern mit Kunststoffbahnen

Die Lebensdauer von Kunststoffabdichtungen wird in erster Linie durch die Materialqualität und Bahndicke bestimmt. Langzeituntersuchungen und Erfahrungswerte bestätigen ein beschleunigtes Alterungsverhalten bei nicht sachgerechter Anwendung und eine enorme Verkürzung der Lebensdauer durch mangelhafte Ausführung.

Nach aktuellen Studien beträgt der Flachdachmarkt in Europa insgesamt ca. 418 Millionen m²/Jahr. Davon sind ca. 67 % Bitumenbahnen, ca. 6 % Kautschukbahnen und ca. 27 % Kunststoffbahnen (113 Millionen m²/Jahr). Bei den Kunststoffbahnen sind mit ca. 72 % PVC-Bahnen und Bahnen mit PVC-Anteilen (EVA/PVC) am weitesten verbreitet, gefolgt von Bahnen der Werkstoffgruppe FPO/TPO mit einem Anteil von ca. 20 %.

Das vielfältige Marktangebot an Kunststoffbahnen ist für Planer und Anwender jedoch schwer überschaubar. Die europäischen Stoffnormen für Kunststoffbahnen legen zwar einige Mindestanforderungen fest, die durch nationale Anwendungsnormen weiter konkretisiert und ergänzt werden. Trotzdem suchen Planer und Anwender in den Regelwerken vergeblich nach konkreten Entscheidungskriterien, z. B. Angaben zur Funktionsdauer, die ihm helfen können, ein Produkt zu finden, das für seinen speziellen Anwendungsfall am geeignetsten ist. Von den Herstellern und ihren Beratern ist kein interessenunabhängiger Beitrag zur Lösung dieses Problems zu erwarten. Umso positiver sollten alle Anwender, die auf dauerhaft sichere Lösungen Wert legen, Untersuchungen begrüßen, die zur Verbesserung der Informationslage beitragen [1].

Materialqualität

Im Jahr 2009 wurden die Ergebnisse von über 100 Bahnen und Beschichtungen im direkten Qualitätsvergleich veröffentlicht [1]. Davon waren 82 Kunststoffbahnen der Werkstoffgruppen ECB, EVA/PVC, VAE, PIB, PVC und FPO/TPO. In den nachfolgenden Jahren wurden weitere 17 Kunststoffbahnen geprüft und ebenfalls nach 14 praxisorientierten, normenangepassten Tests mit Noten bewertet, sodass insgesamt eine Auswertung von 99 markt gängigen Produkten vorliegt. Die Auswertung ergibt, dass 43 % der geprüften Kunststoffbahnen empfehlenswert sind, 42 % bedingt und 15 % nicht geeignet für dauerhafte Flachdachlösungen (siehe Bild 1).

In jeder Werkstoffgruppe findet man Produkte, die qualitativ hochwertig sind und deshalb mit „sehr gut“ und „gut“ bewertet wurden. Bei diesen Bahnen kann angenommen werden, dass sich das Alterungsverhalten so in Grenzen hält, dass von einer langfristig dauerhaften Funktionsdauer (von > 30 bis > 50 Jahre) ausgegangen werden kann.

Alterungsverhalten

Die Alterung ist „die Gesamtheit aller im Laufe der Zeit in einem Material irreversibel ablaufenden chemischen und physikalischen Vorgänge“ [2]. Die Alterung eines Werkstoffes hat mehrheitlich eine Verschlechterung von Leistungsmerkmalen zur Folge und wirkt sich daher stets auf die Funktionstüchtigkeit bzw. die Lebensdauer aus.

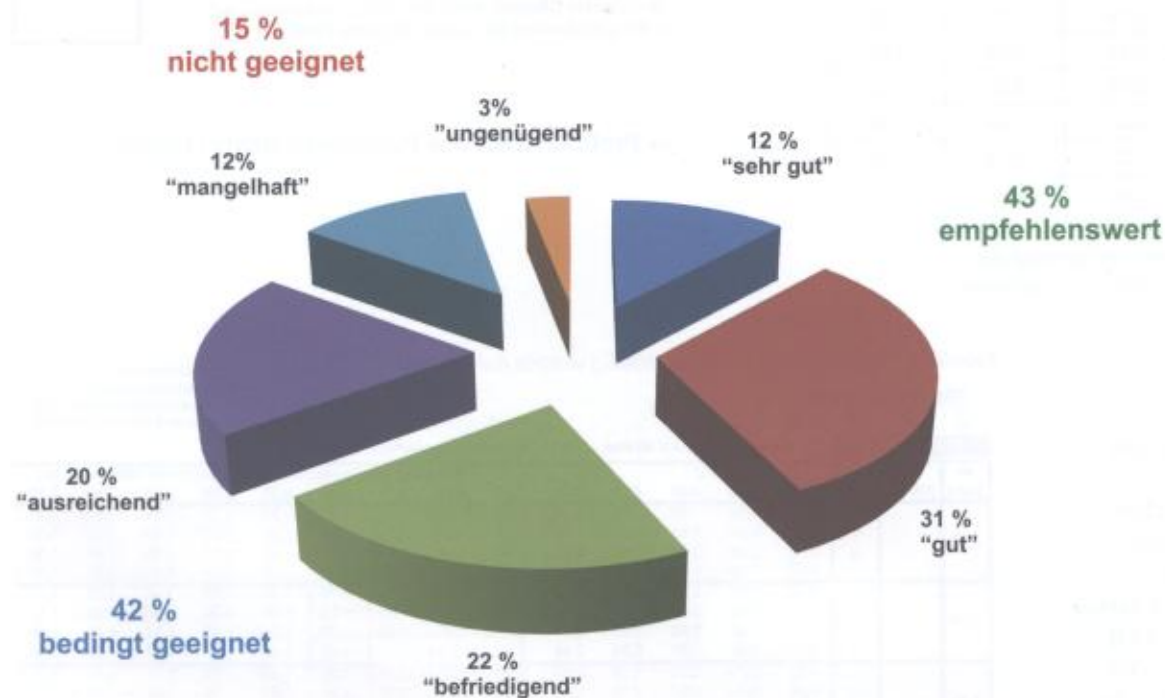


Bild 1. Qualitätseigenschaften von 99 geprüften und bewerteten Kunststoffbahnen

Tabelle. Testergebnisse, Prognosen, Empfehlungen des ddD e. V. (2015)

Testergebnisse nach ERNST, 2009	Prognosen zur Lebensdauer	Empfehlungen des ddD e. V.
„sehr gut“	> 50 Jahre	empfohlen für dauerhafte Flachdachlösungen.
„gut“	ca. 30–50 Jahre	
„befriedigend“	ca. 30 Jahre	bedingt geeignet
„ausreichend“	ca. 20–30 Jahre	
„mangelhaft“	< 20 Jahre	nicht geeignet für dauerhafte Flachdachlösungen
„ungenügend“	< 10 Jahre	

Das Alterungsverhalten aller Kunststoffbahnen wird in erster Linie durch die Qualität des Materials und die Materialdicke bestimmt, wobei die Art und Güte der Ausgangsstoffe und das Herstellungsverfahren eine wesentliche Rolle spielen. Unter Berücksichtigung aller Umwelteinflüsse, die auf eine Kunststoffbahn einwirken – ob frei bewittert, bekiest oder begrünt –, wird das Alterungsverhalten und damit die Langzeitfunktionstüchtigkeit (Lebensdauer) bestimmt durch Extraktion, Migration, Hydrolyse, Verseifung, Flüchtigkeit, Beständigkeit gegen Mikroorganismen, Witterung und Ozon.

In den vergangenen Jahren konnte bei zahlreiche Proben von verlegten Kunststoffbahnen eine Veränderung der Materialeigenschaften nach dem Praxiseinsatz im Vergleich zu den vorliegenden Werten von Neumaterial festgestellt werden. Aus einer Vielzahl von Untersuchungen lässt sich eine

deutliche Tendenz erkennen: Die Veränderungen der Materialeigenschaften durch Alterung korrelieren mit der Bewertung der Noten nach 14 praxisorientierten Prüfungen bei Neumaterial, sodass unter der Voraussetzung einer fachqualifizierten Ausführung und jährlicher Wartung jetzt Zuordnungen entsprechend der Tabelle möglich sind.

Anwendung

Bei der Untersuchung einer Vielzahl von Proben nach Praxiseinsatz gab es eindeutige Ergebnisse. Das Alterungsverhalten bei Kunststoffbahnen wird durch Schutzschichten, z. B. extensive Dachbegrünung oder Umkehrdachdämmung, wesentlich reduziert, daraus resultiert eine längere Lebensdauer. Bei Kiesschüttungen wirkt die Schutzfunktion nur dann, wenn zwischen Kies und Dachbahn ein oberseitig PE-folienkaschierter Vlies angeordnet ist und somit Schmutzablagerungen als optimale Bedingungen für z. B. Mikroorganismen von der Bahnoberfläche ferngehalten werden.

Bei frei bewitterten Dachflächen konnten deutliche Unterschiede zwischen Gefällebereich und Bereichen mit temporärem Wasseranbau (Schmutzablagerungen und Algenbildung) festgestellt werden. Vor allem bei Bahnen auf Werkstoffbasis PVC und Bahnen mit PVC-Anteil waren die Unterschiede beim Alterungsverhalten besonders deutlich, während bei Bahnen auf Werkstoffbasis FPO/TPO die Unterschiede geringer waren. Dies ist u. a. damit zu begründen, dass Bahnen auf reiner Olefinbasis werkstoffbedingt hydrolyse- und mikrobienbeständiger sind.

Ihr Spezialist für Rauch- und Wärmeabzugsanlagen und Lichtkuppelsysteme



STF Sicherheitstechnik GmbH mit Hauptsitz in Leopoldshöhe ist ein VdS zertifiziertes Unternehmen und Errichter von Rauch- und Wärmeabzugsanlagen.

Wir fertigen Neuanlagen für individuelle Bauvorhaben, sanieren Altbestände wo andere Hersteller aufhören, führen Wartungen unabhängig der eingebauten Fabrikate durch und schulen andere Brandschutzfachbetriebe in Fragen der Sicherheit.

Auf über 3.000 m² Produktionsfläche fertigen wir Lichtkuppeln, Dunkelklappen, Doppelklappen, Aufstockelemente, Sanierungslichtkuppeln, Durchsturzsicherungen Sonderkonstruktionen sowie pneumatische und elektrische Ansteuerungen.

Als Sachverständigenbüro mit eigenen Serviceteams und eigenen Niederlassungen bieten wir von der Planung bis zur vollständigen Abnahme alle Leistungen deutschlandweit an.





Bild 2. Dauerfeuchte Schmutzablagerungen nach fünf Jahren auf einer Kunststoffbahn mit Kiesschüttung, dadurch beschleunigtes Alterungsverhalten und somit geringere Lebensdauer

In Bild 3 wird der Einfluss des Alterungsverhaltens bei Kunststoffbahnen vereinfacht dargestellt. Hierbei wird Bezug genommen auf die in der Physik definierte Zeit, nach der die Materialwerte des Neumaterials bis auf 37 % oder darunter gefallen sind. Gegen Ende dieser Phase ist ein Produktnutzen zweifelhaft und es steht i. d. R. eine Sanierung an [3].

Die Darstellung zeigt drei ausgewählte werkstofftypische Beispiele für das beschleunigte Alterungsverhalten von frei bewitterten Bahnen im Bereich mit temporärem Wasseranstaup gegenüber dem Gefällebereich:

- a) bei einer Bahn mit PVC-Anteil, 1,2 mm dick (Bewertung nach [1]: „mangelhaft“),
- b) bei einer qualitativ hochwertigen PVC-Bahn, 1,5 mm dick (Bewertung nach [1]: „gut“), und

- c) bei einer qualitativ hochwertigen FPO/TPO-Bahn, 1,8 mm dick (Bewertung nach [1]: „sehr gut“).

Bei der Bahn a) bestätigte sich die Prognose der geringeren Lebensdauer im temporären Wasseranstaubereich durch das Versagen der Bahn mit daraus resultierenden Undichtigkeiten. Aufgrund der geringen Restlebensdauer erfolgte nach 15 Jahren eine Komplettisanierung.

Die Prognose zur Restlebensdauer aufgrund der Veränderung der Materialeigenschaften nach 20 Jahren Liegezeit zeigt bei der PVC-Bahn b) im Wasseranstaubereich eine Verringerung der Funktionsdauer von ca. 16 Jahren. Im Vergleich zum Gefällebereich sind die Veränderungen der Reißdehnung und -festigkeit deutlich ausgeprägter, dazu kommen Bahndickenabnahme (ca. 20 %) und Änderung der Kältebruchtemperatur von -30 °C auf -10 °C.

Bei der FPO/TPO-Bahn auf Basis PP – Beispiel c) – sind die Veränderungen der Materialeigenschaften, ebenfalls nach 20 Jahren Liegezeit, im Vergleich wesentlich geringer. Der Einfluss von temporären Wasseranstaubereichen auf das Alterungsverhalten ist jedoch auch hier zu erkennen. Deshalb sollten bei allen frei bewitterten Dächern mit Kunststoffbahnen gefällelose Bereiche mit temporärem Wasseranstaup grundsätzlich vermieden werden.

Verarbeitung

In der Schadensstatistik (ddD e. V., 2008) werden 45 % der Schäden bei Flachdächern aus Bitumen-, Elastomer- und Kunststoffbahnen auf mangelhafte Verarbeitung zurückgeführt. Da Bitumenbahnen i. d. R. zweilagig und Elastomerbahnen als vorgefertigte Planen verlegt werden, sind die verarbeitungsbedingten Fehler eher geringer als bei einlagig verlegten Kunststoffbahnen, die bauseits bevorzugt mit Heißluft verschweißt werden. Aus der Fachliteratur sind

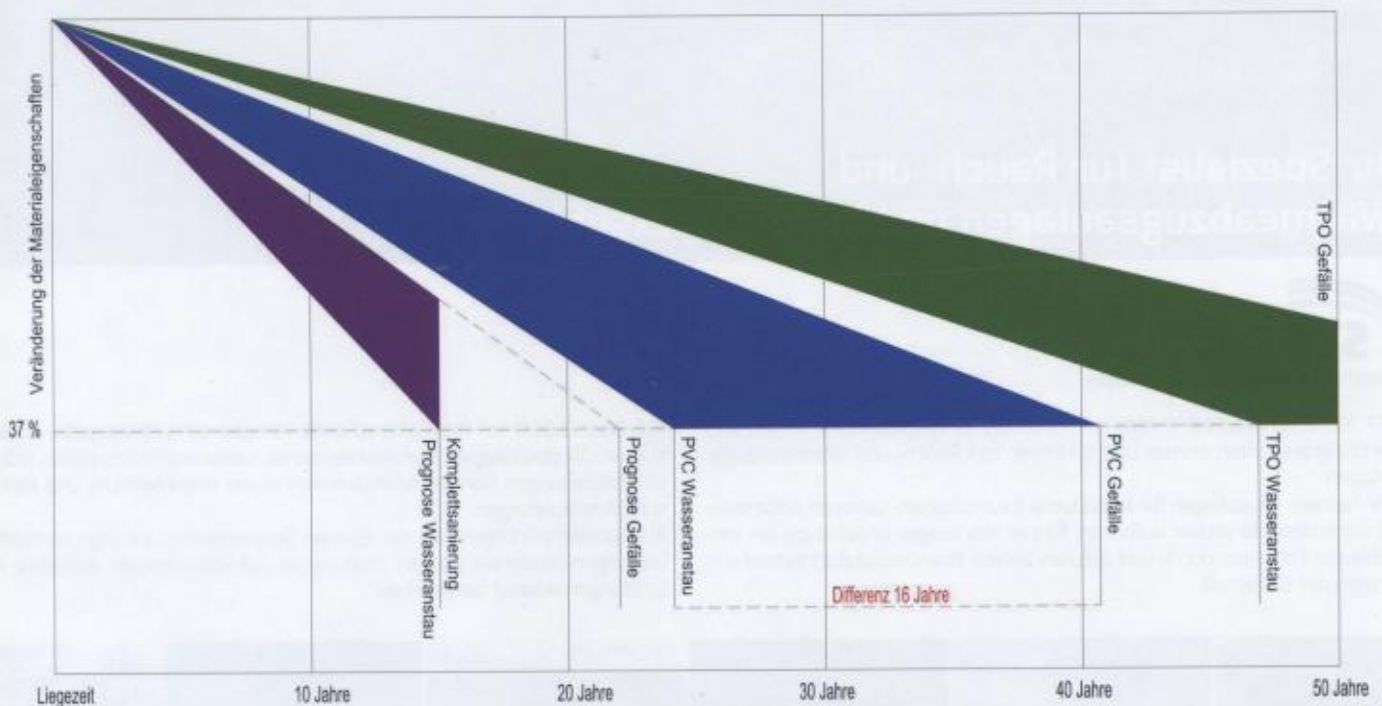


Bild 3. Vergleich der Veränderung der Materialeigenschaften nach frei bewitterter Liegezeit zwischen temporärem Wasseranstaubereich mit Verschmutzung und Algenbewuchs und Gefällebereich bei a) Bahn mit PVC-Anteil, 1,2 mm dick, (Bewertung: „mangelhaft“), b) qualitativ hochwertige PVC-Bahn, 1,5 mm dick, (Bewertung: „gut“), c) qualitativ hochwertige PVC-Bahn, 1,8 mm dick, (Bewertung: „sehr gut“)



Bild 4. Offene Naht nach 13 Jahren bei einer qualitativ hochwertigen PVC-Bahn, 1,5 mm dick, Einlage: Glasvlies, unter XPS-Umkehrdachdämmung mit 2 % Gefälle verlegt

bisher keine kunststoffabdichtungsbezogenen Daten zu entnehmen, vermutet wird jedoch ein Anteil von bis zu 68 % [4]. Das bedeutet, dass statistisch gesehen 2/3 der mit Kunststoffbahnen ausgeführten Flachdächer nicht die materialtypische Lebensdauer erreichen, sondern durch Ausführungsfehler schon vorzeitig undicht werden und nachgebessert bzw. saniert werden müssen.

Bei allen bisher untersuchten Schadensfällen traten Undichtigkeiten nach ca. 6 bis 13 Jahren durch offene Schweißnähte bei den bauseits gefertigten Fügenähten auf. Festgestellt werden konnte, dass es sich hierbei immer um Verarbeitungsfehler handelt, bei denen partiell keine materialhomogene Nahtverschweißung erfolgt ist. Die nur verklebten bzw. mangelhaft verschweißten Fügenähte öffnen sich im Lauf der Jahre (s. Bild 4).

Bei diesem Praxisbeispiel handelt es sich um eine qualitativ hochwertige PVC-Bahn, 1,5 mm dick, Glasvlieseinlage, verlegt mit 2 % Gefälle unter XPS-Wärmedämmung. Durch die optimale Verlegung hat sich das Alterungsverhalten der Bahn so in Grenzen gehalten, dass die Prognose eine Lebensdauer von > 40 Jahren ergab. Aufgrund des lange unbemerkten Wassereintritts und der daraus resultierenden Feuchteschäden in der Deckenkonstruktion musste die Dachfläche jedoch schon nach 13 Jahren komplett saniert werden.

Ein weiteres Beispiel betrifft eine qualitativ hochwertige FPO/TPO-Bahn, 2,0 mm dick, verlegt im Gefälle unter einer extensiven Dachbegrünung. Bereits nach 6 Jahren traten Undichtigkeiten auf. Nach dem Abräumen der Begrünungsschichten wurden partiell offene Nähte festgestellt, die auf Verarbeitungsfehler zurückzuführen waren. Nach einer Prüfung aller bauseits gefügten Nähte wurden die Fehlstellen nach intensiver Vorbehandlung mit Bahnenstreifen überschweißt.

Die übliche 10-jährige Materialgarantie des Herstellers kam für die Kosten nicht auf, da es sich nachweislich um Verarbeitungsfehler handelte. Die 5-jährige Gewährleistungszeit des Verarbeiters war abgelaufen, sodass die Kosten vom Bauherrn übernommen werden mussten. Dieser klagt nun gegen den Verarbeiter und beruft sich darauf, dass die Überprüfung des Herstellungsprozesses und der Ab-



Bild 5. Bei frühzeitiger Feststellung von Verarbeitungsfehlern (bei einer technischen Abnahme der Abdichtung) bleibt oft nur ein Überschweißen der mangelhaften Nahtbereiche mit Bahnenstreifen

nahme völlig unzureichend waren. Er bezieht sich dabei auf ein Urteil des BGH, das den Unternehmer für einen Mangel haften ließ, der bei richtiger Organisation des Bauablaufs ganz sicher vermieden worden wäre.

Beide o. g. Beispiele zeigen, dass man auch mit qualitativ hochwertigen Produkten mangelhafte Flachdachkonstruktionen herstellen kann, die bereits nach wenigen Jahren versagen. Besonders kompliziert ist dies bei Kunststoffabdichtungen mit Auflast, z. B. mit extensiver Begrünung oder Ausführung als Umkehrdach. Ein komplettes Abräumen der Dachfläche ist dann nicht zu vermeiden. Im günstigsten Fall können die Fehlstellen bei den Nähten mit Bahnenstreifen überschweißt werden. Im ungünstigsten Fall ist eine Komplettsanierung notwendig. Die Sanierungs- bzw. Nachbesserungskosten übersteigen eine fachqualifizierte Ausführungskontrolle (technische Abnahme) um ein Vielfaches.

Ausführungskontrolle

Um solchen beispielhaft dargestellten verarbeitungsbedingten Schadensfällen vorzubeugen, ist es nach Fertigstellung der Dachfläche (und vor Aufbringung der Schutzschichten) unabdingbar, eine Kontrolle der bauseits ausgeführten Fügenähte durchzuführen. Die vielfach übliche Nahtprüfung mit einer Prüfnadel ist hierfür jedoch nur bedingt geeignet. Die materialhomogene Fügenahtbreite einer Verschweißung lässt sich mit der Prüfnadel oder einer Unterdruckprüfung mit einer Saugglocke nicht feststellen. Deshalb sind auch sogenannte Prüfnadelkontrollzertifikate auf Grundlage von herstellereigenen Baustellenbegehungen besonders kritisch zu bewerten.

Zur fachqualifizierten Nahtprüfung bei den Fügenähten sind nur zerstörerische Schälzugprüfungen geeignet. Bei der Schälzugprüfung nach DIN EN 12 316-2 (Schälwiderstand der Fügenähte) wird der bauseits entnommene Probekörper mit mittiger Naht in eine Zugprüfmaschine eingespannt und mit konstanter Geschwindigkeit und Zugkraft bis zur Ablösung bzw. zum Bruch der Fügenaht belastet. Bei jeder Prüfung wird ein Kraft-Dehnungs-Diagramm erstellt. Nach Ende des Schälvorgangs wird zusätzlich die

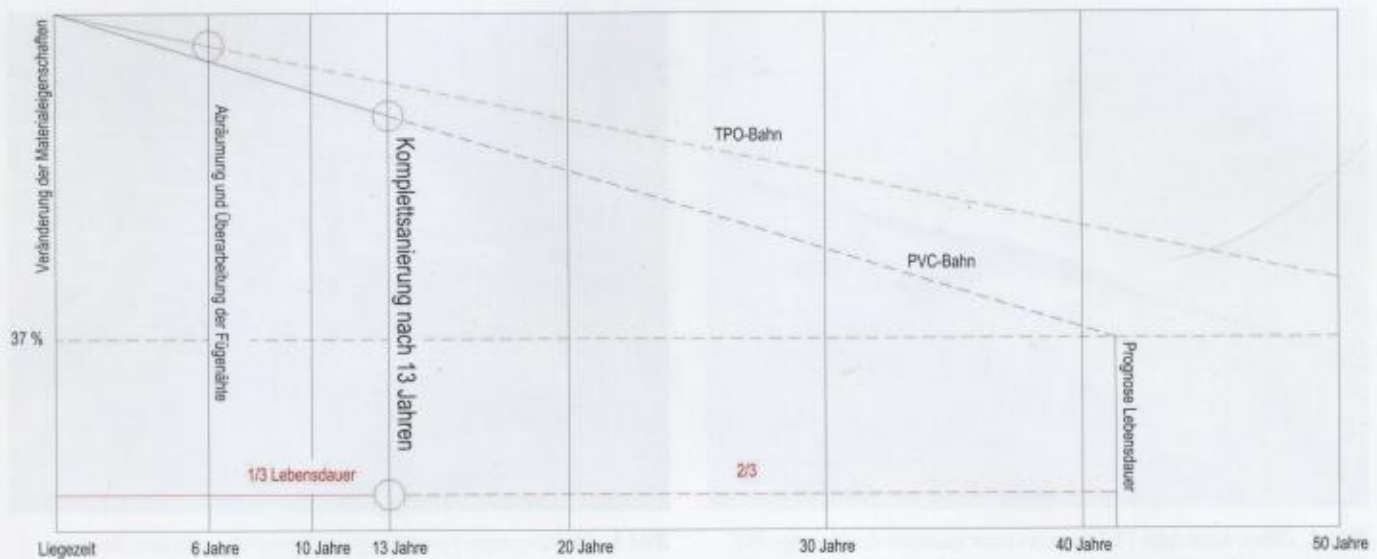


Bild 6. Beispiele: qualitativ hochwertige PVC-Bahn, 1,5 mm, Schaden nach 13 Jahren durch offene Nähte; qualitativ hochwertige FPO/TPO-Bahn, 2,0 mm, Undichtigkeiten nach sechs Jahren durch offene Nähte

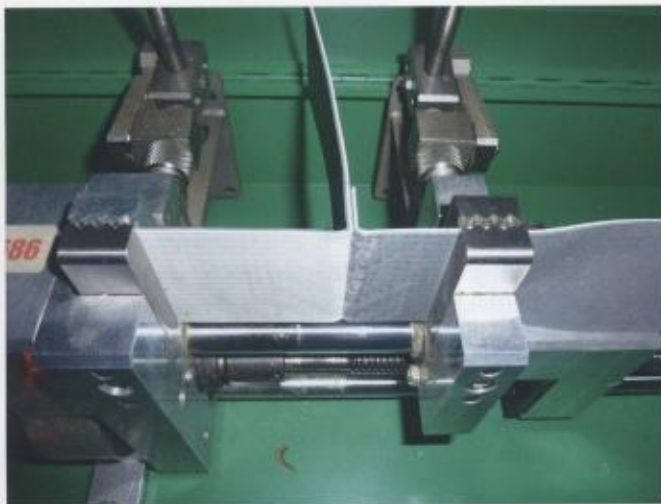


Bild 7. Schälzugprüfung nach DIN EN 12316-2 (Schälwiderstand der Fugenäht) in einer Zugprüfmaschine

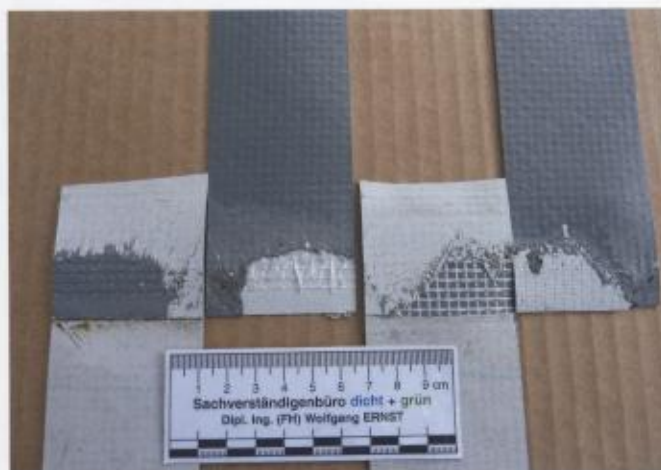


Bild 8. Ergebnis nach der Schälzugprüfung: Abschalen der Bahn in der Einlagenebene (materialhomogene Fugenäht), daneben leichte Verklebung der Näht mit Schweißraupe an der Nähtvorderkante – diese typische Stelle konnte aufgrund der durchgehenden Schweißraupe mit der Prüfnadel nicht festgestellt werden (Grafiken/Fotos/Tabelle: Wolfgang Ernst)

effektive materialhomogene Fugenahnbreite ermittelt und dokumentiert. Hierbei ist Bezug auf die Flachdachrichtlinien [4], Tabelle 6: „Mindestfügebreite von Kunststoff- und Elastomerbahnen in Abhängigkeit vom Fügeverfahren“ zu nehmen.

Nach der Schälzugprüfung lässt sich ablesen, ob die Fugenäht nur geklebt, nur wenige mm oder auf der erforderlichen Mindestbreite von 20 mm [4] materialhomogen verschweißt ist, denn beim Heißluftschweißen werden die Fügeflächen der Bahnen durch Heißluft plastifiziert und durch Druck materialhomogen verbunden. Bei einer fachgerecht ausgeführten materialhomogenen Fugenäht erfolgt bei der Schälzugprüfung ein Abschälen in der mittigen Einlagenebene oder ein Bruch.

Hinzuweisen ist in diesem Zusammenhang auf die im Datenblatt des Herstellers angegebenen Schälzugwiderstände der Fugenäht (N/50mm). Diese sind meist so niedrig angegeben, dass teilweise auch Nähte mit Nahtfügebreiten von nur wenigen mm oder „geklebte“ Nähte den angegebenen Wert erreichen. Die Nahtfügung ist dann trotzdem mangelhaft, wenn die zusätzliche Beurteilung ergibt, dass die materialhomogene Nahtfügebreite deutlich unter der nach Flachdachrichtlinien geforderten Mindestbreite von 20 mm bei der Heißluftverschweißung liegt.

An der Tatsache einer mangelhaften Ausführung ändert sich auch dann nichts, wenn damit argumentiert wird, dass die Dachfläche ja jetzt dicht ist, die Werte nach Datenblatt eingehalten wurden oder dass ein „Prüfnadelkontrollzertifikat“ eine (momentan) dichte Ausführung bestätigt.

Qualitätssicherung

Aufgrund der relativ hohen Schadensfälle durch Verarbeitungsfehler bei einlagig verlegten Kunststoffbahnen hat die Europäische Vereinigung dauerhaft dichtes Dach dDD e.V. seit Januar 2017 eine Qualitätssicherung für die Verarbeitung von Kunststoff-Dach- und -Dichtungsbahnen eingeführt [6]. Diese basiert im Wesentlichen auf freiwilliger Eigen- und zusätzlicher Fremdkontrolle durch externe

Sachverständige mit langjähriger Prüferfahrung auf dem Gebiet der Dach- und Dichtungstechnik (und eigenem Prüflabor).

Mit dem neuen ddD-Qualitätslabel für die Verarbeitung von Kunststoff-Dach- und Dichtungsbahnen wird die Ausführung durch einheitliche Qualitäts- und Prüfbestimmungen abgesichert, die in erster Linie auf jahrzehntelanger Praxiserfahrung sowie der Auswertung zahlreicher Schadensfälle beruhen. Das Qualitätslabel ist hersteller- bzw. produktunabhängig.

Bauherrn und Auftraggeber haben dadurch die Sicherheit, bei der Verarbeitung von Kunststoff-Dach- und Dichtungsbahnen durch Qualitätslabel-Benutzer eine fachtechnisch einwandfreie und den höchsten Qualitätsanforderungen entsprechende Ausführung zu erhalten.

Fazit

Mit Kunststoffbahnen können Flachdächer dauerhaft sicher abgedichtet werden. Bei entsprechender Materialqualität, die in jeder Werkstoffgruppe zu finden ist, sind Lösungen mit einer Lebensdauer von > 30 Jahren bis > 50 Jahren bei optimaler Anwendung, fachqualifizierter Verarbeitung (durchgehend materialhomogener Nahtfübung) und entsprechender Wartung möglich. Entscheidungskriterien zur Auswahl der geeigneten Kunststoffabdichtungsbahn für die jeweils besondere Situation sind seit 2009 [1] veröffentlicht.

Das materialtypische Alterungsverhalten von Kunststoffbahnen kann durch falsche Anwendungen beschleunigt werden. Diese Tatsache ist zwischenzeitlich als fachliches Allgemeinwissen zu bezeichnen. Damit verbunden ist dann auch die Verpflichtung, den Auftraggeber/Bauherrn auf die grundsätzlichen Baurisiken (kürzere Lebensdauer) hinzuweisen.

Durch Verarbeitungsfehler bei der Nahtfübung wird die Lebensdauer eines Daches jedoch deutlich verringert. Dies betrifft statistisch gesehen bis zu 68 % der mit Kunststoffbahnen abgedichteten Dachflächen. Materialhomogene, heißluftverschweißte Fü-

genähte mit der erforderlichen Mindestfügebreite von 20 mm bei der üblichen Heißluftverschweißung sind dauerhaft dicht und öffnen sich auch nach Jahren nicht. Bei entsprechend sorgsam ausgeführten Nahtverschweißungen kann die Lebensdauer von Flachdächern mit Kunststoffabdichtungen dann auch wieder über die Materialqualität definiert werden.

Literatur

- [1] Ernst, Wolfgang: Fachbuchreihe Dachabdichtung Dachbegrünung, Band VI, Abdichtungen, mit Vorwort von Prof. R. Oswald. Pullach 2009.
- [2] DIN 50035:2012-09: Begriffe auf dem Gebiet der Alterung von Materialien – Polymere Werkstoffe. Berlin.
- [3] Ernst, Wolfgang: Fachbuchreihe Dachabdichtung Dachbegrünung, Band V, Probleme und Lösungen. Pullach 2005.
- [4] Regeln für Abdichtungen mit Flachdachrichtlinie, Stand Dezember 2016, Deutsches Dachdeckerhandwerk. Köln.
- [5] Informationsjournal der Europäischen Vereinigung dauerhaft dichtes Dach ddD e. V., Ausgabe 32, 2016. Pullach.
- [6] Merkblatt: Ausführungsüberwachung und technische Abnahme von Dächern mit Kunststoffabdichtungen, Europäische Vereinigung dauerhaft dichtes Dach ddD e. V., 2017. Pullach.
- [7] DIN EN 12316-2:2013-08: Abdichtungsbahnen – Bestimmung des Schälwiderstandes der Fügenähte – Teil 2: Kunststoff- und Elastomerbahnen für Dachabdichtungen. Berlin.

Weitere Informationen:

Dipl.-Ing. (FH) Wolfgang Ernst
Nach DIN EN ISO zertifizierter
Bausachverständiger für Dach-
abdichtung und Dachbegrünung
Präsident der Europäischen
Vereinigung dauerhaft dichtes
Dach – ddD e. V.
Wolfpratshäuser Straße 45 b,
82049 Pullach i. L.
Tel. (089) 793 03 82
wolfgang-ernst@ddDach.org
www.dichtunggruen.de,
www.ddDach.org



LAMILUX – LICHTBLICKE
IN SCHÖNSTEM DESIGN

LAMILUX CI-SYSTEM GLASELEMENT F100 RUND

ENERGIEEFFIZIENZ

- hoher Tageslichteinfall
- 3-fach-Isolierverglasungen
- wärmebrückenfreier Einfassrahmen
- wärmegeprägter GFK-Aufsatzkranz

KOMFORT

- einfaches Öffnen für natürliche Be- und Entlüftung
- Bedienung mit komfortablen Funksteuerungen
- optimierter Schallschutz
- ungehinderter Regenwasserablauf

VERARBEITUNG

- Glaselement ab Werk auf Aufsatzkranz vormontiert
- keine Trockenbauarbeiten nötig durch seidenmatte Innenansicht

LICHTKUPPELN | FLACHDACHFENSTER | LICHTBÄNDER
GLASDACHKONSTRUKTIONEN | RWA | GEBÄUDEAUTOMATION

LAMILUX HEINRICH STRUNZ GMBH
Postfach 15 40 | 95105 Rehau
Tel.: 0 92 83/5 95-0 | information@lamilux.de
www.lamilux.com