Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 102 (1984)
Heft: 10

Artikel: Bituminöse Abdichtungen mit Polymer-Bitumen-Dichtungsbahnen: Anwendung und Ausführung
Autor: Brändle, Rolf
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-75419

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

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

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

Download PDF: 14.12.2025

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

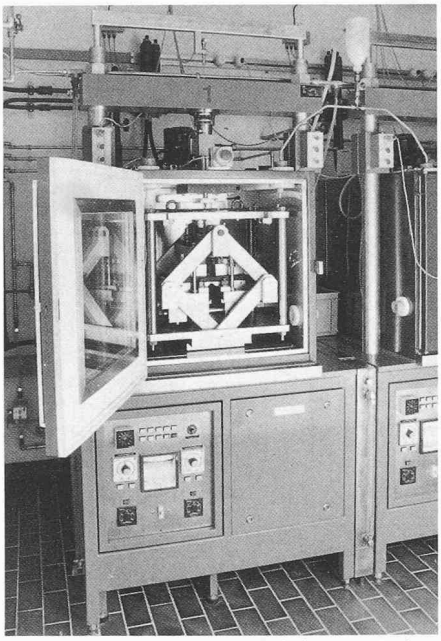


Bild 9. Prüfmaschine «Dynasphalt» mit Einbau für Ermüdungsprüfung gemäss Bild 8

chungen) bezüglich des tatsächlichen Praxisverhaltens stellt insbesondere die Prüfung Nr. 10, «Bewitterung im Freien», dar. Innerhalb dieser Prüfung werden gemäss Tabelle 3 verschiedene Normprüfungen im Zeitpunkt 0, vor der Bewitterung (beim Materialeinbau) sowie gleiche Untersuchungen erneut nach 2½ und nach 5 Jahren Bewitterung wiederholt.

Weitere Prüfungen zur Charakterisierung der Materialien bezüglich Praxisverhalten unter mechanischer Beanspruchung sind die vorstehend beschriebene Prüfung Nr. 12, Ermüdung, sowie die Prüfungen Nr. 8, 9, 11, 13 und 14, nämlich

- Schubfestigkeit, Brandkennziffer, mechanische Durchschlagsfestigkeit, Prüfung auf Wurzeldurchwuchs, Hagelschlag.

Zur *Beurteilung des tatsächlichen Verhaltens* der Abdichtungsmaterialien in der Praxis müsste der Schritt von der Materialprüfung am Einzelbaustoff zur Prüfung ganzer Aufbauten - beziehungsweise von Ausschnitten ganzer Aufbau-Systeme erfolgen.

Der Aufwand an Probenherstellung, an prüftechnischen Einrichtungen und in der Versuchsdurchführung wird für Systemprüfungen jedoch sehr gross. Entsprechende Untersuchungen können nur innerhalb umfangreicher Forschungsaufgaben angegangen werden und müssten beispielsweise umfassen:

- Art und Behandlung des Untergrundes (Beton)
- Variation des Aufbaus (System, Mehrlagigkeit, Anordnung der Dämmstoffe, Dampfsperren etc.)
- Beanspruchungsarten (mechanische Beanspruchung, Klimaeinflüsse, eigentliche Dichtigkeitsprüfung)

Dadurch sollte die Erweiterung der Prüftechnik von der eigentlichen Basis, der Materialprüfung als Qualitätskontrolle gemäss der neuen Norm SIA 281, zur Prüfung der Funktion der Baustoffe (vor allem Dichtigkeitsprüfungen) im System angestrebt werden, wobei die genannten mechanischen Prüfungen Nr. 8–14 der neuen Norm, insbesondere die Prüfung Nr. 10, Bewitterung, und Nr. 12, Ermüdung, mögliche Ansatzpunkte bilden könnten.

Literatur

Kehrli, W.: «Der Bau von Ausgleichsbecken». Hoch- und Tiefbau Zürich, Nr. 6, 7, 8/1960

Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein: «Polymer-Bitumen-Dichtungsbahnen (PBD), Anforderungswerte und Materialprüfung». Norm SIA 281, Zürich 1983

Junker, J. P.: EMPA-F+E-Berichte 10 504 und 10 741, Mehrfach-Prüfanlage «Dynasphalt» und «Universalprüfmaschine UVP 150 kN». Prüfmaschinen mit Baukastensystem verschiedener Einbauten für Festigkeitsprüfungen, nicht publiziert.

Junker, J. P.: «Assainissement et étanchement de bassins de compensation au moyen de lés de bitume polymère» («Watertight Facing of Pumped-Storage with Polymerous Bitume Lining»); Vortrag am Colloque «Etanchéité superficielle», session 4, Barrages, Février 1983, Paris.

Evrard, C. et Chaize, A.: «Contribution à l'étude du comportement des revêtements d'étanchéité sous l'effet de mouvements differentiels du support». Cahiers du centre scientifique et technique du bâtiment, No 133.

Adressen der Verfasser: *J. P. Junker,* dipl. Ing. ETH/SIA, c/o EMPA, Abteilung Strassenbau/Abdichtungen, 8600 Dübendorf, und *W. Kehrli,* dipl. Ing. ETH/SIA, Ing.-Büro Kälin, Dorfstr. 194, 8706 Meilen.

Bituminöse Abdichtungen mit Polymer-Bitumen-Dichtungsbahnen

Anwendung und Ausführung

Von Rolf Brändle, Zürich

Technische Fortschritte der Materialherstellung haben Abdichtungen ermöglicht, die in ihrem Aufbau einfacher und sicherer geworden sind. Trotzdem sind die Konstruktionsdetails aufmerksam zu planen, und die Verlegearbeiten sind mit der nötigen Sorgfalt auszuführen. Der Verfasser des vorliegenden Beitrags verfügt über Erfahrung in der Herstellung und Verarbeitung von Polymer-Bitumen-Dichtungsbahnen (PBD) und erläutert die praktische Anwendung und Verarbeitung der Bahnen.

Für die Planung und Ausführung von bituminösen Abdichtungen gelten die Empfehlungen SIA 271 «Flachdächer» und SIA 272 «Grundwasserabdichtungen» [1, 2]. Diese Empfehlungen haben sehr normativen Charakter mit konkreten Ausführungsvorschriften. Daneben hat die Wirtschaftsgruppe der schweizerischen Hersteller von Bitumen-Dichtungsbahnen (Wisda) Richtlinien für die Planung und Ausführung herausgegeben. Diese sind ein praktisches Hilfsmittel mit grundlegender Information über die Materialien und über die fachgerechte Anwendungstechnik [3].

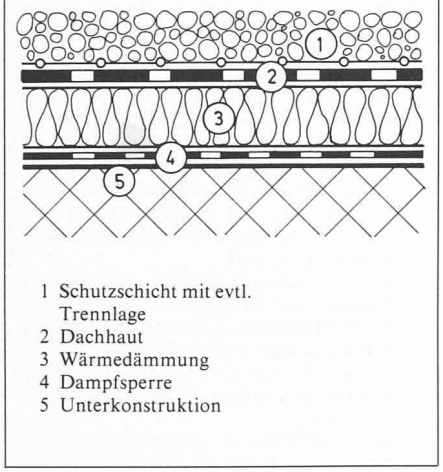
Materialeigenschaften der PBD

Polymer-Bitumen-Dichtungsbahnen wurden aus den herkömmlichen Bitumen-Dichtungsbahnen weiterentwickelt. Die ursprünglichen Eigenschaften von Bitumen-Dichtungsbahnen sind vollständig erhalten geblieben.

Verbessert wurden besonders folgende Eigenschaften:

a) die Elastizität im niederen Temperaturbereich
b) die Beständigkeit bei hohen Temperaturen
c) die chemische Stabilität der Dichtungsmasse gegen Entmischung, Alterung, UV-Strahlung und Angriff von Lösungsmittel
d) die Haftfestigkeit bei Verschweissung der Bahnen unter sich und auf anderen Materialien infolge der vernetzten Molekularstruktur.

Wegen den besonderen Eigenschaften bei Polymer-Bitumen-Dichtungsbahnen erfolgte innert wenigen Jahren eine *breite Verteilung* und *beliebte Anwendung* dieser Bahnen. Die Hersteller der Bahnen verfügen über Kenntnisse der Modifikation von Bitumen und der besonderen Eigenschaften der Polymer-Bitumen-Dichtungsbahnen. Sie über-



1 Schutzschicht mit evtl. Trennlage
2 Dachhaut
3 Wärmedämmung
4 Dampfsperre
5 Unterkonstruktion

Bild 1. Das Warmdach

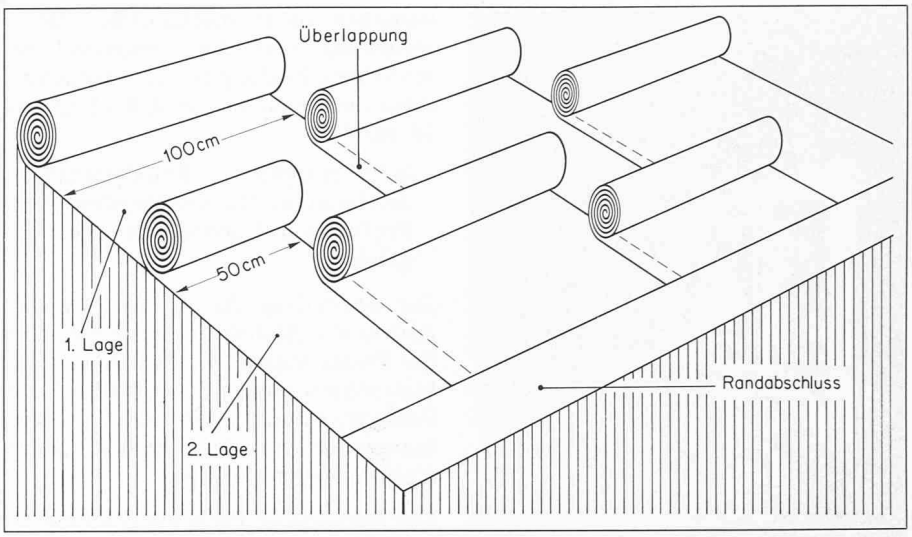


Bild 2. Die mehrlagige bituminöse Abdichtung nach [3]

wachen die Qualität des Produktes bei der Fabrikation mit zusätzlichen Prüfungen.

Polymer-Bitumen wird mit den üblichen *Trägern* Glasvlies, Jutegewebe und vor allem mit Polyestervlies verarbeitet. Wie Tabelle 4 der Norm zeigt [4, 5], bestimmen die Trägereinlagen ganz wesentlich die Werte der mechanischen Eigenschaften der Polymer-Bitumen-Dichtungsbahnen. Diese können besondere Anforderungen bezüglich der Robustheit und einfachen Verarbeitungstechnik erfüllen. Trotzdem müssen bei der Anwendung und Verarbeitung *einige besondere Eigenschaften* von Polymer-Bitumen-Dichtungsbahnen beachtet werden.

Die Anwendung von PBD

Überall dort, wo Bauteile und die Abdichtung dem *Temperaturwechsel* ausgesetzt sind, kommen spezifische Eigenschaften von Polymer-Bitumen-Dichtungsbahnen, nämlich die Elastizität im tiefen Temperaturbereich, die Zähigkeit und besondere Haftfähigkeit, zum Tragen.

Die *Hauptanwendung* finden Polymer-Bitumen-Dichtungsbahnen beim Flachdach mit Schutzschicht oder Nutzschicht, Gruppe A1. Die hier mehrmals aufgeführte Gruppeneinteilung ist der Tabelle 1 der Norm 281 entnommen [4, 5]. Dabei handelt es sich in den meisten Fällen um das Warmdach (Bild 1). Polymer-Bitumen-Dichtungsbahnen werden als Dampfsperre und zur Erstellung der Wasserabdichtung verwendet. Die Wärmedämmung wird heute rund doppelt so dick ausgeführt als noch vor 10 Jahren. Die Unterlage für die Wasserabdichtung ist demnach unstabiler, und eine zuverlässige Abdichtung lohnt sich.

Wichtig ist die Anwendung «Gruppe B», wozu die vollflächig aufgeklebten/aufgeschweissten Abdichtungen für Unterterrainbauten gegen drückendes oder nicht drückendes Wasser, die Umkehrdächer (verklebte oder verschweisste Ausführung) und die Kompaktdächer gehören.

Bei *Grundwasserabdichtungen* werden Polymer-Bitumen-Dichtungsbahnen, insbesondere Elastomer-Bitumen-Dichtungsbahnen mit Jutegewebe oder Polyestervlies, als Träger verwendet. Sie bringen bei besonderen Ausführungen im Bereiche von Bewegungsfugen, Press-Schienen oder Zonen mit hoher Flächenpressung Vorteile gegenüber Jutebahnen, werden aber nur in kleineren Mengen angewendet. Deren Verarbeitung ist schwieriger, besonders wenn an vertikalen Flächen die Abdichtung grossflächig geschweisst wird. Bei einer dicken Abdichtung, wie sie im Grundwasser notwendig sind, fällt auch der höhere Materialpreis ins Gewicht.

Abdichtungen in Bauwerken gegen aufsteigende Feuchtigkeit und in Nassräumen, wo u.a. die hohe Klebkraft der Polymer-Bitumen-Dichtungsbahnen von besonderem Vorteil ist (Bäder, Duschen, Grossküchen, Fabrikationsräume usw.), sind der Gruppe B zuzuordnen. Spezialanwendungen bedeuten die Gruppen A2 und C. Zu letzteren gehören die Brückenabdichtungen.

Polymer-Bitumen-Dichtungsbahnen, die den Anforderungen der Gruppe A2 genügen, ermöglichen Abdichtungen, die ohne besondere Schutzschicht oder Abdeckung der Witterung ausgesetzt sind. Dazu gehören Flachbedachungen zwischen 1,5–15% Neigung, die besondere ästhetische Ansprüche erfüllen, und vor allem die blechlosen, nicht abgedeckten Aufbordungen und Dachrandabschlüsse.

Die Ausführung der Abdichtungen

Lose und verklebte/verschweisste Abdichtungen

Die Abdichtungen der Gruppe A1 und A2 werden immer und diejenigen der Gruppe B in den meisten Fällen zweilagig ausgeführt (Bild 2). Die zwei Lagen Polymer-Bitumen-Dichtungsbahnen können entsprechend den Anforderungen an die Abdichtung gewählt werden. Dabei wird normalerweise als untere Lage eine Polymer-Bitumen-Dichtungsbahn mit hoher Reissfestigkeit gemäss Tabelle 4 der Norm ≧500 N/50 mm und als obere Lage eine Polymer-Bitumen-Dichtungsbahn mit Glasvlies als Träger verwendet. Wirken besondere mechanische Beanspruchungen auf die Abdichtung, z.B. Verbundsteine, Betonplatten oder Erdüberschüttungen, so kann als obere Lage ebenfalls eine robuste Polymer-Bitumen-Dichtungsbahn mit einem Träger von hoher Reissfestigkeit und anderen hohen mechanischen Festigkeitswerten gewählt werden.

Für die mehrlagige geschweisste Abdichtung – besonders für *die zweilagige Standardausführung, vollflächig mit Heissklebemasse aufgeklebt mit Zwischen- und Überstrich – spricht das Argument der Sicherheit für die Dichtigkeit* (Bild 2). Dies ist besonders dann wichtig, wenn die Voraussetzungen auf der Baustelle (Behinderung durch andere Bauarbeiten, enge Platzverhältnisse, Arbeitsausführung in kleinen Etappen, Verschmutzung der Arbeitsstösse, Witterungseinflüsse usw.) die Ausführung erschweren. Eine genügend stark gewählte Abdichtung bedeutet auch mehr Sicherheit gegen Verletzung infolge von unfallmässigen Beanspruchungen (Fremdunternehmer, Sturmschäden usw.).

Abdichtungen auf starrer Unterkonstruktion

Brückenabdichtungen (Gruppe C) werden durchwegs *einlagig* mit 5 mm starken Polymer-Bitumen-Dichtungsbahnen ausgeführt. Die Unterkonstruktion aus Stahlbeton mit Gefälle und einwandfrei gereinigt, wird mit einem Voranstrich versehen. Die dicke Polymer-Bitumen-Dichtungsbahn wird aufgeschweisst und mit Heissmischbelag geschützt.

Die Tendenz geht heute auch dahin, dass Bauwerke der Gruppe B mit einer einlagigen 5 mm starken Polymer-Bitumen-Dichtungsbahn abgedichtet werden. Die bituminöse Abdichtung kann ohne Schwierigkeit an allen kritischen Stellen wie Kanten, Kehlen und allen Unebenheiten mit einer zweiten Lage verstärkt werden. Dennoch müssen die Voraussetzungen

- Stahlbeton als stabile Unterlage
- Mindestgefälle der Unterkonstruktion 1,5%
- saubere, glatte Oberfläche, ohne Kanten und Unebenheiten

einwandfrei erfüllt sein. Ansonsten bedeutet die einlagige Abdichtung für Planer und Unternehmer ein zu grosses Risiko.

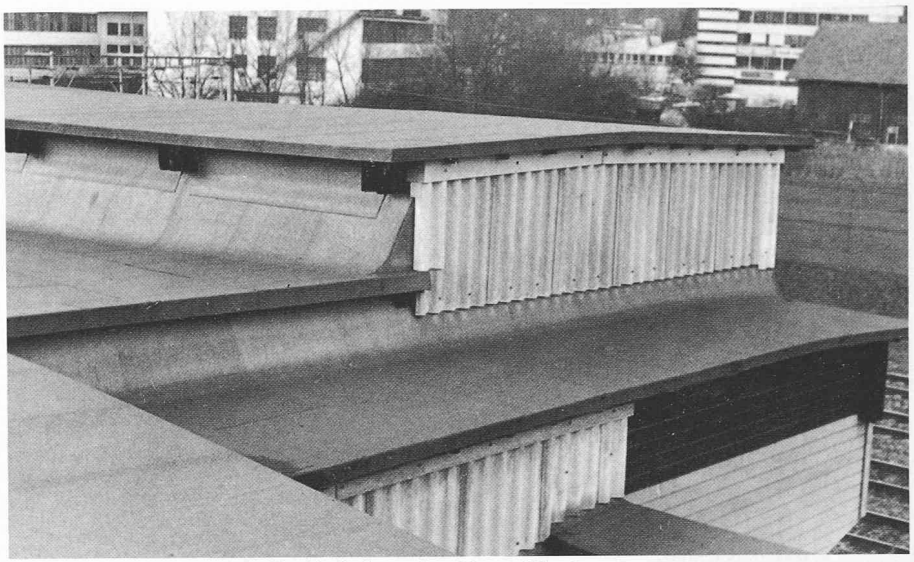


Bild 3. Witterungsbeständige Flachbedachung ohne Kies und Sand

Besondere Fragen zur Planung und Verarbeitung

Die Verklebung von Polymer-Bitumen-Dichtungsbahnen mit Heissklebemasse

Polymer-Bitumen-Dichtungsbahnen können *nur mit Heissklebemasse,* d.h. Normalbitumen 85/25 oder 100/40, zuverlässig verklebt werden, wenn sie auf der Basis von Elastomerbitumen aufgebaut sind. Entsprechende Laborresultate und praktische Erfahrungen sind vorhanden. Der Hersteller der Bahnen hat darüber Auskunft zu geben.

Die Verschweissung von Polymer-Bitumen-Dichtungsbahnen

Polymer-Bitumen-Dichtungsbahnen als Thermoplaste sind schweissbar. Bei den Polymer-Bitumen-Dichtungsbahnen mit *Plastomerbitumen,* d.h. der Modifizierung mit ataktischem Polypropylen, kann ohne Einschränkungen geschweisst werden. Bei den *Elastomeren* ist der Erweichungspunkt niedriger. Es muss deshalb mit weniger Hitze gearbeitet werden. Die Struktur von Elastomer-Bitumen wird zerstört, wenn die Proben über längere Zeit Temperaturen über 230 °C ausgesetzt werden. Untersuchungen an sachgerechten Verschweissungen haben klar gezeigt, dass keine Veränderungen am geschweissten Material entstehen. Die Hersteller haben u.a. die Veränderungen beim Erweichungspunkt Ring und Kugel, bei der Kältebiegung, beim Abfliessversuch, bei der Bruchdehnung und bei der Elastizitätsgrenze, alle mit und ohne künstliche Alterung, geprüft.

Auch bei der Verarbeitung der Polymer-Bitumen-Dichtungsbahnen und der herkömmlichen Bitumen-Dichtungsbahn geht die Tendenz eindeutig weg von der Verklebung zur Verschweissung. Die Verschweissung hat folgende Vorteile:

a) Die gleichen Materialien, in unserem Falle Polymerbitumen, werden ohne Fremdmaterial durch thermische Verflüssigung direkt zusammengebracht.
b) Die Arbeit ist sauberer, kann mit einfachen Geräten ausgeführt werden, ist weniger gefährlich und allgemein kostengünstiger.

Dabei stellt die Verschweissung an den Verarbeiter *höhere Anforderungen.* Vor allem bei Aufbordungen und bei Wandabdichtungen hängt die Qualität der Abdichtung in hohem Masse von der Zuverlässigkeit und dem handwerklichen Geschick des Verarbeiters ab.

Die Schutzschicht auf PBD-Abdichtungen

Die Frage der Schutzschicht auf nicht begehbaren Flachdächern mit einer Abdichtung aus Polymer-Bitumen-Dichtungsbahnen wurde in Fachkreisen ausgiebig diskutiert. Heute kann man sagen, dass 50 mm Kies direkt auf eine Abdichtung aus Polymer-Bitumen-Dichtungsbahnen ohne Heissüberstrich aufgebracht werden kann. Besser als der Kies 16–32 mm ist solcher mit Körnung 8–16 mm, wenn keine Windverfrachtungen zu befürchten sind. Die

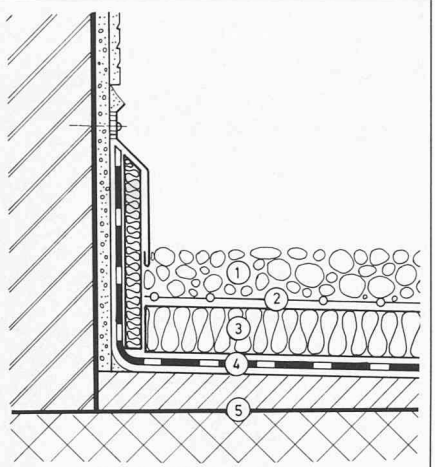
Bild 4. Ausführung der witterungsbeständigen Flachdachabdichtung

Verwendung einer Trennlage unter der Kiesschicht ist immer vorteilhaft und erleichtert die spätere Freilegung der Abdichtung für Kontrollen der Dachhaut und Ergänzungen. Die revidierte Empfehlung SIA 271 wird voraussichtlich 2 cm sauber gewaschenen Sand und 4 cm Kies 16–32 mm als weitere Möglichkeit vorsehen.

Witterungsbeständige Flachdachabdichtungen

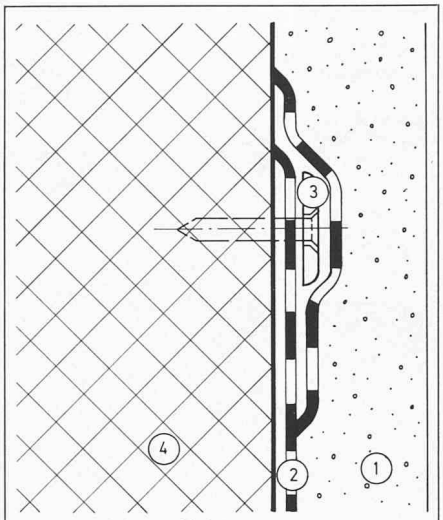
Polymer-Bitumen-Dichtungsbahnen können bei der Herstellung mit einer *mineralischen Abstreuung* als Schutz gegen UV-Strahlung versehen werden. Die Materialien erfüllen auch als Einzelbahn einwandfrei die sehr strengen Anforderungen der Prüfung Nr. 14, «Hagelschlag».

Für die Ausführung muss die Unterkonstruktion ein *Gefälle* von mind. 1,5% aufweisen. Nur mit einem Gefälle kann ein unbekiestes Dach sauber ge-



1 Schutzschicht
2 Trennvlies
3 Wärmedämmung
4 Wasserabdichtung mit Aufbordung
5 Unterkonstruktion mit Gefällsbeton

Bild 5. Umkehrdach und Aufbordung der Abdichtung mit PBD



1 Schutzschicht
2 Wasserabdichtung
3 Metallpressschiene als mechanische Befestigung
4 Unterkonstruktion

Bild 6. Abschluss der Abdichtung mit Metallpressschiene

halten werden. Die Unterlage muss stabil sein. Bestimmte formstabile Wärmedämmaterialien wie z.B. Schaumglas sind neben Holzkonstruktionen und vor allem Stahlbeton geeignete Unterlagen, wo eine unbekieste Wasserabdichtung mit zuverlässiger Sturmsicherung verlegt werden kann (Bilder 3 und 4) [6].

Randabschlüsse und Aufbordungen

Die erhöhte Wärmestabilität, die Elastizität im tiefen Temperaturbereich und gute Haftfestigkeit auf der Unterkonstruktion sind wichtige Vorteile der Polymer-Bitumen-Dichtungsbahnen für die Ausführung von Randabschlüssen und Aufbordungen. Voraussetzung ist wiederum eine *stabile Unterkonstruktion*, z.B. Stahlbeton, sauber verputztes Mauerwerk, stabile und hitzebeständige Wärmedämmung. Die Polymer-Bitumen-Dichtungsbahnen werden auf Flächen aufgeschweisst, die mit einem speziellen Voranstrich vorgestrichen sind. Normales Heissbitumen darf bei Aufbordungen wegen der zu niedrigen Wärmestabilität an den vertikalen Flächen *nicht* verwendet werden. Die zweilagige Aufbordung muss mindestens die Höhe von 12 cm über der vorgesehenen Schutz- oder Nutzschicht erreichen. Sie ist mit Pressschienen oder Deckstreifen gegen Abgleiten mechanisch zu sichern. Beim Dachrand soll sie über den genügend breiten horizontalen Rand geführt und mechanisch befestigt werden. Der Witterungsschutz von Randabschlüssen und Aufbordungen erfolgt

a) durch fabrikmässige mineralische Abstreuung der Polymer-Bitumen-Dichtungsbahn

b) durch witterungsbeständige Kaschierungen mit Metall- oder Kunststoffolien

c) durch Verputz, Vormauerung oder Fertigelement

d) durch vorgesetzten Wärmeschutz, z.B. 2 cm dicke Platte aus extrudiertem Polystyrol und Blechabdeckung (Bild 5).

Der Anschluss an andere Baustoffe

Die Haftung von PBD-Abdichtungen auf Metall ist rund doppelt so gross wie diejenige von Bitumen-Dichtungsbahnen. Der Anschluss der Wasserabdichtung an die Klebeflächen bei Spenglerarbeiten wird somit auch verbessert. Die Beobachtung hat gezeigt, dass Abdichtungen aus Polymer-Bitumen-Dichtungsbahnen auf Metall, Naturstein und zementgebundener Unterlage mit Pressschienen 30/4 mm und mit Bohrdübeln in einem Abstand von 25 cm vorteilhaft angeschlossen werden können. *Die Träger, die gute Verträglichkeiten und die Haftfestigkeit der Polymer-Bitumen-Dichtungsbahnen und die elasto-plastischen Eigenschaften ermöglichen mit Pressschienen Anschlüsse, die gegen Hinterwanderung von Wasser sehr sicher sind* (Bild 6). Wenn Hinterwanderungen festgestellt werden, dann liegt die Ursache immer bei den Rissen der zementgebundenen Unterkonstruktion (gerissener Verputz oder gerissener Stahlbeton).

Zusammenfassung

Polymer-Bitumen-Dichtungsbahnen sind ein neues, modernes und sehr zweckmässiges Abdichtungsmaterial. Die ausgezeichneten Materialeigenschaften bringen qualitative Verbesserungen der Abdichtung. Sie ermöglichen Vereinfachungen bei der Arbeitsausführung. Gemäss Empfehlung SIA 271 muss eine Dachabdichtung nicht mehr dreilagig mit Bitumen-Dichtungsbahnen sondern kann zweilagig mit Polymer-Bitumen-Dichtungsbahnen ausgeführt werden. Die vorzüglichen Materialeigenschaften von Polymer-Bitumen-Dichtungsbahnen erhöhen gleichzeitig auch die *Sicherheit der Abdichtung*. Bei der Anwendung von Polymer-Bitumen-Dichtungsbahnen sind die Anforderungswerte entscheidend. Diese werden mit einheitlichen Materialprüfungen überwacht. Das ermöglicht nun die Norm SIA 281. Sie füllt diesbezüglich eine Lücke.

Die neue Norm hat während ihrer Entstehung in Fachkreisen bereits viel für die *Vergleichbarkeit* und *Verbesserung* von Polymer-Bitumen-Dichtungsbahnen gebracht. Sie soll die Beurteilung und die Kenntnisse über Polymer-Bitumen-Dichtungsbahnen in breitesten Kreisen bei den Planern und Verarbeitern ermöglichen und erweitern. Sie wird sich zum Vorteil einer sicheren Bauwerksabdichtung auswirken.

Literatur

[1] Schweiz. Ingenieur- und Architektenverein: «Flachdächer». Empfehlung SIA 271 (in Revision). Zürich, 1976

[2] Schweiz. Ingenieur- und Architektenverein: «Grundwasserabdichtungen». Empfehlung SIA 272. Zürich, 1980

[3] Wirtschaftsgruppe der schweizerischen Hersteller von Bitumen-Dichtungsbahnen: «Flachdachabdichtungen mit Bitumenbahnen. Richtlinien für Planung und Ausführung». Olten, 1983

[4] Schweiz. Ingenieur- und Architektenverein: «Polymer-Bitumen-Dichtungsbahnen (PBD)». Norm SIA 281. Zürich, 1983

[5] *Junker, J.P.*: «Sanieren und Abdichten von schadhaften Dichtungsbelägen mit Polymer-Bitumen-Dichtungsbahnen (PDB). Anwendungsbeispiel und Fragen der Materialprüfung». Schweizer Ingenieur und Architekt, Heft 10, 1984

[6] *Brändle, R.*: «Flachdachabdichtungen mit Elastomerbitumenbahnen». Schweizer Ingenieur und Architekt, Heft 15, 1982

Adresse des Verfassers: *R. Brändle*, dipl. Bau-Ing. ETH/SIA, c/o Asphalt-Emulsion AG, Rautistr. 58, 8048 Zürich.