

**Zeitschrift:** Schweizer Ingenieur und Architekt  
**Band:** 114 (1996)  
**Heft:** 38

**Artikel:** Polymerbitumen-Dichtungsbahnen  
**Autor:** Partl, Manfred N. / Hean, Sivotha / Oba, Koichi  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-79036>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 06.10.2024

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

Manfred N. Partl, Sivatha Hean, Koichi Oba, Dübendorf

# Polymerbitumen-Dichtungsbahnen

**Der erfolgreiche Einsatz von Polymerbitumen-Dichtungsbahnen (PBD) hängt entscheidend von der steten Verbesserung technischer Beurteilungsverfahren, der Beherrschung der Materialien sowie der optimalen Auswertung bisheriger Erkenntnisse ab. Im folgenden werden Themen und Beiträge der Empa auf diesem Gebiet behandelt und entsprechende Empfehlungen für die Praxis formuliert.**

Wasserdichte Gebäudehüllen sind ein Grundanliegen, das in unseren Breiten jeden einzelnen betrifft. Entsprechend erreichen Abdichtungsschäden rasch volkswirtschaftlich relevante Dimensionen. Ausgehend von dieser Tatsache und konfrontiert mit zahlreichen Fragestellungen aus der Praxis, befasst sich die Empa seit langem stark mit der Thematik von Abdichtungen im Bauwesen. Dies betrifft das Festlegen von Anforderungen, die Beurteilung neuer technischer Entwicklungen und Innovationen, das Untersuchen von Schäden sowie konstruktiven und applikationstechnischen Details, den Erfahrungsaustausch und pränormative Arbeiten auf internationaler Ebene, die Mitwirkung bei nationalen und europäischen Normen und schliesslich das vermehrte Einbringen des Systembewusstseins und des Gedankens der systematischen Objektbeobachtung zur Erfassung der 'Performance', worunter die leistungsbezogene Gebrauchstauglichkeit und Langzeitbewahrung verstanden wird.

Die daraus resultierenden Empfehlungen betreffen vor allem die Sicherung und den Ausbau des heutigen Qualitätsstandards durch Einsatz entsprechender Prüfverfahren und die stete Verbesserung der Materialnormen sowie die Einführung der Komponenten-Deklaration inklusive einer griffigen Eigenüberwachung. Notwendig ist aber auch die Erarbeitung allgemeiner system- und ausführungstechnischer Grundsätze einschliesslich Überwachungsvorschriften im Rahmen von Ausführungsnormen sowie die Einführung eines ganzheitlichen 'Performance'-orientierten Qualitätsmanagements, das die Objektbeobachtung und die Ermittlung der 'Performance' von PBD während der ganzen Lebensdauer eines Bauwerks um-

fasst. Die dabei gewonnenen technischen Erkenntnisse sind als Datenbasis zur Optimierung der allgemeinen Anforderungswerte und als Grundlage für eine auch auf lange Sicht befriedigende Kostenminimierung zu nutzen.

## Aufbau

Um den zahlreichen Anwendungen gerecht zu werden, ist heute eine Vielzahl verschiedener Polymerbitumen-Dichtungsbahnen auf dem Markt, die sich hinsichtlich

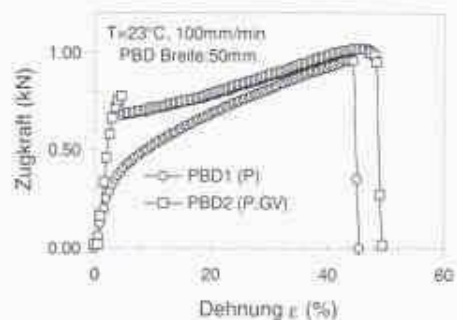
- Dicke (von 2 bis 5 mm),
- Art der Trägereinlagen (Bild 1),
- Art des Oberflächenschutzes, z.B. Bestreuung mit Mineralstoffen (Talk, Feinsand, Schieferschuppen) oder Folien aus Metall (Aluminium, Kupfer usw.) und Plastik,
- Art der Dichtungsmasse: Polymerbitumen (PMB) mit APP (Ataktisches Polypropylen oder mit SBS (Styrol-Butadien-Styrol Block-Copolymer),

aber auch bezüglich ihres Aufbaus unterscheiden, der sich aus der multifunktionalen Aufgabe von Dichtungsbahnen ergibt. PBD verfügen typischerweise über eine oder mehrere Trägereinlagen, die je nach Material nicht nur dazu dienen, die Polymerbitumen-Dichtungsmasse zu stabilisieren und am Wegfliessen zu hindern, sondern auch das Festigkeits- und Dehverhalten von PBD beeinflussen. Neben den Trägereinlagen und den Dichtungsschichten verfügen PBD noch über einen Oberflächenschutz, um Verletzungen beim Ein-

bau (mechanische Verletzungen, Überhitzen usw.), aber auch dem Aufsteigen von Polymer, z.B. beim Einbau von Gussasphalt, entgegenzuwirken. Je nach PBD werden bei Bedarf noch andere Schichten eingebaut, sei es um den Widerstand gegen Wurzeldurchwuchs zu erhöhen oder die Wasserdampfdiffusion zu reduzieren. Es kann unterschieden werden nach ein-, zwei- und mehrlagigen PBD-Systemen und solchen, bei denen entweder alle Lagen oder nur einzelne Lagen 'reissfest' ausgebildet sind. Die Art der Trägereinlagen ist für das mechanische Verhalten und die Funktionstüchtigkeit von erheblicher Bedeutung (Bild 2). Bild 1 enthält eine Zusammenstellung über die Anforderungen an verschiedene gebräuchliche Trägereinlagen.

## Aspekte der Normierung

PBD haben bei kalter und warmer Witterung dauerhaft hohen materialseitigen Anforderungen bezüglich Reiss-, Schlag-, Ermüdungsfestigkeit, Dehnbarkeit, Formstabilität, Schrumpfen, Kriechen, Durchlässigkeit, Wurzelbeständigkeit usw. zu genügen. Weitere Anforderungen ergeben sich hinsichtlich System (Verträglichkeit, Haf-



2 Kraft-Wegdiagramm von PBD im Zugversuch: PBD 1 mit Polyestervlies (P) und PBD 2 mit Polyestervlies und Glasgittervlies (GV)

1 Anforderungen an verschiedene Trägereinlagen nach SIA 281 [1]

Trägereinlagen (SIA 281)	Reisskraft	Reissdehng.	Funktion und Zweck
	[N/50 mm]	[%]	
Glasvlies (V)	≥ 200... 250	≥ 2	Als Einlage
Glasgittervlies (GV)	≥ 500	≥ 2	Als Einlage und z.T. als Schutz des Polyestervlieses für den Einsatz unter Gussasphalt
Jute (J)	≥ 500	≥ 3	gute Zugfestigkeit, geeignet für Grundwasserabdichtung
Polyestervlies (P)	≥ 500	≥ 50	hochreissfeste Einlage mit guter Zug- und Dehnfestigkeit
Aluminiumfolie (ALU)	--	--	als Dampfsperre
Kupferfolie (cu)	--	--	Sperrschicht gegen Wurzeldurchwuchs



Bitumen- und Polymerbitumen-Dichtungsbahnen (BD und PBD) Titel der Prüfungen	EN	SIA 281	Bemerkungen	
	Entwurf	Prüfung	EN	SIA
1 Verstärkte BD, PBD-Allgemeine Eigenschaften, Definitionen und Prüfverfahren (BD und PBD mit Trägereinlagen)	*	SIA 281	Charakterisierung, keine Anforderungen	mit anwendungsbezogenen Anforderungen
2 Nicht verstärkte BD, PBD-Allgemeine Eigenschaften, Definitionen und Prüfverfahren (BD und PBD ohne Trägereinlagen)	*	-	Charakterisierung, keine Anforderungen	-
3 Regeln zur Probeentnahme, zum Entnahmeplan und zur Vorbereitung der Prüfkörper	*	Ziff. 4.1, 2	wie SIA 281	wie EN
4 Bestimmung der Länge, Breite und Geradheit	1848-1	Ziff. 4.3	wie SIA 281	wie EN
5 Bestimmung der Dicke und der flächenbezogenen Masse	1849-1	Ziff. 4.3	wie SIA 281	wie EN
6 Bestimmung sichtbarer Mängel	1850-1	Ziff. 4.3	wie SIA 281	wie EN
7 Bestimmung des Granularverlustes	12039	-	Bürstversuch	-
8 Bestimmung der Zugfestigkeit	12311-1	Nr. 1	wie SIA 281	wie EN
9 Bestimmung der Dimensionsstabilität bei erhöhter Temperatur	1107-1	Nr. 2	wie SIA 281	wie EN
10 Bestimmung des Ablaufverhaltens bei erhöhter Temperatur	1110	Nr. 3	wie SIA 281	wie EN
11 Bestimmung des Biegeverhaltens bei niedriger Temperatur	1109	Nr. 4	wie SIA 281	wie EN
12 Bestimmung der Wärmealterung	1296-1	Nr. 5	wie SIA 281 mit 70° C; 6 Mt	wie EN mit 70° C; 72 h
13 Brandkennziffer	□	Nr. 6	□	keine Bemerkung
14 Bestimmung des Widerstands gegen stossartige Belastung	*	Nr. 7	25° C, -10° C/m = 1 kg/ Kreisfläche d = 10; 20; 30 mm	0° C/m = 0,5 kg/ Halbkugel d = 12,7 mm
15 Bestimmung des Widerstands gegen statische Perforation	*	-	□	-
16 Bestimmung der Hagelbeständigkeit	*	-	□	-
17 Widerstand gegen zyklische Zug-Stauch-Bewegungen	-	Nr. 8	-	-10° C, Dehnamplitude = 1 mm, Periode = 100 s
18 Bestimmung der Formstabilität bei zyklischer Temperaturänderung	1108	-	10 Zykl. zw. RT und 70° C/ Formänd.messung	-
19 Bestimmung der Wasserdampfdurchlässigkeit	1931	Nr. 9	wie SIA 281 mit 75% rLF	wie EN mit 50% rLF
20 Bestimmung der Wasserdichtheit	1928	-	Max. 6 mWS & Hochdrk. (Schlitzdrk.) 25° C/24 h	-
21 Schubverhalten	-	Nr. 10	-	40° C/Sandwich aus Dichtungsbahn + Messingstreifen
22 Bestimmung des Schälwiderstands der Nähte	12316-1	-	T-Test/200 mm Schällänge	-
23 Bestimmung des Scherwiderstands der Nähte	12317-1	-	Scheren der Nähtverbindung	-
24 Bestimmung der Widerstandsfähigkeit gegen Alterung bei Einwirkung von UV-Strahlung und Wasser	1297-1	Nr. 11	Zykl. 4 h, 70° C mit UV & 4 h, 40° C mit Wasser	-
25 Bestimmung der chemischen Widerstandsfähigkeit	*	-	□	-
26 Bestimmung der Wirkung von Wasser	*	-	□	-
27 Bestimmung des Wurzelndurchwuchs-Widerstands	*	Nr. 12	Dauer: 2 Jahre	Dauer: 6 Mt., Lapinientest
28 Beständigkeit bei Gussasphalt-Einbau	□	281/1	□	Dicke PBD/Polymer- Einschlüsse & Flecken
29 Bestimmung der Nagelreissfestigkeit	12310-1	-	2,5 mm Nagel/50 mm vom Rand	-
30 Bestimmung des Widerstands der Dichtungsbahnen gegen Windsog	*	-	□	-
31 Haftzugfestigkeit	□	-	100x100 mm/25° C/1 kNs	-
32 Schubfestigkeit	□	-	Dichtungsbahn zw. Beton und Belag/25° C	-
33 Rissüberbrückungsvermögen	□	-	□	-

3

Entwürfe europäischer Normen (EN) im Vergleich mit SIA 281 (Stand Juni 1996).

\* = in Vorbereitung, □ = noch offen, - = existiert nicht

ten auf der Unterlage usw.) sowie der Verarbeitung (Handling, Nähtverbund usw.).

In der Schweiz werden die materialseitigen Anforderungen mittels anwendungsspezifischer Gruppeneinteilung in der seit 1992 gültigen Norm SIA 281 [1] festgelegt. Diese Norm zeichnet sich u.a. dadurch aus, dass in zügiger Revisionsarbeit versucht wurde, bezüglich Prüftechnik die Entwicklungen der europäischen

Normen (EN) weitmöglichst vorwegzunehmen, um dadurch den Anwendern ein aktuelles zukunftsorientiertes Normenwerk zur Verfügung zu stellen. Im Unterschied zu den EN steht bei der Norm SIA 281 nicht die Prüfung zur Charakterisierung, sondern die anwendungsspezifische Zuordnung der Produkte aufgrund entsprechender Anforderungen im Vordergrund (Bild 3).

### Neue Prüftechniken und Erkenntnisse aus der Empa-Forschung

Zusätzlich zum starken Engagement im Normenwesen (SIA 281 und EN) liegt ein Schwergewicht der Empa auf der Entwicklung von Prüftechniken zur Charakterisierung der PBD-Materialien und zur Beurteilung von Qualität und Eignung von PBD hinsichtlich Grundeigenschaften



und «Performance»-bezogener Gesichtspunkte. Beispiele dieser Aktivitäten sind in Bild 4 zusammengefasst. Zudem wurden und werden an der Empa Projekte durchgeführt, die konkreten anwendungstechnischen Gesichtspunkten dienen.

### Gel-Permeations-Chromatografie

Bei Überhitzung von Polymerbitumen, z.B. während Herstellung oder Applikation der PBD mittels Flammenverfahren, wird die Molekulargrösse der Polymere kleiner, und die Polymerannetze werden durch die Wärme aufgespalten und zersetzt. Der Zustand der Polymere sowie deren Anteil kann mittels Gel-Permeations-Chromatografie (GPC) charakterisiert und bestimmt werden [2].

GPC ist eine gute Methode, um den Zustand sowie allfällige Schädigungen der Polymere vor und nach Herstellung zu beurteilen und erlaubt, die Kurz- bzw. Langzeitalterung am Objekt und im Labor zu verfolgen (Bild 5). Die Erfahrungen an der Empa zeigen, dass auch eine quantitative Bestimmung der Polymeranteile gut durchführbar und für viele praktische Fälle genügend genau ist. Bedingung ist aber, dass die Polymere und das Bitumen, die zur Herstellung von Polymerbitumen verwendet wurden, als Analysen-Standards verfügbar sind. Hierzu wäre seitens Hersteller und Lieferanten eine grössere Bereitschaft zur Transparenz erforderlich.

### Kontaktverträglichkeit mit anderen bituminösen Baustoffen

Am Bauobjekt treten Kontaktstellen zwischen PBD und anderen bituminösen Baustoffen sehr häufig auf. Diese Kontaktstellen können auslösen und je nach Ausmass der Ölabbgabe die Verbundstellen gefährden bzw. die Eigenschaften der einzelnen Materialien verändern. Die Untersuchung der Kontaktverträglichkeit kann in Anlehnung an Norm ASTM D1570-84 erfolgen [3].

Hierzu werden auf die frisch talkummierte Oberfläche einer PBD-Probe Tropfen des anderen bituminösen Baustoffs aufgebracht und bei 50 und 70°C während je 72 h gelagert [4]. Die Verträglichkeit wird aufgrund der Dicke des um den Tropfen im Talk ausgebildeten Ölrings (sog. genannter Exsudationsring) untersucht (Bild 6). Je breiter der Örling wird, desto grösser ist die Unverträglichkeit der beiden geprüften Materialien.

### Beständigkeit beim Gussasphalt-Einbau

Bei Verwendung ungeeigneter PBD oder bei Ausführungsfehlern können beim Einbau von Gussasphalt (GA) auf PBD Mängel entstehen, die sich z.B. in Ein-

Prüfung von	Ziele	Methode gemäss
Qualität:	Grundeigenschaften Grundanforderungen	Norm SIA 281 Tabelle 2 [1]
Identität:	Fingerprint u. Alterung d. Polymerbitumen-Dichtungsmasse der PBD Polymeranteil und Sorte	Gelpermeationschromatographie (GPC) Empa-Methode [2]
Eignung:		
Verträglichkeit:	Verträglichkeit zw. Polymer und Bitumen Kontaktverträglichkeit mit anderen bituminösen Baustoffen	Lichtmikroskopie Empa-Methode [8] Oliensis-Test (ASTM D1570-84 bei 50°C und mit Empa-Methode bei 70°C [4])
Anwendung:	Beständigkeit beim GA-Einbau Nahverbund Befestigung gegen Windsog	Empfehlung SIA 281/1 [5] Empa-Methode [7] Empa-Methode in Bearbeitung
Ausführung:	Temperaturkontrolle beim Flammen mittels IR-Thermographie Schälzugprüfung	Empa-Methode [9] Empa-Methode [12]

4

Beitrag der Empa bezüglich Prüftechniken zur Bestimmung von Qualität, Identität und Eignung von PBD

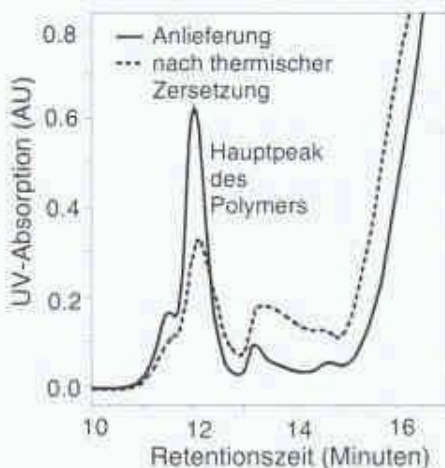
schlüssen von PBD im GA, Polymerbitumen-Flecken an der GA-Oberfläche und einem Dickenverlust von PBD äussern. Zur Bestimmung der Beständigkeit von PBD beim GA-Einbau entwickelte die Empa zusammen mit der Kommission SIA 281 eine Prüfmethode, die als Empfehlung SIA 281/1 seit Juni 1996 in Kraft ist [5] und die Anforderungen an die PBD für die spezielle Zuordnung GA, «für den Einsatz unter Gussasphalt», anhand von labormässig bei 250°C hergestellten speziellen Prüfkörpern festlegt (Bild 7). Die Anforderungen lauten (Mittelwert aus 2 Prüfkörpern):

Dicke der PBD nach GA-Einbau:	≥ 4,0 mm
Anzahl Einschlüsse von Polymerbitumen im GA:	≤ 6 mit PBD verbunden und länger als 12 mm bzw. nicht verbunden und länger als 7 mm
Anteil Flecken von Polymerbitumen an GA-Oberfl.:	≤ 50 Flächen-% in massg. 50×50 mm Fläche

### Nahverbund

Bei flachen und schwach geneigten Dächern mit einlagig verlegten PBD ist ungenügender Nahverbund die häufigste Ursache für Undichtigkeit. Gemäss einer Untersuchung des Conseil International du Bâtiment für Dachdichtungsbahnen sind in 12 von 15 Ländern schadhafte Nähte als häufigste Ursache für Mängel anzusehen. Bei einer Feldstudie an 774 mit PBD zwischen 1985 und 1992 ausgeführten Dächern in den USA waren 43% der Schäden auf schadhafte Nähte zurückzuführen [6].

Eine an der Empa praktizierte Prüfmethode zur Bestimmung des Nahverbunds ist die Schälprüfung an T-förmigen Prüfkörpern, die einer der kritischsten Beanspruchungen von Nähten Rechnung trägt [7]. Selbst bei der einfachen Scherprüfung überlappender Nähte wird durch die Exzentrizität der Lasteinleitung in der Naht ein Biegemoment erzeugt, welches



5

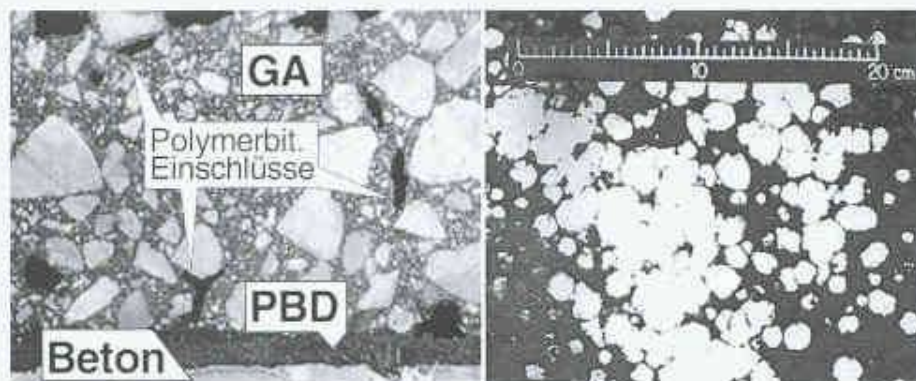
Chromatogramm eines Polymerbitumens vor und nach thermischer Zersetzung

6

Kontaktverträglichkeit mit anderen bituminösen Baustoffen (von links nach rechts: gut - mittel - schlecht)







7  
SBS-Polymerbitumen-Einschlüsse  
in GA (links), APP-Polymerbitumen-Flecken auf  
GA im UV-Licht (rechts)

einen Schälereffekt hervorruft und häufig ausschlaggebend für das Versagen ist (Bild 8).

T-Schälprüfungen der Empa ergaben für SBS-PBD und mit SBS imprägnierten Trägereinlagen bei  $-10^{\circ}\text{C}$  mehr als doppelt so hohe Schälkräfte wie bei  $23^{\circ}\text{C}$  [7, 8]. Demgegenüber lieferten SBS-PBD mit bitumendurchtränkten Trägereinlagen bei  $-10^{\circ}\text{C}$  verglichen mit  $23^{\circ}\text{C}$  sogar leicht geringere Schälkräfte, da der Bruch bei  $-10^{\circ}\text{C}$  entlang der Trägereinlage erfolgte.

#### Temperaturkontrolle beim Flämmen mittels IR-Thermographie

PBD werden in der Regel mit offener, über  $1000^{\circ}\text{C}$  heisser Gasflamme aus lanzenartigen Handbrennern verschweisst, um die PBD-Oberflächen rasch zu schmelzen und das Verschweissen mit guter Qualität bei möglichst hoher Arbeitsleistung und Kosteneffizienz durchzuführen. Allerdings ist dieses Verfahren mit einer nicht zu unterschätzenden Feuergefahr verbunden, weshalb insbesondere im Hochbau Handbrenner mit offener Gasflamme aus feuerpolizeilichen und versicherungsspezifischen Überlegungen immer weniger akzeptiert werden.

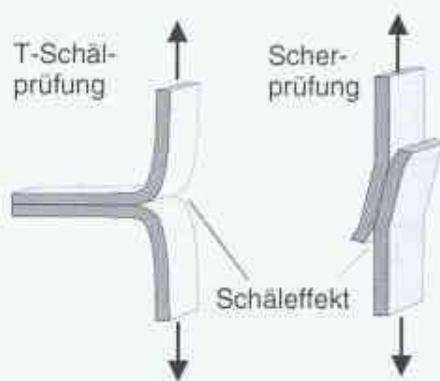
9  
Thermographische Aufnahme während Appli-  
kation von PBD (links: Baustellenüberwachung,  
rechts: Detail einer Applikationssimulation im  
Labor)



Eine geeignete zerstörungsfreie Methode zur Messung und flächigen Erfassung der Oberflächentemperaturen ist die IR-Thermographie der Empa [9]. Wie aus dem Beispiel in Bild 9 ersichtlich, werden beim Schweißen von PBD auf der Baustelle Flammentemperaturen im Bereich von  $1280^{\circ}\text{C}$  erreicht (Messpunkt SP01, links). Analoge Untersuchungen im Labor bestätigten, dass bei praxisnaher Anwendung von Handbrennern durchaus kritische Oberflächentemperaturen der PBD von  $252^{\circ}\text{C}$  (SP01 rechts) erreicht werden und dass die Oberflächentemperatur des Betons  $30^{\circ}\text{C}$  tiefer liegen kann (SP02 rechts).

#### Ausführungskontrolle

Die Dauerhaftigkeit und Funktionstüchtigkeit von Abdichtungssystemen mit PBD hängen in erster Linie von Qualität und Eignung der zu applizierenden PBD, dem Aufbau des Gesamtsystems, Zustand und Beschaffenheit der Unterlage sowie dem Qualitätsmanagement bei Ausführung der PBD-Applikation und allfälliger darüberliegender Schichten ab. Dies



8  
Nähprüfungen: T-Schälprüfung und Scher-  
prüfung

gilt insbesondere auch für das hier aufgeführte Beispiel eines Parkdecks, das die Vielzahl der zu beachtenden Einzelfaktoren gut dokumentiert. Eine Übersicht über mögliche Schäden und Massnahmen infolge ungenügender Ausführungskontrolle auf der Baustelle sowie Nichtbeachtung qualitätsbestimmender Kriterien enthält Bild 10.

Im Zusammenhang mit Ausführungskontrolle und Qualitätsmanagement ist die Erarbeitung und Beachtung allgemeiner system- und ausführungstechnischer Grundsätze und Überwachungsvorschriften im Rahmen anerkannter Ausführungsnormen sowie die Einführung eines ganzheitlichen Performance-orientierten Qualitätsmanagements, das die Objektbeobachtung während der ganzen Lebensdauer eines Bauwerks umfasst, eine notwendige Forderung.

Dabei ist sicherzustellen, dass die bei jeder einzelnen Langzeit-Objektbeobachtung anfallenden technischen Erkenntnisse auch zur allgemeinen Verbesserung der Anforderungswerte systematisch genutzt werden können, um nicht zuletzt die Gesamtqualität der Bauwerke zu steigern und allfälligen Wiederholungen kostspieliger Schäden im Zusammenhang mit Produkteherstellung, Systemkonzeption, Ausführung und Nutzung wirksam und wirtschaftlich vorzubeugen. In der Schweiz herrscht diesbezüglich durchaus noch Handlungsbedarf.

#### Zustand und Beschaffenheit der Betonunterlage

Vor der PBD-Applikation sollen Zustand und Beschaffenheit der Betonunterlage geprüft und beurteilt werden. Die deutsche ZTV-SIB90 [10] sowie die Schweizer Norm SN 640 490b [11] bieten dazu Grundlage (Bild 11).



### Prüfungen nach PBD-Applikation

Vor dem Einbau des Parkdeckbelags sollte die Haftfestigkeit zwischen PBD und Betonkonstruktion überprüft werden, da diese Hinweise über allfällige kurz- oder langfristig auftretenden Schäden (Blasenbildung, Belagsunterwanderung usw.) liefern kann. Die Haftfestigkeit zwischen PBD und Betonkonstruktion kann auf der Baustelle mit zwei Methoden untersucht werden: Haftzug- und Schälzugprüfung (Bild 12).

### Schlussfolgerungen und Empfehlungen für die Praxis

#### Material

Im Bereich bituminöser Dichtungsbahnen ist heute besonders durch die Verwendung von Polymerbitumen ein Qualitätsstandard erreicht, der grundsätzlich langfristig befriedigende Problemlösungen erlaubt. Wichtig ist jedoch, dass die Voraussetzungen und der Anreiz geschaffen werden, den Qualitätsstandard zu erhalten oder zu verbessern und zu verhindern, dass durch Preisdumping Tendenzen Vorschub geleistet wird, die Qualität zu senken und auf diese Weise das Gefahrenpotential und Schadenrisiko zu erhöhen.

Es ist daher unabdingbar, dass die PBD auch in der Schweiz gütüberwacht werden (Eigen- und Fremdüberwachung) und dass die Produkte hinsichtlich ihrer Komponenten und der tatsächlich erreichten Eigenschaften eindeutig deklariert werden. Dies ist auch bei der Abklärung von Schäden sowie bei der Langzeitüberwachung von Objekten (gerade bei kritischen, vielleicht jedoch im Sinne einer potentiellen Anwendungs- und Markterweiterung auch für die Produzenten interessanten Objekte) durchaus für den einzelnen bzw. die gesamte Branche auch als Vorteil anzusehen.

#### System

Nach Herausgabe der Norm SIA 281 und der Empfehlung SIA 281/1, die als reine Materialnormen mit Anforderungen und Prüfungen anzusehen sind, ist nunmehr normungsseitig der Zeitpunkt gekommen, das Verhalten der Abdichtungen im System besser zu erfassen und Anforderungen, beispielsweise an Flachdachsysteme, festzulegen.

Abdichtungen haben ihre Funktion als Teil von Systemen zu erfüllen; sie sind sowohl ausführungsbedingten und klimatischen als auch systemspezifischen Beanspruchungen ausgesetzt. Die damit zusammenhängenden Fragestellungen sind komplex und werden vorderhand kaum auf europäischer Ebene geregelt werden

Kriterien	Folgeschäden	Massnahmen
Qualität und Eignung der PBD	Allgemeine Schäden (Blasen, Undichtwerden, Alterung) können kurzzeitig nach Einbau oder später auftreten	Die zu verwendenden PBD müssen die SIA-Anforderungen für das entsprechende Anwendungsgebiet und den Zweck erfüllen Zusatzprüfungen, z.B. Verträglichkeit usw.
Zustand und Beschaffenheit der Betonunterlage	Ablösung der PBD aus dem Beton, Blasenbildung unter PBD	Prüfen der Festigkeit, der Beschaffenheit der Oberfläche, der Porosität, der Feuchtigkeit des Betons
Qualitätsmanagement bei Ausführung und Prüfungen nach PBD-Applikation	Blasenbildung, Schrumpfung, schlechte Haftung, Zersetzung der Polymere in der Deckmasse usw.	Einhalten der Ausführungsvorschrift und Prüfen der Haftung auf dem Beton nach der Applikation
Qualitätsmanagement bei Ausführung des Belag-Einbaus	Blasenbildung im Abdichtungssystem, Schrumpfung der PBD sowie andere Folgeschäden durch einbaubedingte Qualitätsänderung von PBD und Belag	Einhalten der Ausführungsvorschrift

10

Schäden und Massnahmen bei Nichtbeachtung qualitätsrelevanter Kriterien (Beispiel Parkdeck)

#### Zustand und Beschaffenheit der Betonunterlage

Prüfungen	Ziele	Methode gemäss
Haftzugprüfung	Bestimmung der Betonabreissfestigkeit	ZTV-SIB 90 / Anhang 2
Ebenheit	Bestimmung der Vernefung	SN 640 490b / Tabelle 1
Betonfeuchte mit CM-Gerät (Calciumcarbid)	rasche Bestimmung des Feuchtigkeitsgehalts	ZTV-SIB 90 / Anhang 3
Rautiefe mit Sandflächenverfahren	Bestimmung der Rautiefe auf Betonoberseite	ZTV-SIB 90 / Anhang 4

11

Prüfung von Zustand und Beschaffenheit der Betonunterlage auf der Baustelle

#### Zustand und Beschaffenheit nach PBD-Applikation

Prüfungen	Ziele	Methode gemäss
Feststellung d. Blasenbildung	Suchen der Hohlräume unter PBD	visuell und akustisch
Haftzugprüfung	Bestimmung der PBD-Abreissfestigkeit auf Beton	ZTV-SIB 90 / Anhang 2
Schälzugprüfung	Bestimmung der PBD-Schälzugfestigkeit auf Beton	Empa-Methode [12]

12

Prüfung der PBD-Applikation auf der Baustelle

können, da sich die nationalen oder lokalen Unterschiede in den Bauausführungen und den traditionellen Gepflogenheiten nur schlecht vereinheitlichen lassen. Um so wichtiger ist es, auf nationaler Ebene allgemeine system- und ausführungstechnische Grundsätze einschliesslich Überwachungsvorschriften zu formulieren und unverzüglich mit der Ausarbeitung von Ausführungsnormen und entsprechender Qualitätsmanagementgrundsätze zu beginnen.

#### Ausführung

Hinsichtlich der Ausführung besteht technisch, aber auch seitens der Qualitätsüberwachung, Qualitätssicherung und Normierung noch beachtlicher Handlungsbedarf. Neben dem einwandfreien Zustand der Unterlage sind vor allem die Anschlüsse und Nähte kritisch; aber auch dem Vorgang des Aufklümmens ist noch vermehrte Beachtung zu schenken. Dies sowohl mit Blick auf Blasenbildungen als auch hinsichtlich Brandgefahr und Schä-

digung von Unterlage, Grundierung und Dichtungsbahn. Die Empa hat hier wichtige Aktivitäten entwickelt, die zu neuen oder verbesserten Prüftechniken und zu einem fundierten Verständnis der Zusammenhänge führen werden. Die Zusammenarbeit mit Herstellern und Lieferanten erweist sich hier als besonders wertvoll.

#### «Performance»

Im Rahmen eines ganzheitlichen «Performance»-orientierten Qualitätsmanagements müssen vermehrt Objektbeobachtungen durchgeführt werden, die sich über die ganze Lebensdauer eines Bauwerks bis und inklusive Rückbau erstrecken und die systematisch nach allgemein anerkannten, für Abdichtungen noch zu erarbeitenden Kriterien durchgeführt und dokumentiert werden. Dabei sind nicht nur Schäden und schlechte Beispiele, sondern auch gute Objekte zu erfassen. Nur so kann eine umfassende, auf Langzeiterfahrungen abgestützte Datenbasis geschaffen werden, die sowohl für Innovationen als auch zur Optimierung der allgemeinen Anforderungswerte und als Grundlage für eine auch auf lange Sicht befriedigende Kostenminimierung genutzt werden kann. Da dies letztlich allen zugute kommt, sind Bauherren, Hersteller, Lieferanten, Ausführende und alle weiteren Beteiligten besonders eindringlich aufgefordert, sich aktiv zu engagieren und ihre Erkenntnisse samt Beobachtungen systematisch zu erfassen, gewissenhaft zu dokumentieren und mitzuteilen.

Adresse der Verfasser:

Manfred N. Partl, Dr. sc. techn., dipl. Bauing, ETH/SIA, Sivutha Hoan, dipl. Chem. HTL, Koichi Oba, Dr. sc. techn., Arch., Empa, Überlandstrasse 129, 8600 Dübendorf

#### Literatur

- [1] Bitumen- und Polymerbitumen-Dichtungsbahnen, Anforderungswerte und Materialprüfung, Norm SIA 281, 1992
- [2] Oba, K., Partl, M.N.: Durability of Polymer-Modified Bituminous Roofing Membranes. 7th Conference on Durability of Building Materials and Components, Stockholm, Proceedings Vol. 1, p. 627-636, 1996
- [3] Standard Test Method for Contact Compatibility Between Asphaltic Materials (Oliensis Test), ASTM D 1570-84 Reapproved 1994, Volume 04.04, ISBN 0-831-2210-1, 1995
- [4] Hoan, S., Partl, M.N.: Polymerbitumen-Fugendichtungsmassen, Prüfmethoden aufgrund von Laboruntersuchungen. FA 6/90, Empa Nr. FE 128'686, 1996
- [5] Bitumen- und Polymerbitumen-Dichtungsbahnen, Beständigkeit bei Gussasphalteinbau, Norm SIA 281/1, 1996
- [6] Cullen, W.C.: Project pinpoint analysis: ten-year performance experience of commercial roofing 1983-1992, USA National Roofing Contractors Association, 1993
- [7] Oba, K., Partl, M.N.: Seam Performance of Polymer-Modified Bituminous Roofing Sheets, Forschungsbericht Empa Nr. FE 147'135 (113/6), 1994
- [8] Oba, K.: Flat roofs: Investigation of heat welding techniques for polymer-modified bituminous roofing membranes, Dissertation, KTH Stockholm, Sweden, 1994
- [9] Oba, K.: Application of IR-Thermography in Road Engineering, Forschungsbericht Empa Nr. 157'337, in Vorbereitung, 1996
- [10] Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen, ZTV-S1B 90, 1990
- [11] Brückenabdichtungen und Brückenbeläge, Schweizer Norm SN 640 490b, 1987
- [12] Schälzugprüfung von in situ applizierten Dichtungsbahnen, Empa SOP Nr. 3119, 1996