

# Dauereinsatz von vollflächig verklebten PVC Dichtungsbahnen

Seit rund 20 Jahren werden durch das Tiefbauamt des Kantons Graubünden sämtliche mit Erdreich überschütteten Bauwerke, wie etwa Tagbautunnel, Galerien und Lehenbrücken mit Koffer durch ein selbst entwickeltes Abdichtungssystem geschützt. Um die Dauerhaftigkeit des Systemverbundes mit dem Betonuntergrund zu prüfen, wurden zehn Objekte ausgewählt. Aufgrund der Resultate kann festgehalten werden, dass bei diesem Abdichtungssystem erstmals ein dauerhafter Verbund nachgewiesen werden kann.

*Remigi von Büren*

*Dach einer Lawinengalerie mit durchgehendem breitem Riss infolge Schubeinwirkung in der Schutzschicht und der darunter liegenden Dichtungsschicht aus Polymerbitumen Bahnen.*



Im Rahmen der Instandsetzungsarbeiten an Kunstbauten musste im Tiefbauamt des Kantons Graubünden immer wieder festgestellt werden, dass es zwei Problempunkte gab. Auf der einen Seite zeigte es sich, dass die Schäden an der Tragkonstruktion hauptsächlich von den Rändern ausgingen. Daneben wurde deutlich, dass sich bei sehr vielen Bauwerken die seit etwa 1978 verwendeten Abdichtungen aus Polymerbitumen Dichtungsbahnen grossbis gesamtflächig vom Untergrund abgelöst hatten. Bei sämtlichen Kunstbauten wurde deshalb vor einiger Zeit begonnen, eine relativ aufwendige Rand-

konstruktion einzubauen, um wenigstens das erste Problem zu lösen. Nachdem innerhalb eines Jahres zwei sehr grosse Schäden infolge Ablösung der Dichtungsbahnen in Kauf genommen werden mussten, wurde die Überwachung beim Einbau massiv verstärkt.

So entschied man sich, dass vor dem Beginn der Abdichtungsarbeiten eine Abnahme des Untergrundes, auf den das Abdichtungssystem eingebaut wird, erfolgen muss. Nach der Fertigstellung der Abdichtungsarbeiten wird die Qualität des Verbundes eingehend mittels Schälzugprüfungen überprüft



Brücken ohne Koffer der Fall ist. Ein Nachteil dieses Systems liegt aber darin, dass nach Abschluss der Arbeiten der vollflächige Verbund bezüglich der Dauerhaftigkeit nicht kontrolliert werden kann. Damit geht man das Risiko ein, dass die Konstruktion unter der Abdichtung beschädigt wird, ohne dass man etwas davon bemerkt [2]. Verwendet man dieses Abdichtungssystem aber unter einer Kofferschicht oder unter dem Erdreich, so zeigt sich dessen Schwäche bezüglich einer wohl kleinen, aber fortwährend wirksamen Schubbeanspruchung [3].

#### Neues System mit vollflächig aufgeklebten PVC Dichtungsbahnen

Parallel zu diversen Untersuchungen der Herstellerfirmen begann das Tiefbauamt Graubünden deshalb im Jahre 1987 mit ersten Versuchen, eine 2 mm starke PVC Dichtungsbahn vollflächig auf

[1]. Mit diesen zwei Massnahmen konnte gewährleistet werden, dass die Qualität beim Einbau von Polymerbitumen Dichtungsbahnen stark angehoben werden konnte.

#### Erfahrung mit Polymerbitumen Dichtungsbahnen (PBD)

Für sämtliche Beteiligten war klar, dass dieses Abdichtungssystem eine sehr gute Lösung darstellt, wenn direkt auf die Abdichtungsbahnen eine genügend starke Walzasphaltschicht als Trag- und Schutzschicht eingebaut wird, wie dies bei uns für

Nr.	Name	m. ü.M.	Überd. in m	Einbau
1	Unterführung Karlihof	526	1,20	1994
2	Trafostation Campi	850	0,60	1997
3	Tunnel Val Spelunca, Tagbaustrecke Süd	1168	0,20	1995
4	Tunnel Val Spelunca, Tagbaustrecke Nord	1211	0,40	1995
5	Unterführung Büel	1054	0,80	1996
6	Lehnenbrücke Carreratobel Süd	816	0,80	1996
7	Galerie Castasegna	701	0,40	1997
8	Durchlass Val Bugnei	1404	0,60	1996
9	Vorinvestition Selfranga	1280	0,80	1999
10	Durchlass Pardieltobel	1246	1,20	2000

Tabelle 1: Geprüfte Bauwerke.

Objekt	Dichtungsbahn	Kleber
Nr. 1 bis 8	Sikaplan WP 2110-20 HL	Sucofix 731-S
Nr. 9 und 10	Alkorplan 35041	Residur SP2

Tabelle 2: Geprüfte Materialien.



Die Signalschicht und der Kleber geben eine zusätzliche Sicherheit.



Lawingalerie mit vollflächig verklebten PVC Dichtungsbahnen.

den Betonuntergrund aufzukleben. Bei PVC Dichtungsbahnen und einem geeigneten Kunststoffkleber ist die dauerhafte Schubfestigkeit im Gegensatz zu den Polymerbitumen Dichtungsbahnen gewährleistet [4]. Daneben waren die Anwender überzeugt, dass es vernünftiger ist, ein etwas teureres Abdichtungssystem anzuwenden als über einer günstigeren Abdichtung eine aufwendige Schutzkonstruktion einzubauen, wie dies beim System mit Polymerbitumen-Dichtungsbahnen erforderlich ist [5]. Der Verzicht auf eine Schutzschicht aus Beton oder Mörtel ergibt zudem den Vorteil des geringeren Unterhaltes der Sickerleitungen. Kalkablagerungen aus solchen Schutzschichten, wie man sie früher oft feststellen musste, fallen weg. Bei den Dichtungsschichten aus Flüssigkunststoff besteht die Schwierigkeit, nicht nur eine genügende Minimalstärke, sondern auch eine garantierte mittlere Dicke zu gewährleisten. Auch im Vergleich zu diesem System bietet die vollflächig verklebte PVC Dichtungsbahn den Vorteil, dass die fabrikmässige Herstellung die Minimalstärke von 2 mm gewährleistet. Gleichzeitig erhöht der flexible Kunststoffkleber mit einer Minimalstärke von 1 mm die Gesamtdicke der Dichtungsschicht.

#### Erste Versuche

Es konnte nicht erwartet werden, dass man mit den ersten Versuchen schon eine optimale Lösung erreichen würde. Deshalb waren die Spezialisten von Anfang an bestrebt, nur Lösungen zu testen, bei denen die Gewissheit bestand, dass sie auch beim Misslingen der Verklebung eine etwas bessere Schutzwirkung aufweisen würden als das damals im Normalfall angewandte System mit lose verlegten PVC Dichtungsbahnen. So wurde schon bei der ersten Anwendung im Jahr 1986 ein relativ guter Verbund erzielt, der mittels Schälzugprüfungen überprüft werden konnte. Leider musste dann nach einem Jahr Liegedauer festgestellt werden, dass sich der Verbund zwischen der Bahn und dem Kleber gesamtflächig aufgelöst hatte. Das erste Ziel einer doppelten Abdichtungsfunktion auf diesem Galeriedach (PVC Dichtungsbahn mit mind. 1 mm dicker Kleberschicht, welche dank ihrer Wasserbeständigkeit und Flexibilität auch als Abdichtung wirkt), wurde aber erreicht. Gleichzeitig konnte nachgewiesen werden, dass mit dem Eindringen des Klebers in die kleinen Unebenheiten der Betonoberfläche trotz der Ablösung immer noch ein gewisser mechanischer Schubwider-



*Dauerhaft dichter Randabschluss mit einem Dilatec Band. Gute Anpassung an den Untergrund mit sauberer Verarbeitung.*

stand vorhanden war. Auf Anraten des Herstellers der eingebauten Abdichtungsbahn wurden, dann im Folgejahr die Hafteigenschaften durch den Einbau einer PVC Dichtungsbahn mit einem Glasvliesrücken verbessert. Dies ergab wohl einen sehr guten Verbund, man musste aber beim Einbau akzeptieren, dass die Bahn mit diesem Vlies sehr steif war und sich deshalb nur bei einer sehr ebenen Oberfläche vollflächig mit dieser verbinden liess. Dies war selbstverständlich nicht das Ziel der Planung, denn wenn man fast jede Oberfläche reprofiliert muss, entspricht dies nicht einem vernünftigen Einsatz der finanziellen Mittel.

#### **Endgültige Lösung**

Die Konsequenz aus diesen Erfahrungen war, dass eine Spezialfirma begann, nur für diesen Anwendungsbereich einen speziellen Kleber zu entwickeln, der sämtliche Bedürfnisse abdecken konnte, ohne dass man bei den Bahnen eine spezielle Oberflächenbehandlung vornehmen musste. Mit diesem System wurde sehr schnell eine gute Haftung erreicht, und auch die Anpassung an den immer etwas unebenen Untergrund erfolgte problemlos.

Ein nicht zu vernachlässigender Vorteil dieses Systems liegt darin, dass zu grosse Unebenheiten und Rauigkeiten lokal mit dem Kleber ausgeglichen werden können. Damit entfällt das bei den Systemen Polymerbitumen-Dichtungsbahn und Flüssigkunststoff fallweise notwendige Ausgleichen der Rauigkeit mit einem Spezialmörtel, welches immer wieder zu einer zeitlichen Verzögerung führt (Abwarten des Abbindens des Mörtels vor dem Aufbringen der Versiegelung bzw. des Haftvermittlers).

Im Laufe der Folgejahre wurden dann aufgrund der gewonnenen Resultate Anforderungswerte für die Prüfung des Verbundes festgelegt, die auch auf die Temperaturabhängigkeit Rücksicht nahmen. Als sehr wirksam und auf der Baustelle einfach zu handhaben erwies sich die Schälzugprüfung. Es wurde dafür eigens von einem Prüfgerätehersteller ein kleines, handliches Schälzugprüfgerät entwickelt. Beim Festlegen der Anforderungswerte beschränkte man sich aus folgenden Überlegungen auf nicht allzu hohe Werte. Im Gegensatz zu einer mit einem Walzasphalt abgedeckten Dichtungsbahn aus Polymerbitumen wird die vollflächig verklebte PVC Dichtungsbahn sehr viel

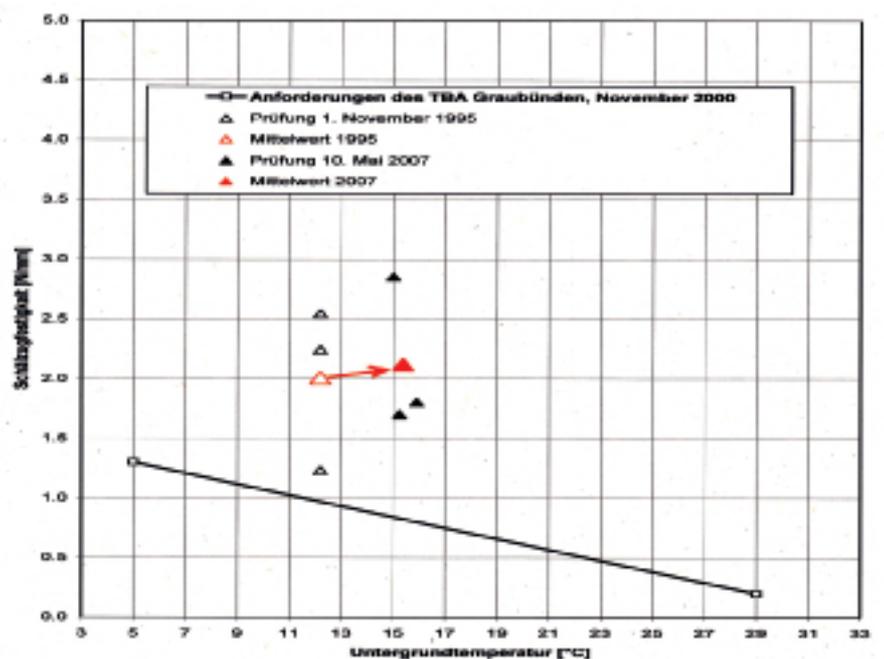


Schälzuggerät in der Praxisanwendung.

weniger durch hohe Temperaturen beansprucht. Einerseits muss die Dichtungsbahn aus Polymerbitumen schon beim Einbau, aber auch beim Belageinbau Temperaturen von über 120 Grad schadlos aufnehmen und andererseits können im Gebirge bei starker Sonneneinstrahlung der Asphalt und damit auch die Abdichtung sehr stark aufgeheizt werden. Im Gegensatz dazu wird auf jeder vollflächig verklebten PVC Dichtungsbahn über der Schutzschicht noch eine Kofferschicht eingebaut, die im Normalfall rund 60 cm stark ist. Diese Kofferschicht wirkt nicht nur durch ihre Dicke, sondern auch durch ihre Materialbeschaffenheit als Schutz gegen hohe Temperaturen [6], [7], [8].

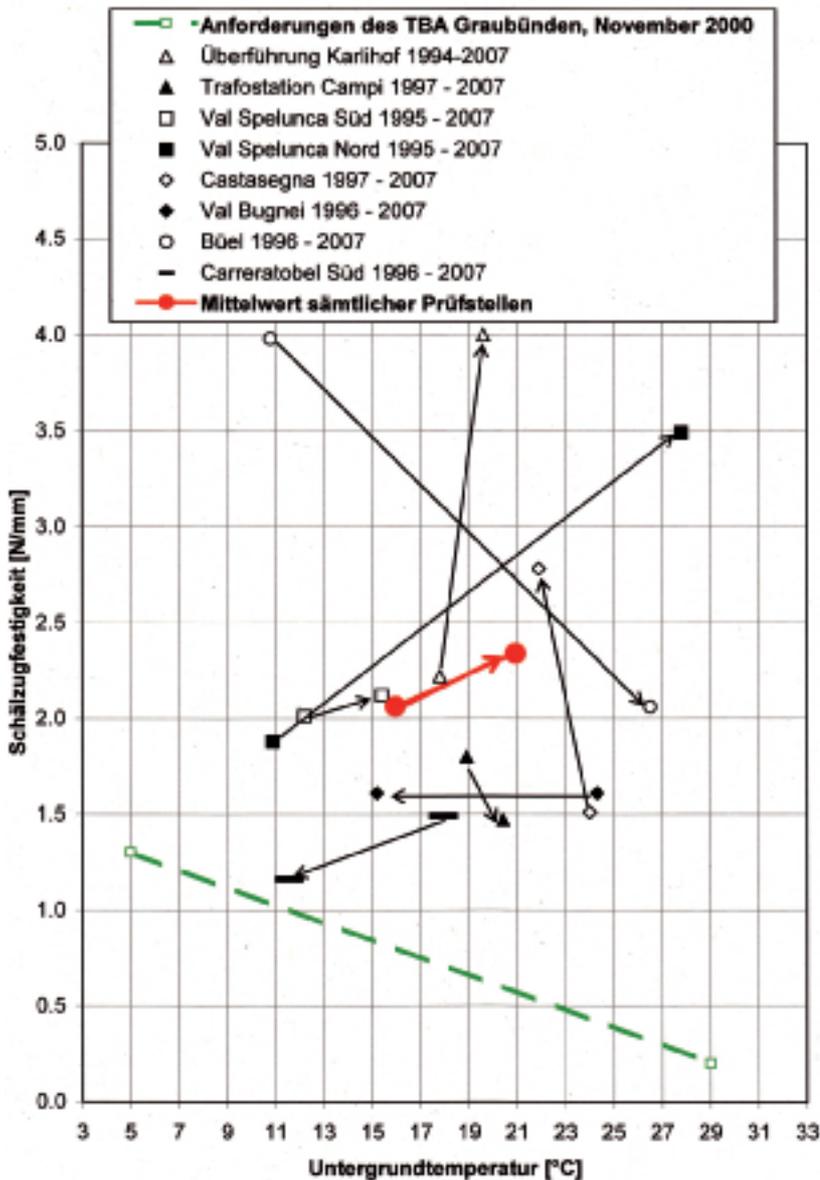
#### Festlegung der zu prüfenden Bauwerke

Im Kanton Graubünden wurden in den letzten 10 Jahren pro Jahr durchschnittlich etwa 22 Bauwerke mit diesem neuen System abgedichtet, d.h.



Auswertung für das Portal Tunnel Val Spelunca.

**Auswertung für die Folie SIKAPLAN WP 2110-20 HL**  
(früher unter dem Namen SIKAPLAN 14.6 V Tunnel bekannt)

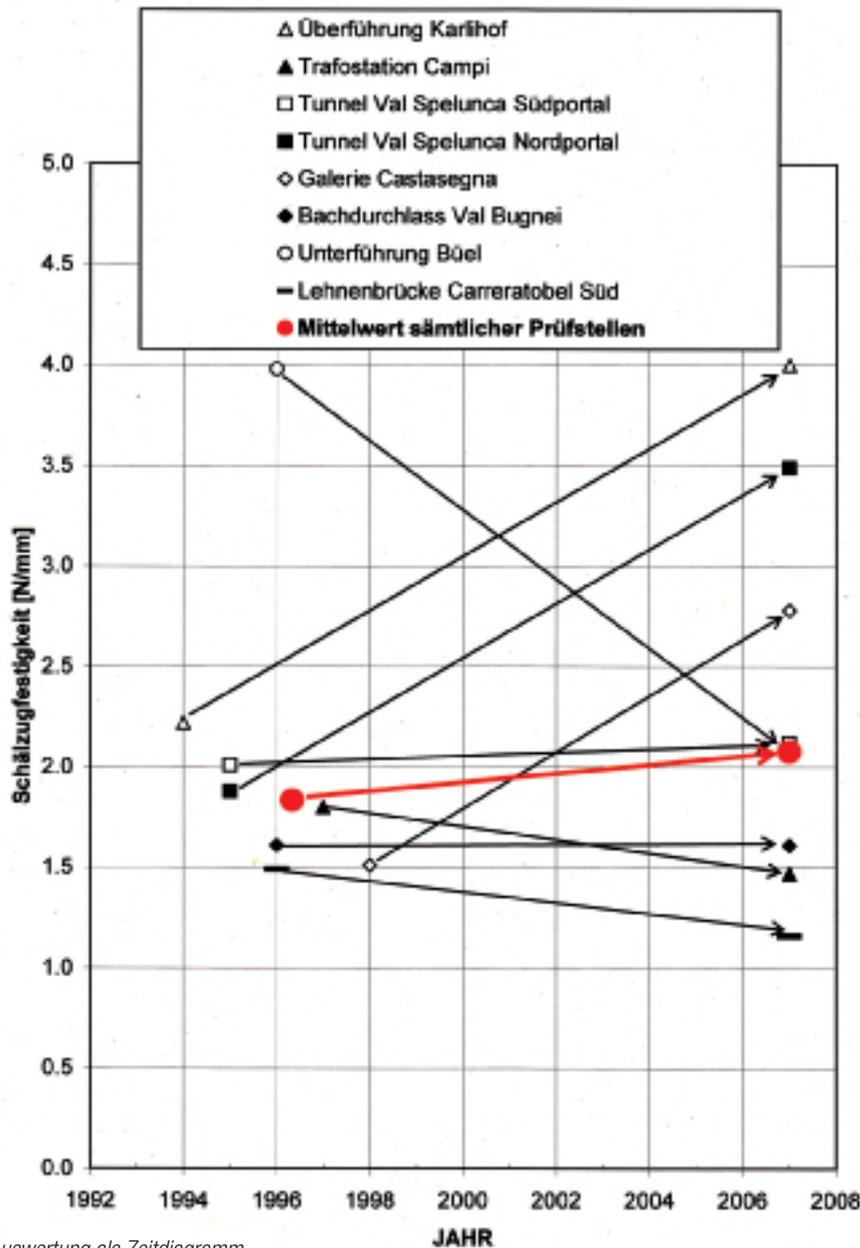


Temperaturdiagramm.

insgesamt über 200 Bauwerke. Selbstverständlich interessierte es sämtliche Anwender, wie sich dieses System im Dauerverhalten bewährt. Leider konnte man sich bezüglich dieser Problematik auf keine Erfahrungswerte stützen, denn bis jetzt erschienen keine Berichte über ein Abdichtungssystem, bei dem ein Vergleich zwischen den Anfangswerten beim Einbau und den Prüfwerten nach über zehn Jahren in der Praxis möglich

gewesen wäre. Das Tiefbauamt Graubünden entschied sich deshalb, eine Überprüfung an zehn Bauwerken vorzunehmen. Dies waren vor allem Dächer von Galerien und die Tagbaustrecken von Tunnels. Eine Einschränkung ergab sich daraus, dass nur Produktkombinationen geprüft werden sollten, welche auch heute noch in der gleichen Art im Einsatz stehen und die kurz nach dem Einbau auch auf die gleiche Art und Weise wie heute geprüft wurden.

**Auswertung für die Folie SIKAPLAN WP 2110-20 HL**  
(früher unter dem Namen SIKAPLAN 14.8 V Tunnel bekannt)



Auswertung als Zeitdiagramm.

**Schälzugfestigkeit**

Die Ergebnisse wurden in Bezug auf die eingesetzten Produktkombinationen ausgewertet. Dabei zeigte es sich, dass sich die erste Kombination bei den Objekten 1 bis 8 durchwegs sehr gut bewährt hat. Sämtliche Resultate der Nachprüfung liegen immer noch über den heute geltenden Anforderungswerten. Bemerkenswert ist, dass die neuen

Resultate bei einzelnen Objekten sehr stark von den beim Einbau gemessenen Werten abweichen. Bei anderen Objekten liegen die einzelnen Resultate sehr nahe beieinander. Folgende Begründungen für die grossen Unterschiede bei der gleichen Kombination sind vorstellbar, aber nicht mehr beweisbar, da die entsprechenden Randbedingungen nicht aufnotiert worden sind.

Bei einzelnen Prüfstellen erfolgte der Bruch im Beton, so dass der erwünschte Wert, nämlich der Bruch zwischen der Dichtungsbahn und dem Betonuntergrund, nicht genau eruiert werden konnte. Dieser Wert muss aber sicher höher sein als das ausgewiesene Ergebnis, da ansonsten der Bruch an der anderen Stelle erfolgt wäre.

Was sicherlich einen Einfluss auf die Ergebnisse hat, sind die Randbedingungen beim Einbau. Die genauen Vorschriften für den Einbau sind in [www.tiefbauamt.gr.ch](http://www.tiefbauamt.gr.ch) unter Unterlagen Ausführung, Besondere Bestimmungen, Teil 2, Anhang 12, einsehbar. Die dort geforderten Werte sind aber in der Praxis nicht immer gleich gut erreichbar. Es besteht ohne Zweifel ein grosser Unterschied, ob der Kleber in den ersten drei Tagen unter 28 Grad Aussentemperatur oder unter 8 Grad Aussentemperatur abbindet. So ist wahrscheinlich bei der höheren Temperatur der Abbindeprozess praktisch abgeschlossen, während der Kleber bei den tiefen Temperaturen auch zu einem späteren Zeitpunkt noch nicht vollständig abgebunden hat. Deshalb kann es sehr wohl geschehen, dass bei der Nachprüfung plötzlich viel höhere Werte auftreten als die ursprünglich beim Einbau gemessenen. Weiter ist auch nachvollziehbar, dass die vorgegebene Frist von 72 Stunden zwischen dem Einbau und der Prüfung nicht immer eingehalten werden kann. Während bei terminlich kritischen Baustellen ausnahmsweise kürzere Fristen tolerierbar sind, falls die geforderten Anforderungs-

werte erreicht werden, kommt es auch vor, dass etwa wegen schlechten Wetters erst zu einem späteren Zeitpunkt geprüft wird. Somit sind auch unterschiedliche Abbindezeiten bis zum Prüfbeginn ein möglicher Grund für die unterschiedlichen Resultate.

Man darf auch nicht ausser Acht lassen, dass die Qualität des Einbaues die Vergleichsresultate stark beeinflusst. Wenn bei der Nachprüfung nur zwei oder drei kleinere Lufteinschlüsse in der Prüffläche auftreten ist ein niedrigeres Resultat zu akzeptieren, ohne dass dieses eine effektive Aussage über einen schlechteren Verbund gibt.

Was aber die Auswertungen von sämtlichen acht Bauwerken mit der Dichtungsbahn Sikaplan zeigt, ist, dass bei keinem Bauwerk die Resultate nach über zehn Jahren unter den geforderten Anforderungswerten liegen und dass im Durchschnitt über alle Prüfstellen sogar eine leichte Zunahme der Schälzugfestigkeit festgestellt werden kann.

Beim zweiten System mit der Dichtungsbahn Alkorplan sind die Ergebnisse nicht ganz so aussagekräftig. Dies ist eine Produktkombination, welche erst zu einem späteren Zeitpunkt entwickelt worden ist und welche im Kanton Graubünden bisher nur sehr wenig zur Anwendung kam. Aus diesem Grunde konnten auch keine weiteren Bauwerke aus diesem Zeitraum überprüft werden und es stehen nur die Ergebnisse der zwei Objekte 9 und 10 zur Verfügung. Es zeigte sich beim ersten Bauwerk, dass, bedingt durch die speziellen äusseren Bedingungen (starke Feuchtigkeit von unten durch den Beton), ein sehr starker Abfall der Schälzugwerte eingetreten ist. Auch beim zweiten Bauwerk gab es einen starken Abfall, dieser blieb aber noch einiges über den momentan geltenden Anforderungswerten. Mit nur einer aussagekräftigen Prüfung kann man aber keine abschliessende Beurteilung dieses Systems vornehmen.

### Materialqualität

Es war natürlich auch von Interesse, ob sich die Eigenschaften der Dichtungsbahnen im Laufe der Zeit verändert haben. Aus diesem Grunde wurde beim Tunnel Val Spelunca eine grössere Materialprobe der Dichtungsbahn Sikaplan entnommen. Diese und eine vom Hersteller zur Verfügung gestellte Rückstellprobe konnte dann in einem Labor auf ihre Reissdehnung untersucht werden. In Tabelle 3 sind die Vergleichswerte in Prozent des Ausgangswertes zusammengestellt.

Trotz der relativ kleinen Überdeckung bei diesem Bauwerk von 0,20 m und einer Liegedauer von rund 12 Jahren ist im Rahmen der Messgenauigkeit keine signifikante Veränderung der Reissdehnung festzustellen.

Reissdehnung in %	Längs	Quer
Rückstellprobe	276	264
Baustellenprobe	239	272

Tabelle 3: Vergleich der Materialqualität.

### Unterwanderungssicherheit

Eine vollflächige Verklebung wird vor allem angestrebt, um zu gewährleisten, dass von einer kleinen Schadstelle aus die Dichtungsbahn nicht unterwandert werden kann, weil damit ein wichtiger Teil der Funktion der Abdichtung grossflächig verloren ginge. Beim Objekt Nr 1, der Unterführung Karlihof, ergab sich die Gelegenheit, einen Wassereintritt in der Decke näher zu untersuchen. Die Eintrittsstelle zeigte sich in Form einer Aussinterung. Es bestand die Unsicherheit, ob diese schon während der dreijährigen Bauzeit entstanden war oder erst nach dem Einbau der Abdichtung infolge eines späteren Wasserzutrittes erfolgte. Aus diesem Grunde wurde die genaue Lage der Aussinterung aufgenommen und an dieser Stelle die Überschüt-



Fotos/Grafiker: zlg

Schadstelle nach fünf Jahren.

tion entfernt. Dabei zeigte es sich, dass genau an der Stelle des Wassereintrittes die Dichtungsbahn und der Kleber einen klaren, ca. 10 cm langen Schnitt aufwies. Der Verdacht liegt nahe, dass während des Einbaues der Abdichtung ein Arbeiter unsorgfältig mit einem Messer gearbeitet hatte und dabei einen Schnitt in der Dichtungsbahn verursachte. Zufällig befand sich genau unter dieser Schadstelle ein Riss in der Betonkonstruktion. Demzufolge konnte das Wasser durch den Riss bis in den Fahrraum eindringen.

Es wurde durch die genaue Lagebestimmung bestätigt, dass der Schnitt in der Abdichtung und der Riss im Beton nicht die gleichen Ursachen haben konnten. Eine genaue Untersuchung an der Schadstelle zeigte, dass sich der Kleber in diesem Bereich leicht verändert hatte. Diese Veränderung beschränkte

sich auf einen kleinen Umkreis von wenigen Zentimetern im Bereich der Schadstelle. Eine Ausbreitung des Leckwassers über eine grössere Fläche konnte nicht festgestellt werden. Die Verklebung hat somit ihren Zweck, nämlich die Unterwanderung der Dichtungsbahn zu verhindern, erfüllt. Im Jahre 2001 wurden sämtliche bis dahin mit vollflächig verklebten PVC Dichtungsbahnen abgedichteten Bauwerke durch einen Spezialisten optisch kontrolliert [6]. Bei gesamthaft fast 90 Bauwerken konnten im vollflächig verklebten Teil nur zehn Schadstellen festgestellt werden. Die Ursache für diese Schadstellen war schnell gefunden, denn es zeigte sich, dass diese ausserhalb der abgedichteten Teile des Bauwerkes lagen. Bei diesen Stellen drang das Wasser von den Rändern her über Betonrisse in den Randbereich der Abdichtung.

### Kostenvergleich

Von Anwenderseite wird vielfach beanstandet, dass das neue System im Vergleich zu der Anwendung von Polymerbitumen-Dichtungsbahnen ziemliche Mehrkosten verursacht. Man muss davon ausgehen, dass als Grundlage für den Vergleich nur Systeme zur Anwendung kommen, die normgerecht ausgeführt werden.

Aufgrund der Kostenüberwachung ist es logisch, dass der einfache Vergleich der Kosten pro m<sup>2</sup> eingebauter Abdichtungsbahn zuungunsten des neuen Abdichtungssystems ausfällt. Anerkennt man, dass das Gesamtsystem inklusive der notwendigen Schutzmassnahmen verglichen werden muss, sieht man in der Tabelle 4, dass die beiden Systeme ziemlich kostengleich ausfallen. Der Vergleich wurde zwischen einer Unterführung mit Kofferüberdeckung, welche mit einer PBD Dichtungsbahn abgedichtet worden ist, und einem Durchlass mit etwa den gleichen Ausmassen, bei dem die Abdichtung durch das System der vollflächig verklebten PVC Dichtungsbahnen erfolgte, durchgeführt. Dabei sind nur die Aufwendungen für die Flächen in den Vergleich eingeflossen. Bei den Polymerbitumen-Dichtungsbahnen (PBD) muss ein zusätzlicher Schutz eingebaut werden, welcher die auftretenden Schubkräfte auf einen tragfähigen Untergrund ableiten kann. Dies wird in der Regel durch einen Schutzbeton gewährleistet [3]. Im Gegensatz dazu können bei den vollflächig verklebten PVC Dichtungsbahnen für den Schutz nicht zementgebundene Schichten wie z.B. Schutzmatten oder Schutzvliese verwendet werden. Dies führt zu einer erheblichen Reduktion beim Unterhalt der Sickerleitungen, weil diese Schutzschichten keine Kalkablagerungen zur Folge haben. Die Kosten für die Randabschlüsse inkl. der Aufbordungsarbeiten werden gesamthaft aufgelistet, um damit aufzuzeigen, wie hoch diese

im Verhältnis zu den flächigen Abdichtungskosten sind. Diese Arbeiten sind aufgrund der Erfahrung absolut notwendig, auch wenn sie, hauptsächlich bei kleineren Bauwerken, einen verhältnismässig grossen Anteil ausmachen. Dies sieht man auch in der Tabelle 4, liegen bei den zwei Vergleichsobjekten diese Kosten doch bei etwa 21% der Gesamtkosten für die Abdichtungsarbeiten. Nicht in den Kostenvergleich einbezogen wurden die Reprofilierungsarbeiten, welche nur beim Objekt mit PBD Dichtungsbahnen erforderlich waren. Dieser Aspekt darf nicht ausser Acht gelassen werden, ist es doch so, dass bei den vollflächig verklebten PVC Dichtungsbahnen viele Rauigkeiten durch einen Klebermeherverbrauch ausgeglichen werden, und dieser ist in der Schlussrechnung im Betrag der Abdichtungsarbeiten schon enthalten.

### Schlussfolgerung

Aufgrund der detaillierten Untersuchungen an zahlreichen Objekten, welche im Kanton Graubünden mit dem System der vollflächig verklebten PVC Dichtungsbahnen seit über 20 Jahren abge-

Leistung	PBD Abdichtung		PVC Abdichtung	
	m <sup>2</sup>	CHF	m <sup>2</sup>	CHF
Installation		3000		2500
Vorarbeiten		13 100		7715
Abdichtung	381,27	5465	376,3	17 718
Schutzschicht		17 386		7355
Gesamtbetrag	381,27	38 951	376,3	35 288
<b>Kosten per m<sup>2</sup></b>		<b>102</b>		<b>94</b>
<b>Randaschlüsse inkl. Aufbordungen etc.</b>		<b>10 775</b>		<b>9250</b>

Tabelle 4: Kostenvergleich.

dichtet werden, ist das Tiefbauamt der Überzeugung, dass dieses System nicht nur eine kostenmässig akzeptable Lösung darstellt, sondern dass damit auch eine dauerhafte Sicherheit erreicht werden kann. Dies nicht zuletzt dank den beiden Schichten, welche an der Dichtungsfunktion beteiligt sind, der Dichtungsbahn mit einer durchgehenden Schichtstärke von 2 mm und dem flexiblen Kleber mit einer Schichtdicke, die in der Regel mindestens 1 mm beträgt. Damit ist gewährleistet, dass bei einer mechanischen Beschädigung der Dichtungsbahn die Schutzwirkung der Abdichtung als System immer noch wirksam ist. Im Gegensatz zu anderen Abdichtungssystemen wie z.B. solche aus Flüssigkunststoff ist dank der in der Fabrik hergestellten PVC Bahn auch nach dem Einbau eine Mindestschichtdicke garantiert. Zusätzlich ist das neue System auch von der Bauzeit her interessant, da die Zwischenphase für die Reprofilierungsarbeiten meistens wegfällt.

Erfreulich ist auch, dass dieses System auch ausserhalb des Kantons Graubünden für Tagbautunnels erfolgreich eingesetzt worden ist. Dies ist im Forschungsbericht des Astra über das Langzeitverhalten von Abdichtungssystemen für Tagbautunnels [9] ersichtlich. Die genaue Untersuchung bei sämtlichen zehn Objekten bestätigte, dass das gewählte Abdichtungssystem auch unter stärkstem Pflanzenwuchs bestehen kann. Es wurden sehr viele Wurzeln auf der Oberfläche der PVC Dichtungsbahnen angetroffen. Mit einem Lappen konnten diese aber leicht abgewischt werden und bei der anschliessenden Kontrolle zeigte sich keinerlei Beschädigungen der Oberfläche. Damit ist auch die erwartete Wurzelfestigkeit gewährleistet. Aufgrund all dieser Überprüfungen kann festgehalten werden, dass das vom Tiefbauamt des Kantons Graubünden entwickelte System grosse Vorteile aufweist.

Ergänzend kann auch festgehalten werden, dass ein zweiter grosser Hersteller von Abdichtungsbahnen, die Firma Soprema, sich vertieft mit diesem für sie neuen System auseinandergesetzt hat. Im Laufe der letzten Monate konnte mit den entsprechenden Prüfberichten der Nachweis der Praxisauglichkeit ihres eigenen Systems erbracht werden. Da diese Versuche mit dem gleichen Kleber wie beim im Kanton Graubünden hauptsächlich verwendeten System ausgeführt wurden, sind auch mit diesem neuen System keine Langzeitprobleme zu erwarten.



*Remigi von Büren, dipl. Ing. ETH, 1972–2006 Leiter Projektierung Neubauten in der Abteilung Kunstbauten des Tiefbauamts Graubünden und Verantwortlicher für Qualitätssicherung sämtlicher Abdichtungsarbeiten, Berater für Abdichtungsfragen, Bänziger Partner AG, Chur*

#### *Bibliografie*

- [1] von Büren R.; Krähenbühl R.; Graf A.: *Zeitgemässe Qualitätssicherung bei Polymer-Bitumen-Dichtungsbahnen – Schälzugprüfungen auf Kunstbauten. Bauingenieur Nr. 9 (1998) 405–410*
- [2] von Büren R.: *Längeres Leben für Kunstbauten SchweizerBauJournal Nr. 5 (2001) 70–72*
- [3] Brändle R.: *Abdichtung von erdüberschütteten Bauwerken. «baublatt», Nr. 85 (1986) 6–8*
- [4] *Untersuchungen an Abdichtungssystemen für Lawinengalerien, Kanton Uri (1988)*
- [5] *Norm SIA 272 (1980).*
- [6] von Büren R.: *Vollflächig verklebte PVC Dichtungsbahnen – ein Abdichtungssystem mit Zukunft. Tec21 Nr. 20 (2001) 21–26*
- [7] Rosche A.: *Regenmantel für Tunnel und Brücken. Starke Seite Januar (2002) 8*
- [8] von Büren R.: *Ein neues Abdichtungssystem das sich bewährt. «baublatt» Nr. 89 (2002) 18–20*
- [9] *Forschungsbericht des Astra: Langzeitverhalten von Abdichtungssystemen. März, Nummer 573 (2004), Bezugsquelle VSS, Zürich*

## Geobrigg RXI- und AXI-Barrieren-Systeme von 250 - 5000 kJ: Lösungen für höchste Sicherheitsansprüche

- Maximale Energieaufnahmekapazität übertrifft die Werte vieler bestehender Betongalerien
- Grosse Restnutzhöhen im Trefferfeld, nahezu 100 % in Nachbarfeldern
- Kein Systemversagen bei Überlast
- Kleine Auslenkung bei Maximalereignis
- Gegen kombinierte Beanspruchungen wie Randfeld, Mehrfachtreffer, Baumschlag und Schneerutsch getestet
- Wartungsfreundlich

**Fordern Sie jetzt unseren neuen Prospekt an und besprechen Sie Ihre Bedürfnisse mit unseren Spezialisten.**

**GEOBRUGG®** 

**Geobrigg AG**  
Schutzsysteme  
Hofstrasse 55 • CH-8590 Romanshorn  
Tel. +41 71 466 81 55  
Fax +41 71 466 81 50  
[www.geobrigg.com](http://www.geobrigg.com)  
[info@geobrigg.com](mailto:info@geobrigg.com)

32730



**TOP12:**  
Korrosionsarmer  
Betonstahl für mehr  
Dauerhaftigkeit.



**SWISS STEEL**

Providing special steel solutions

