

Einsatzmöglichkeiten von Folien und Matten aus Polyurethan im Bauwesen

Dipl.-Phys. Dr. K. A. KOHLER, Dr. W. SCHÖBER
 Getzner Chemie Ges. m. b. H. & Co., Bludenz-Büros

Polyurethan-Elastomere werden schon seit einigen Jahren im Bauwesen als Dichtungsmaterialien eingesetzt; als geformte Werkstoffe waren sie bisher nur in sehr beschränktem Umfang verfügbar. Die Ursache hierfür dürfte einerseits in der Komplexität des Chemismus und andererseits in der hohen Reaktivität der zur Verarbeitung gelangenden Rohstoffe zu suchen sein. In der „Baustofflehre Kunststoffe“ von H. J. Saechtling [1] werden PUR-Elastomere nur als ungeformte Beschichtungs- bzw. Dichtungsmassen und Klebstoffe erwähnt.

Unter der Voraussetzung der Existenz eines wirtschaftlichen Produktionsverfahrens ergibt sich jedoch eine sehr reichhaltige Produktpalette zur Lösung bauphysikalischer Probleme. Wie vielseitig der Werkstoff Polyurethan sein kann, läßt sich sehr gut anhand einiger Produkte aufzeigen, die allgemein bekannt sein dürften: z. B. Hartschaum-Dämmplatten, Weichschaum-Polstermöbel, Skischuh-Schalen oder elastische Dichtungsmassen. Einen Überblick über den derzeitigen Entwicklungsstand auf dem PUR-Sektor gaben K. Uhlig und J. Kohorst in der Zeitschrift „Kunststoffe“ [2].

Die Getzner Chemie Ges. m. b. H. & Co. konnte mit finanzieller Unterstützung des Forschungsförderungsfonds der Gewerblichen Wirtschaft ein Verfahren entwickeln, das die kontinuierliche Fertigung von Folien, Matten und Verbundstoffen aus 2-Komponenten-PUR-Systemen ermöglicht. Aufgrund der kontinuierlichen Arbeitsweise ergibt sich eine erhebliche Senkung der Fertigungskosten pro m² Endprodukt, so daß neue Anwendungsgebiete erschlossen werden können. Alle bisherigen Verfahren arbeiten diskontinuierlich mit Hilfe von offenen oder geschlossenen Formen, die nacheinander oder wechselweise beschickt werden.

Das folgende Kapitel ist der Erläuterung der prinzipiellen physikalisch-chemischen Eigenschaften gewidmet, der zweite Abschnitt behandelt einige konkrete Einsatzmöglichkeiten.

Physikalisch-chemische Produkteigenschaften

Die Produktpalette läßt sich in vier Gruppen aufteilen: Polyäther- und Polyester-Polyurethane, jeweils in kompakter oder in geschäumter Form. Hier wird stellvertretend nur auf kompakte Ester-PUR-Folien und geschäumte Äther-PUR-Matten näher eingegangen. Äther- und Ester-Derivate unterscheiden sich in den mechanischen Eigenschaften und den chemischen Beständigkeiten – letztlich bestimmt der Einsatzzweck den Rohstoff.

In Bild 1 sind einige Kenndaten von kompaktem Ester-PUR zusammengestellt. Aus diesem Material können Bahnen einer Stärke von 1 mm oder mehr und einer Breite von 1,40 bis 1,50 m erzeugt werden.

GCE-Kompaktfolie

Rohdichte	DIN 53550	1,10 g/l
Härte	DIN 53505	80-95 Shore-A
Zugfestigkeit	DIN 53455	350 kp/cm ²
Bruchdehnung	DIN 53455	400-500 %
Weiterreißfestigkeit	DIN 53363	16 kp/mm
Abrieb (CS 17, 1000 g, 1000 U)	ASTM C501	<5 mg
Kälte-beständig	DIN 16937/8	<- 50 °C
Bitumen-beständig		ja
Öl-beständig		ja
Heißluft-schweißbar		ja

Bild 1: Kenndaten kompakter Ester-PUR-Bahnen

Vergleicht man die Daten mit denen von im Bauwesen vielfach eingesetzten PVC-Folien, so ist festzustellen, daß die mechanischen Festigkeiten von PUR etwa doppelt so hoch liegen. Von besonderer Bedeutung sind die hohe Weiterreißfestigkeit und der geringe Abrieb. Hieraus ergibt sich z. B. eine beson-

GCA-Elastomerschaum

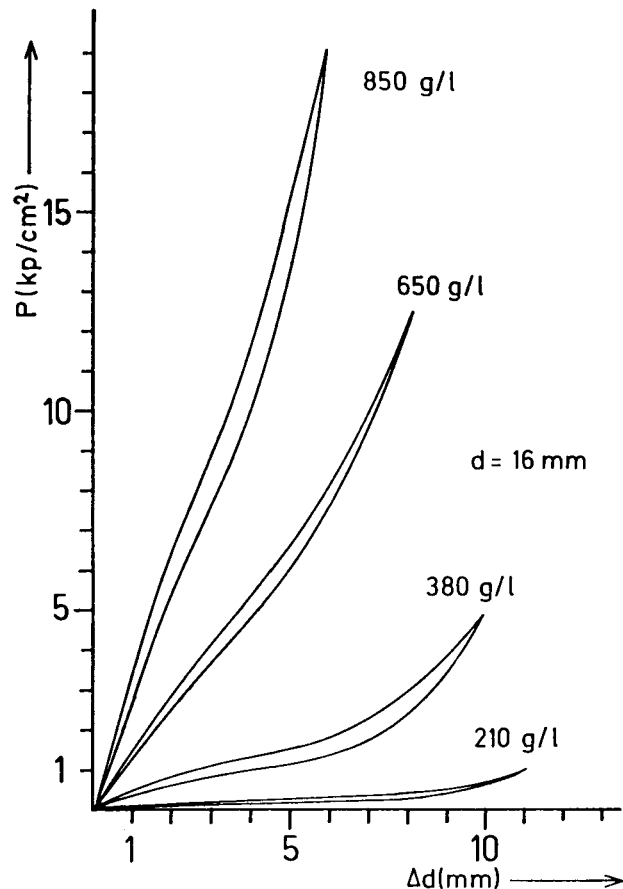


Bild 2: Verformungskennlinien verschiedener Äther-PUR-Matten

dere Eignung zum Schutz von Oberflächen vor abrasiver Einwirkung oder als Dichtung, falls gleichzeitig mechanische Beanspruchungen auftreten. Die gute Beständigkeit gegenüber den meisten im Bauwesen vorkommenden Substanzen – auch gegenüber Bitumen und Ölen –, die hohe Kältebeständigkeit sowie die Anwendbarkeit üblicher Verbindungstechniken, wie Heißluft-Schweißen und Kleben, machen den Einsatz unproblematisch. Falls die Folien direkt bewittert werden, kann durch Verwendung UV-absorbierender Pigmente oder durch Oberflächen-Schutzschichten gute Resistenz erzielt werden.

Als zweite Gruppe sind die Matten aus geschäumtem Äther-PUR zu behandeln. Die Variationsbreite der fertigen Produkte ist sehr groß und läßt sich durch folgende Grenzwerte festlegen: Flächengewicht 1 bis 12 kg/m² bei einer Dichte zwischen 0,1 und 1,0 g/cm³. Dies bedeutet z. B. bei minimaler Dichte und maximalem Flächengewicht eine Weichschaummatte von 12 cm Stärke. Die Besonderheit der geschäumten Matten liegt darin, daß sich die Federkennlinie bei Druckbelastung jedem Anwendungsfall optimal anpassen läßt. Bild 2 zeigt eine ausgewählte Schar von Verformungskurven, gemessen an Matten einer einheitlichen Dicke von 16 mm. Durch die Variation von Dichte, Dicke und Rezeptur lassen sich bei elastischen Lagern die Resonanzfrequenz, die maximale Einfederung und die Dämpfung auf den jeweiligen Einsatzzweck abstimmen. Gegenüber den als Lager-elemente häufig verwendeten profilierten Gummimatten sind vor allem die Isotropie der PUR-Schäume, die bei entsprechender Auslegung auch eine dreidimensional wirksame Federung ermöglicht, und die Kompressibilität der PUR-Schäume zu nennen. Elastische Gummilager sind nahezu volumenstabil, benötigen also ein gewisses Ausweichvolumen, um wirksam werden zu können. Dies kann nur durch Profilgebung oder konstruktive Maßnahmen erreicht werden, was sich jedoch in erhöhtem Platzbedarf oder in aufwendigerer Konstruktion auswirkt. Beson-

ders bei großflächigen Anwendungen macht sich dies störend bemerkbar. Die geschäumten PUR-Matten stellen aufgrund der Zellstruktur dieses Ausweichvolumen auch bei vollständiger Kapselung in sich zur Verfügung.

Von besonderer Bedeutung für die Anwendung elastischer Werkstoffe im Bauwesen ist das Langzeit-Verhalten. Bild 3 gibt hierüber Auskunft. Die obere Meßkurve zeigt das statische Verhalten. Unter den angegebenen Bedingungen ergibt sich nach etwa 100 Tagen eine Stabilisierung des bei Kunststoffen immer auftretenden Kriechvorgangs. Bei einer Gesamtverformung von ca. 30% beträgt der Anteil der Verformung durch Kriechen 5 bis 6%. Die untere Kurve gibt das dynamische Verhalten wieder: Bei den angegebenen Belastungsverhältnissen kommt der Setzvorgang nach etwa 50 Mio. Lastwechseln und rund 1% Dickenabnahme zum Stillstand. Diese Werte sind für die meisten Anwendungen mehr als zufriedenstellend. Auch die im Bauwesen mitunter vorkommenden hohen Flächenbelastungen bis über 100 t/m² können von PUR-Matten bei entsprechender Ausführung ohne Schwierigkeiten getragen werden (vgl. Bild 2).

Einsatzgebiete

Es dürfte derzeit noch verfrüht sein, eine umfassende Darstellung der Verwendungsmöglichkeiten der hier besprochenen PUR-Werkstoffe zu geben. Jedoch kann generell festgestellt werden, daß mit zunehmender Baustoffgüte – insbesondere von Beton und Stahl – und mit steigender Leistungsfähigkeit von Maschinenanlagen Schwingungs- und Vibrationsprobleme verstärkt auftreten und daß mit zunehmender Bebauungs- und Verkehrsdichte die Fragen des Schall- und Lärmschutzes an Bedeutung gewinnen.

Die Einsatzgebiete im Bauwesen lassen sich etwa in folgende Gruppen aufteilen:

1. Elastische Zwischenlage an Stößen starrer Bauteile zum Ausgleich von Dehnungs- und Schrumpfungsprozessen;
2. Dämpfung von Maschinenschwingungen, Vermeidung von Körperschall;
3. schalltechnische Trennung unterschiedlich genutzter Gebäudeteile;
4. Verschleißminderung bei Baugeräten, Vermeidung von Baulärm;
5. Mehrzweckverwendungen: Abrieb- und Korrosionsschutz, Nässe- und Kälteisolierung, Vibrations- und Nässeisolierung usw.;
6. Sonderanwendungen, wie Sporthallenbeläge, Prallschutzwandbeläge usw.

Diese Einteilung ist sicherlich mehr theoretischer Natur, da die in der Praxis auftretenden Probleme meist sehr komplex sind und somit eine befriedigende Lösung nur durch ein ganzes Bündel von Maßnahmen erzielt werden kann.

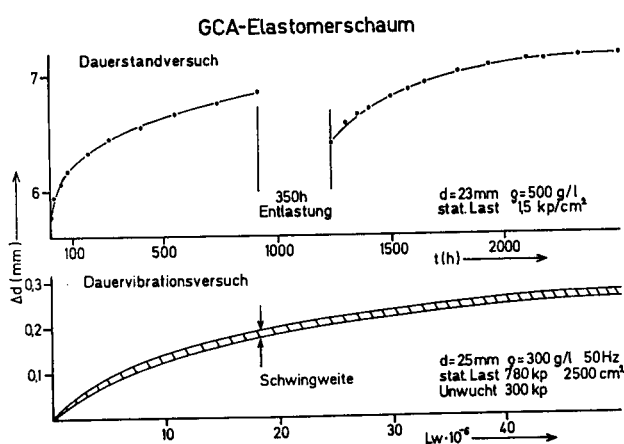


Bild 3: Langzeit-Verhalten elastischer Matten aus Äther-Polyurethan [3]

Hier können nur einige der möglichen Einzelmaßnahmen besprochen werden, bei denen die Verwendung von Elastomer-Matten besondere Vorteile bietet. Eine der häufigsten Ursachen für die Entstehung von Körperschall in Gebäuden liegt in der ungenügenden Dämpfung von Maschinenschwingungen (Lüftungs-, Heizanlagen, Lifte, Werkzeugmaschinen usw.) und deren Übertragung und Fortleitung in der tragenden Gebäudekonstruktion. Bei richtiger Anpassung des Fundament- bzw. Maschinengewichts und der Federeigenschaften des Masse-Federsystems kann in nahezu allen Fällen eine Lösung gefunden werden, bei der in den stark angeregten Frequenzbereichen eine hohe Dämpfung auftritt. Aufgrund der großen Variationsmöglichkeit der Federcharakteristik von PUR-Matten ist es meist möglich, das System überkritisch auszulegen und trotzdem das Fundamentgewicht niedrig zu halten. Von besonderer Bedeutung ist dies bei Anlagen, die nicht im untersten Geschoss eines Gebäudes aufgestellt werden, oder bei in Leichtbauweise erstellten Bauten (z. B. auf Hallendächern montierte Klimaanlage).

Da sich in vielen Fällen Lärmquellen und damit die Entstehung von Körperschall nicht vermeiden lassen, ist insbesondere auch auf eine ausreichende Dämpfung

innerhalb der Gebäudekonstruktion zu achten. Als Übertragungsglieder zwischen den einzelnen Geschossen fungieren oft starre Zwischenwände. Sie liegen meist an solchen Stellen auf den Geschosdecken auf, die nicht durch tragende Wände eingespannt sind und deshalb bei entsprechender Anregung zu Schwingungen neigen. An den Berührungstellen von Decken und Wänden werden bei starrer Verbindung dieser Teile, longitudinale Schwingungen in schallabstrahlende Transversalschwingungen umgesetzt. Eine elastische Lagerung der Zwischenwände auf Elastomer-Schaumstoff-Matten kann die Übertragung der Vibration auf die nächste Geschosdecke weitgehend verhindern. Vor allem aber sollte der Entstehung dieser Schwingungen entgegen gewirkt werden. Dies kann z. B. im Falle von Trittschall durch weiche Fußbodenbeläge oder, falls harte Beläge gebrauchstüchtiger sind, durch einen elastischen Unterbau geschehen. Bei der Auswahl des Unterbaues ist stets darauf zu achten, daß die elastischen Eigenschaften auch langfristig erhalten bleiben



Bild 4: Einbau des Schotterbetts in einen mit PUR-Matten ausgekleideten U-Bahn-Schacht [4]

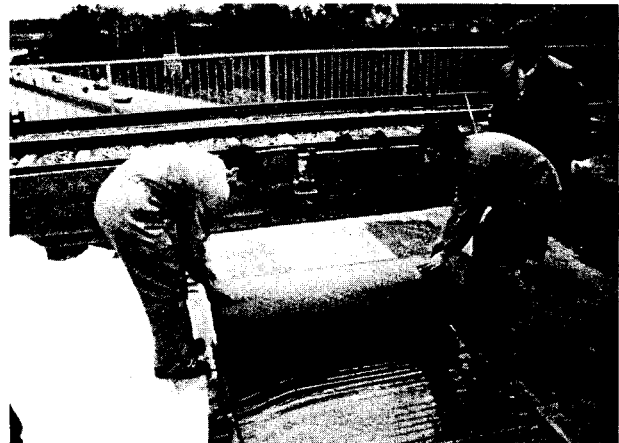


Bild 5: Verlegung von PUR-Matten auf einer Eisenbahn-Stahlbrücke

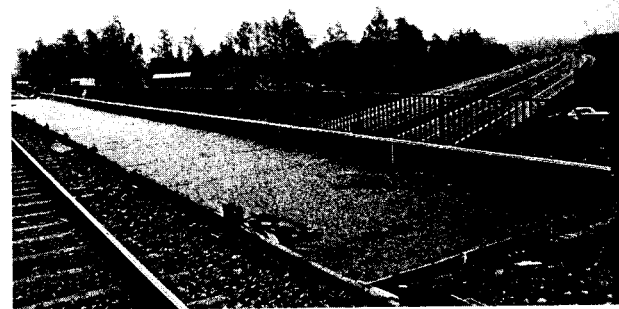


Bild 6: Gesamtansicht einer mit PUR-Matten belegten Eisenbahn-Stahlbrücke vor dem Einbau des Schotterbetts

ben (Dauervibrationsverhalten siehe Bild 3). Hier herrscht sicherlich derzeit noch eine Diskrepanz zwischen den Anforderungen an das Langzeitverhalten der Konstruktion und denen an die Dämmaterialien.

Ein weiteres Anwendungsgebiet stellt die Bekämpfung von Verkehrslärm dar. Die Bilder 4, 5 und 6 zeigen Beispiele aus dem Bereich des Gleisbaus. Vor allem bei U- und S-Bahnbau sind Vorkehrungen gegen Körperschall an Strecken notwendig, die bebauten Gebiet unterqueren, um die Einleitung von Vibrationen in die umliegenden Gebäudefundamente zu vermeiden. Dies kann auf verschiedene Weise erfolgen: durch den Einbau von PUR-Matten zwischen Schotterbett und Massivbau (siehe Bild 4) oder durch elastische Lagerung von Schottertrögen bzw. der Tragplatten bei schotterlosem Oberbau. Die Bilder 5 und 6 zeigen Ausschnitte aus einer Versuchsstrecke der Deutschen Bundesbahn. Die Erprobung erfolgt dort nicht nur aus schalltechnischen, sondern auch aus fahrtechnischen Gründen. Die Einfederung der Schiene soll beim Überfahren von Massivbauwerken gleich groß sein wie auf der freien Strecke bei natürlichem Untergrund (Vorversuche für Schnellfahrstrecken). Gleichzeitig soll durch Verminderung der Schotterpressung der Wartungsaufwand verringert werden. Vollflächige Matten könnten außerdem zur Abdichtung des Bauwerks bzw. zum Korrosionsschutz bei Stahlbrücken beitragen (siehe auch [5]).

Auf dem Baugerätesektor scheint der Einsatz von

PUR-Werkstoffen ebenfalls Verbesserungen zu ermöglichen. Z. B. besitzen Fördergurte und -bänder, die mit einer kompakten Polyester-PUR-Beschichtung versehen sind, aufgrund des geringen Abriebs eine wesentlich längere Lebensdauer. Auch bei anderen Geräten dürfte das Aufbringen von PUR-Schichten als Schutz vor Verschleiß durch die im Bauwesen vorkommenden stark abrasiv wirkenden Schüttgüter vorteilhaft sein.

Mit finanzieller Unterstützung des Forschungsförderungsfonds der Gewerblichen Wirtschaft konnte eine Produktgruppe geschaffen werden, deren Einsatzmöglichkeiten noch nicht vollständig abzusehen sind. Eine intensive anwendungstechnische Zusammenarbeit mit Industrie, Gewerbe und öffentlichen Institutionen kann helfen, durch die nun gegebenen Möglichkeiten Problemlösungen zu finden, die mit den bisher verfügbaren Werkstoffen nicht möglich waren.

Literatur:

- [1] H. J. Saechtling: Baustofflehre Kunststoffe, Carl Hanser-Verlag, München-Wien (1975);
- [2] K. Uhlig, J. Kohorst: Kunststoffe, 66. Jg., 616–624 (1976);
- [3] Diese Untersuchungen wurden von dem Prüfamts für Bau von Landesverkehrswegen der Technischen Universität München, Prof. Dr.-Ing. J. Eisenmann, durchgeführt (1976);
- [4] Werkbild BASF, Anwendungstechnische Abteilung Schaumstoffe und Duroplaste;
- [5] W. Schneider: Die BASF, 26. Jg., Juni 1976, 43–50.