



Polyurethane in der Bauwirtschaft
und Umwelt

2. Ausgabe, Juni 2012



Impressum

2. Ausgabe, Juni 2012
 Redaktionsschluss: 31.05.2012
 Auflage: 2.500

Copyright 2012

Deutsche Bauchemie e. V.
 Mainzer Landstraße 55
 60329 Frankfurt am Main
 Telefon +49 69 2556-1318
 Telefax +49 69 2556-1319
www.deutsche-bauchemie.de

159-SB-D-2012

Alle Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung, Verbreitung und Übersetzung, bleiben der Deutschen Bauchemie e. V. vorbehalten.

Gestaltung

NEEDCOM GmbH, Bad Soden am Taunus
www.needcom.de

Druck

Frotscher, Darmstadt
www.frotscher-druck.de

Bildnachweis

MC-Bauchemie Müller GmbH & Co. KG
 Remmers Baustofftechnik GmbH
 Sika Deutschland GmbH
 Sto Aktiengesellschaft
 WEBAC-Chemie GmbH

ISBN 978-3-935969-83-3 (Druckversion)

ISBN 978-3-935969-84-0 (pdf-Datei)

Dieser Sachstandsbericht entbindet in keinem Fall von der Verpflichtung zur Beachtung der gesetzlichen Vorschriften. Der Sachstandsbericht wurde mit großer Sorgfalt erstellt. Dennoch übernimmt die Deutsche Bauchemie e.V. keine Haftung für die Richtigkeit der Angaben, Hinweise, Ratschläge sowie für eventuelle Druckfehler. Aus etwaigen Folgen können deswegen Ansprüche weder gegenüber der Deutschen Bauchemie e.V. noch den Verfassern geltend gemacht werden. Dies gilt nicht, wenn die Schäden von der Deutschen Bauchemie e.V. oder seinem Erfüllungsgehilfen vorsätzlich oder grob fahrlässig verursacht wurden.

Verantwortliches Handeln



Die Deutsche Bauchemie e. V. unterstützt das weltweite Responsible-Care-Programm

VORBEMERKUNG

Der vorliegende Sachstandsbericht „Polyurethane in der Bauwirtschaft und Umwelt“ wurde von einem Arbeitskreis des Fachausschusses 5 „Kunststoffe im Betonbau“ der Deutschen Bauchemie erarbeitet und im Fachausschuss 5 diskutiert und verabschiedet. Der Sachstandsbericht soll den Mitgliedsunternehmen sowie der Fachöffentlichkeit zur Information dienen.

Dem Arbeitskreis gehören folgende Mitglieder an:

Baindl, Andreas, Dr.	Sto Aktiengesellschaft
Chilla, Marc, Dr.	Remmers Baustofftechnik GmbH
Hohberg, Inga, Dr.-Ing.	Deutsche Bauchemie e.V.
Karl, Wolfgang, Dr.	MC-Bauchemie Müller GmbH & Co. KG
Köhler, Klaus	Worlée-Chemie GmbH
Nickel, Oliver	Deutsche Amphibolin-Werke
Pusel, Thomas, Dr.	Sika Deutschland GmbH
Reichert, Anton, Dr.	WEBAC-Chemie GmbH
Wührer, Karl-Heinrich	Bayer MaterialScience AG

Die Deutsche Bauchemie bittet darum, Erfahrungen und Anmerkungen zu diesem Sachstandsbericht der Geschäftsstelle in Frankfurt mitzuteilen.



INHALT

VORBEMERKUNG	3
1 ÜBERBLICK	6
2 CHEMISCHE GRUNDLAGEN VON POLYURETHAN-SYSTEMEN	7
2.1 Definition von Polyurethan	7
2.2 Reaktions- und Aushärtungsmechanismen	7
2.3 Formulierung und Zusammensetzung der Flüssigkomponenten	8
2.3.1 Generelle Zusammensetzung	8
2.3.2 Bindemittel von Zweikomponenten-Systemen	9
2.3.3 Einkomponentensysteme	10
2.4 Physiologische Bewertung	11
2.4.1 Polyole	11
2.4.2 Polyisocyanate	11
2.4.3 Amine	11
2.4.4 Füllstoffe und Pigmente	12
2.4.5 Additive, inerte Verdüner und Lösemittel	12
2.4.6 Ausgehärtete Systeme	13
3 EIGENSCHAFTEN UND EINSATZGEBIETE VON POLYURETHANEN	13
3.1 Leistungsfähigkeit von Polyurethanen	13
3.2 Beschichtungen	14
3.2.1 Industrieböden	14
3.2.2 Parkhausbeschichtungen	15
3.2.3 Dekorative Bodenbeschichtungen	15
3.2.4 Sportböden	16
3.2.5 Wand-/Fassadenbeschichtungen	16
3.3 Abdichtungen	17
3.3.1 Abdichtungen im Verbund	17
3.3.2 Flachdach	17
3.3.3 Balkone und Terrassen	18
3.3.4 Brückenabdichtungen	18
3.4 Dichtstoffe und Fugenvergussmassen	18
3.5 Gewässerschutz, Wasser, Abwasser	19
3.5.1 Gewässerschutz/Betonbehälter	19
3.5.2 Trinkwasserbehälter	19
3.6 Kleben	20
3.6.1 Fliesenkleber	20
3.6.2 Parkettkleber	20
3.7 Injektionen	20

4	VERARBEITUNG – GEFAHREN BEIM UMGANG	22
4.1	Allgemeines	22
4.2	Vorbereitung der Verarbeitung	22
4.3	Anmischen	23
4.4	Beschichten	23
4.5	Spritzapplikation	23
4.6	Injektion	24
4.7	Reinigen der Arbeitsgeräte und Entsorgung auf der Baustelle	24
4.8	Transport und Lagerung	25
4.8.1	Transport	25
4.8.2	Lagerung	26
4.9	Betriebsanweisungen für den Umgang mit Polyurethanen (GISCODE)	27
4.10	REACH	27
5	POLYURETHANE IN DER UMWELT – ASPEKTE ZUR NACHHALTIGKEIT	29
5.1	Nachhaltiges Bauen	29
5.1.1	Lebenszyklus-Analyse (life cycle assessment) – Ökobilanz	30
5.1.2	Gebäudezertifizierung	31
5.1.3	Umweltproduktdeklaration	31
5.2	Einflüsse auf die Umwelt während der Nutzungsphase	31
5.2.1	Qualität der Innenraumluft – VOC	31
5.2.2	Oberflächenwasser, Boden, Grundwasser	32
5.2.3	Verhalten im Brandfall	32
5.2.4	Rückbau und Verwertung	32
6	FAZIT	33
7	WEITERFÜHRENDE LITERATUR	34
	BEGRIFFSDEFINITIONEN	37



1 ÜBERBLICK

Polyurethane wurden erstmals 1937 in Deutschland entwickelt. Große und stetig wachsende Bedeutung erlangte dieser universelle Kunststoff seit den 1960er Jahren.

Aus unserem Leben sind Polyurethane nicht mehr wegzudenken. Daraus werden Gegenstände des täglichen Gebrauchs wie Matratzen, Schuhsohlen, Kühlschrankisolierungen oder Sitzpolster ebenso hergestellt wie Hightech-Medizinprodukte, von der Prothese bis zum Infusionsschlauch oder technisch anspruchsvolle Automobilteile wie Armaturenbretter, Karosserieteile oder Stoßfänger. In nahezu allen Bereichen kann man Spritzgussteile, Fasern oder Schaumstoffe aus Polyurethan entdecken. Weltweit liegt die Jahresproduktion (Tonnen pro Jahr) im zweistelligen Millionenbereich.



Das Faszinierende an diesem Werkstoff sind seine variablen Eigenschaften. Durch die Auswahl und Kombination von harten und weichen Bausteinen lassen sich Härte, Festigkeit oder Elastizität nahezu beliebig einstellen. Licht-, Wetter- oder Farbtonbeständigkeit können durch UV-stabile Komponenten gewährleistet werden. So können Polyurethane für den jeweiligen Einsatzzweck passend formuliert werden.

In der Bauwirtschaft werden überwiegend reaktive Systeme eingesetzt, die pastös oder flüssig vorliegen und erst in der Anwendung vor Ort in die entsprechende Form gebracht werden. Die Verarbeitung auf der Baustelle erfordert dazu besondere Vorkehrungen. Nur das richtige Mischungsverhältnis stellt bei zweikomponentigen Produkten ein gut ausgehärtetes Produkt sicher, das den Anforderungen an Elastizität, Dichtigkeit und Härte sowie UV-/Farbtonbeständigkeit entspricht. Bei einkomponentigen Produkten entfällt der Mischprozess, die Härtung erfolgt

über die Reaktion mit Luftfeuchtigkeit. Spezielle einkomponentige Produkte wie z.B. Polyurethandispersionen (PUDs) sind nicht reaktive Systeme und härten über die physikalische Trocknung. Ausgehärtete (vernetzte) Polyurethane sind grundsätzlich inert und physiologisch unbedenklich.

Nicht nur in technischer Hinsicht, auch zum Schutz der Gesundheit sollte die Verarbeitung von reaktiven Polyurethanen nur von Fachleuten vorgenommen werden. Bei Kontakt oder Aufnahme dieser Produktkomponenten in den Körper können für den Verarbeiter Gesundheitsgefahren entstehen. Hinweise zum sicheren Umgang mit flüssigen reaktiven Polyurethan-Komponenten finden sich in den technischen Merkblättern und Sicherheitsdatenblättern der Hersteller sowie in den Hinweisen der Berufsgenossenschaft.

Für eine Vielzahl von Polyurethanen in der Bauwirtschaft können neuerdings Umweltproduktdeklarationen (englisch: Environmental product declaration, EPD) bereitgestellt werden. Diese Muster-EPDs werden auf Basis allgemein anerkannter und spezifischer Umweltdaten für die Mitgliedsfirmen der Deutschen Bauchemie nach den internationalen Normen ISO 14025 und EN 15804 erstellt und bieten eine nachhaltige Bewertung der Ökobilanzen über den gesamten Lebenszyklus der Produkte.

Polyurethane haben sich in der Bauindustrie seit Jahrzehnten als Hochleistungswerkstoffe bewährt. Das Spektrum reicht von hoch verschleißfesten und rissüberbrückenden Beschichtungen für Parkdecks und Industrieböden oder Auffangwannen in Chemieanlagen, über trittfreundliche, dekorative Bodenbeschichtungen wie z.B. für Sporthallenfußböden oder Laufbahnen in Stadien bis hin zu fugenlosen Abdichtungen für Dächer, Wände oder Brücken. Polyurethane finden sich aber auch dort, wo man sie nicht sofort sieht, etwa als Flüssigkunststoffabdichtungen hinter Bauwerken oder unter Fliesen oder in dehnbar geschlossenen Rissen. In all diesen Anwendungen tragen Polyurethan-Systeme nachhaltig zu einem komfortablen Gebrauch und zu einer längeren Lebensdauer von Bauwerken bei.

2 CHEMISCHE GRUNDLAGEN VON POLYURETHAN-SYSTEMEN

2.1 Definition von Polyurethan

Üblicherweise wurden alle mit Isocyanat gehärteten Materialien Polyurethane genannt. Rein chemisch betrachtet werden jedoch Polyharnstoffe (Polyurea) von den Polyurethanen unterschieden.

Aufgrund der zunehmenden Ausbreitung von Polyurea-Produkten hat sich in den letzten Jahren eine Unterscheidung der beiden Materialklassen ergeben. Deshalb ist auch eine neue Definition/Abgrenzung notwendig geworden. Innerhalb der Mitgliedsfirmen der Deutschen Bauchemie werden die folgenden Definitionen verwendet:

- **Polyurethan**
Die Vernetzungsreaktion erfolgt ausschließlich über Polyole.
- **Polyurethan-Polyurea-Hybride**
Die Vernetzungsreaktion erfolgt mit Polyol und Amin nebeneinander.
- **Polyurea**
Die Vernetzungsreaktion geschieht ausschließlich mit Aminen (siehe auch Sachstandsbericht „Polyurea in der Bauwirtschaft und Umwelt“).

Polyurethan-Polyurea-Hybride sowie feuchtigkeitshärtende 1K-Polyurethane werden aufgrund ihrer Materialeigenschaften üblicherweise zu den Polyurethanen gezählt.

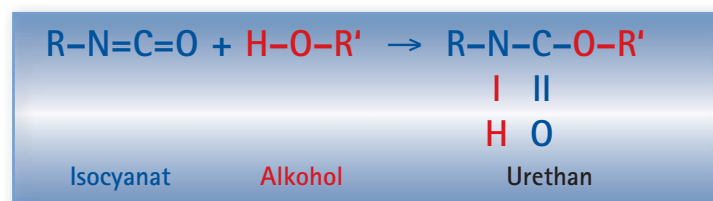
2.2 Reaktions- und Aushärtungsmechanismen

Polyurethan-Systeme sind reaktive Systeme. Sie härten aus, indem sich die in den Komponenten enthaltenen reaktionsfähigen (reaktiven) Gruppen miteinander umsetzen.

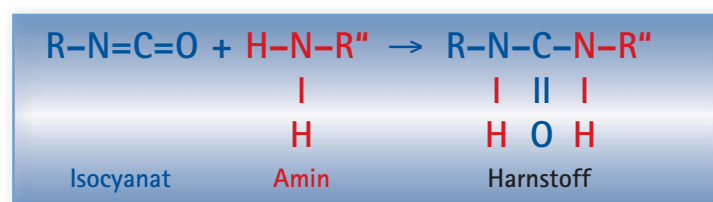
Aushärtungsreaktion ist immer die Umsetzung von Poly- bzw. Diisocyanaten (mit Isocyanatgruppen $R-N=C=O$ als reaktive Gruppen) mit Polyolen (mit Hydroxylgruppen $-R'-OH$) bzw. Polyaminen (mit Amingruppen $-R''-NH_2$).

Folgende Reaktionen sind typisch:

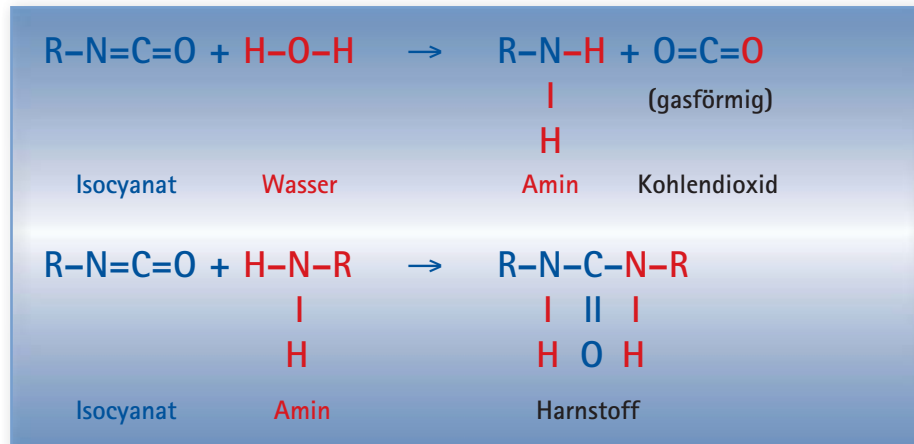
a) die Umsetzung von Isocyanat mit Alkohol (= Polyol) ergibt ein Urethan:



b) die Umsetzung von Isocyanat mit Amin ergibt eine Harnstoffverbindung:



Einen Spezialfall stellt die Umsetzung von (Poly-)Isocyanat mit Wasser (H₂O) dar, bei der unter Kohlendioxidfreisetzung ein Amin entsteht, das in einer zu b) analogen Reaktion mit weiterem Isocyanat zu Harnstoff reagiert:



Die Verarbeitung erfolgt bei den Zweikomponenten-Systemen durch Vermischen der Flüssigkomponenten und Applikation des fertigen Gemisches. Die Aushärtung geschieht durch Reaktion der enthaltenen reaktiven Gruppen.

Bei reaktiven Einkomponenten-Systemen wirkt die in der Umgebungsluft enthaltene Feuchtigkeit als Reaktionspartner der Isocyanat-Gruppen oder der latenten Härter. Die Wasser-Isocyanat-Reaktion kann dazu genutzt werden, Wasser getriebene, umweltfreundliche Schäume zu formulieren, bei denen die Volumenexpansion durch die Entwicklung des gasförmigen Kohlendioxids erreicht wird und nicht über einen physikalischen Schäumvorgang mittels eingemischter leichtflüchtiger Treibmittel. Systeme mit latenten Härtern sind speziell darauf ausgerichtet, die CO₂-Entwicklung zu unterdrücken.

Bei nicht reaktiven Einkomponenten-Systemen (z.B. Polyurethan-Dispersionen) findet keine chemische Reaktion statt; sie härten über physikalische Trocknung.

Im ausgehärteten Zustand bestehen Polyurethan-Systeme im Wesentlichen aus einem dreidimensionalen Netzwerk mit je nach Anwendungsfall unterschiedlich großer Vernetzungsdichte („Maschenweite“). Die funktionellen Gruppen haben abreagiert und sind im Netzwerk eingebunden. Damit hat das Material seine Reaktionsfähigkeit verloren und verhält sich inert.

2.3 Formulierung und Zusammensetzung der Flüssigkomponenten

2.3.1 Generelle Zusammensetzung

Die im Wesentlichen eigenschaftsbestimmenden Bestandteile der Polyurethan-Systeme sind die **Bindemittel**. Sie sind Träger der reaktiven Gruppen, die durch ihre Reaktion miteinander ein dreidimensional vernetztes Gerüst aufbauen.

Neben dem reaktiven Bindemittel werden die Eigenschaften durch den Zusatz von nicht reaktiven Bestandteilen eingestellt. Zur Farbgebung können den Bindemitteln **Pigmente** und zur Witterungsstabilisierung oder Korrosionsschutzwirkung **Füllstoffe** zugegeben werden. Füllstoffe tragen zudem zur Reduzierung des Reaktionsschwunds und zur Erhöhung der Härte bei.





Additive werden im Regelfall in kleinen Mengen (< 1 M.-%) zugegeben und dienen zur Katalyse, Entlüftung, Benetzungsverbesserung, als Anti-Absetzmittel, zur UV-Stabilisierung usw. Zur Feinabstimmung der Eigenschaften findet eine Vielzahl von Substanzklassen Verwendung.

Entwässerungsadditive wie zum Beispiel Zeolithe oder Oxazolidine werden üblicherweise lösemittelfreien Dickschichtsystemen, > 500 µm, in der Größenordnung 3-5 M.-% zugegeben. Sie binden chemisch oder physikalisch Wasser, welches in den Harzen, Pigmenten und Füllstoffen enthalten sein kann. Damit werden unerwünschte Reaktionen mit Feuchtigkeit vermieden.

Teilweise sind auch Lösemittel oder inerte Verdüner in den Polyurethanen enthalten. Beide dienen der Viskositätseinstellung und verbessern damit die Verarbeitungseigenschaften.

2.3.2 Bindemittel von Zweikomponenten-Systemen

Als Harz (in der Regel A-Komponente) wird üblicherweise die polyolhaltige Komponente bezeichnet, mit der Bezeichnung Härter (B-Komponente) meist die isocyanathaltige.

In der Vergangenheit gab es nur lösemittelfreie und lösemittelhaltige 2K-Beschichtungsmaterialien. In den letzten Jahren sind verstärkt auch wässrige Systeme erhältlich, bei denen die Harzkomponente in Wasser emulgiert oder dispergiert wurde.

Aus der Kombination Harz-Härter ergeben sich im Zusammenspiel mit weiteren Formulierungsbestandteilen mechanische Parameter wie Elastizität/Härte und funktionelle Eigenschaften wie UV-/Farbtonbeständigkeit, Rutschfestigkeit oder Schaumfaktor.

■ Harzkomponente

In der Harzkomponente sind als reaktive Bestandteile im Regelfall multifunktionelle Polyole verschiedener Kettenlängen, Chemie und Funktionalitäten enthalten. Diese Polyole sind auf Basis erdölchemischer oder nachwachsender Rohstoffe hergestellt und werden in verschiedenen Lieferformen lösemittelfrei, lösemittelhaltig oder wässrig angeboten.

Daneben werden auch Amine in Kombination mit Polyolen eingesetzt.

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die häufigsten Polyol-Typen.

Polyol- bzw. Amin-Typ	Generelle Eigenschaft
Polyester	<ul style="list-style-type: none"> ■ sehr gute Wetterbeständigkeit ■ nicht verseifungsstabil, nicht für den direkten Kontakt zu Beton geeignet
Polyether	<ul style="list-style-type: none"> ■ verseifungsstabil ■ nicht wetterbeständig ■ geeignet als Reaktivverdünner
Polyacrylat	<ul style="list-style-type: none"> ■ sehr gute Reparaturfähigkeit ■ gute Wetterbeständigkeit
Polycarbonat	<ul style="list-style-type: none"> ■ gute Wetterbeständigkeit ■ sehr gute Balance zwischen Flexibilität und Chemikalienbeständigkeit
Polyasparaginsäureester	<ul style="list-style-type: none"> ■ sehr schnelle Aushärtung bei akzeptabler Verarbeitungszeit ■ sehr gute Wetterbeständigkeit ■ geeignet als Reaktivverdünner

■ Härterkomponente

Als reaktive Substanzen werden multifunktionelle Polyisocyanate oder Prepolymere eingesetzt.

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die hauptsächlich eingesetzten Isocyanat-Typen.

Struktur-Basis	Monomer-Typ	Einsatzform	Generelle Eigenschaft
Aromatisch	MDI (Methyldiphenyldiisocyanat)	Polyisocyanat	<ul style="list-style-type: none"> ■ nicht farhtonbeständig/stark vergilbend ■ niedrige Viskosität
		Prepolymer	<ul style="list-style-type: none"> ■ nicht farhtonbeständig/stark vergilbend ■ mittlere bis höhere Viskosität
	TDI (Toluylendiisocyanat)	Polyisocyanat	<ul style="list-style-type: none"> ■ nicht farhtonbeständig/vergilbend ■ nur lösemittelhaltige Lieferformen
		Prepolymer	<ul style="list-style-type: none"> ■ nicht farhtonbeständig/vergilbend ■ mittlere bis höhere Viskosität
Aliphatisch	HDI (Hexamethylendiisocyanat)	Polyisocyanat	<ul style="list-style-type: none"> ■ sehr gute Wetterbeständigkeit ■ niedrige bis mittlere Viskosität
		Prepolymer	<ul style="list-style-type: none"> ■ Wetterbeständigkeit abhängig vom Polyol ■ mittlere bis höhere Viskosität
	IPDI (Isophorondiisocyanat)	Polyisocyanat	<ul style="list-style-type: none"> ■ sehr gute Wetterbeständigkeit ■ höhere Viskosität ■ Zusatzmittel zur Härteerhöhung
		Prepolymer	<ul style="list-style-type: none"> ■ Wetterbeständigkeit abhängig vom Polyol ■ höhere Viskosität ■ für Membranen verwendet

2.3.3 Einkomponentensysteme

1-Komponentensysteme bestehen im Regelfall aus Prepolymeren, deren Isocyanatgruppen durch die Umsetzung mit Luftfeuchtigkeit aushärten.

Der raschen Hautbildung an der Oberfläche folgt eine langsame Durchhärtung im Inneren des Materials. Die für die Reaktion erforderliche Luftfeuchtigkeit muss erst in das Innere des Materials diffundieren. Die vollständige Ausbildung der Eigenschaften erfolgt in der Regel langsamer als bei 2K-Systemen und ist stark abhängig von Temperatur und Luftfeuchtigkeit.

Es muss darauf geachtet werden, dass das entstehende Kohlendioxid-Gas nicht zur Blasenbildung im Material führt. In manchen Systemen sind daher sogenannte latente Härter wie z. B. Oxazolidine enthalten, die mit Luftfeuchtigkeit aktiviert sofort mit dem Polyisocyanat reagieren.

Einbrennsysteme, bei denen die Aushärtungsreaktion durch Wärmeenergie ausgelöst wird, sind bei Bauanwendungen nicht üblich. UV-härtende Systeme sind derzeit Gegenstand intensiver Forschung.

2.4 Physiologische Bewertung

2.4.1 Polyole

Mit Ausnahme weniger spezieller Typen handelt es sich bei Polyolen meist um kennzeichnungsfreie Substanzen.

Da die Polyole im Regelfall hochmolekulare Verbindungen darstellen, weisen sie einen sehr geringen Dampfdruck auf und es besteht daher kaum die Gefahr der Inhalation. Im Regelfall handelt es sich bei Polyolen nicht um wassergefährdende Substanzen. Trotzdem sollte vermieden werden, dass sie in Gewässer oder in die Kanalisation gelangen.

2.4.2 Polyisocyanate

In der Bauwirtschaft werden heute Polyisocyanate, polymere oder oligomere Isocyanate, und deren Prepolymere angewendet.

Die Rohstoffhersteller setzen u. a. toxische Grundstoffe in Chemieanlagen mit hoher Prozesssicherheit um und stellen den Formulierungsbetrieben Zwischenprodukte mit entscheidend reduziertem Gefährdungspotential zur Herstellung der Endprodukte für die Bauindustrie zur Verfügung.

Die Verwender der Endprodukte erhalten somit Syntheseprodukte, die von kritischen Grundstoffen weitestgehend befreit sind und auch handwerklich angewendet werden können.

So enthalten z.B. Isocyanatprepolymere, die als Härterkomponente in einer Parkhausbeschichtung eingesetzt werden, weniger als ein Prozent TDI oder eine wetterbeständige Balkonbeschichtung auf der Basis HDI beinhaltet in der Regel weniger als ein Prozent dieses Monomeren.

In der Bauwirtschaft werden häufig Systeme auf der Basis von MDI eingesetzt. Aufgrund der Einstufung von MDI als CMR-Stoff in der Kategorie 3 fallen MDI-haltige Produkte unter die Chemikalienverbotsverordnung. Daraus ergeben sich Einschränkungen beim Inverkehrbringen (z. B. Selbstbedienungsverbot). Bei sachgemäßer Anwendung geht von MDI aufgrund seiner sehr niedrigen Flüchtigkeit in die Atmosphäre keine Gefährdung aus (der Arbeitsplatzgrenzwert (AGW) wird bei Raumtemperatur praktisch nie erreicht) [28].

Bei Spritzanwendungen von Reaktionsharzprodukten sind generell gezielte Arbeitsschutzmaßnahmen wie wirksame Absaugung, Verwendung von Spritzkabinen oder Anwendung von Haut- und Atemschutz zu ergreifen. Dies gilt natürlich auch für alle Spritzapplikationen mit isocyanathaltigen Produkten. Bestimmte HDI-haltige Produkte wie z. B. Biurete sind für eine Spritzapplikation unter Berücksichtigung von gesundheitlichen Auswirkungen nicht geeignet.

Bei sehr seltenen, unfallartigen Ereignissen mit intensivem oder wiederholtem Hautkontakt werden aromatische Isocyanate auch als Ursache für allergisches Asthma diskutiert. Personen, die gegenüber Isocyanaten sensibel reagieren, dürfen nicht mehr mit isocyanathaltigen Bauprodukten arbeiten.

2.4.3 Amine

In einigen Anwendungen werden sterisch gehinderte, reaktionskontrollierte Amine verwendet, um bestimmte mechanische Eigenschaften zu erzielen oder die Reaktivität zu beeinflussen. Diese können wegen ihrer Alkalität eine Reiz- oder Ätzwirkung auf die Haut oder die Schleimhäute haben.



2.4.4 Füllstoffe und Pigmente

Diese überwiegend mineralischen Substanzen sind mit flüssigem Bindemittel benetzt und liegen nicht als einatembare Staub vor. Gesundheitsgefährdende, schwermetallhaltige Buntpigmente werden von den Mitgliedsfirmen der Deutschen Bauchemie generell nicht mehr eingesetzt, sodass von Füllstoffen und Pigmenten keine oder nur sehr geringe Gefährdungen für Verarbeiter und Umwelt ausgehen.

2.4.5 Additive, inerte Verdüner und Lösemittel

Als **Additive** werden je nach gewünschter Wirkungsweise (z. B. als Katalysatoren, oberflächenaktive Substanzen, UV-Absorber und Lichtschutzmittel) sehr unterschiedliche Substanzklassen eingesetzt. Die geringen Dosierungsmengen (im Regelfall < 1 %) verringern dabei die Bedeutung ihrer möglichen physiologischen Wirkung.

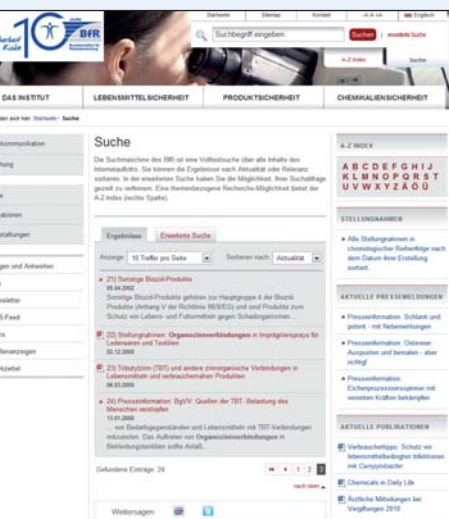
In speziellen – in der Regel aliphatischen – Polyurethan-Systemen werden zinnorganische Verbindungen als Katalysator eingesetzt. Die Zinnkonzentration in üblicherweise angewendeten Polyurethan-Produkten liegt deutlich unter dem Grenzwert von 0,1 M.-% Zinn der Vermarktungsbeschränkung für Zinnorganische Verbindungen (Verordnung 276/2010/EG). Je nach Anwendungsgebiet ist nach dem 1. Januar 2012 oder 2015 die Lieferung von Artikeln, die beispielsweise Dibutylzinn(DBT)-Gehalte oberhalb von 0,1 Massenprozent an Zinn enthalten, verboten.

Nach einer Studie des Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin (BgW, heute BfR) aus Mai 2000 über Organozinnverbindungen in verbrauchernahen Produkten und Lebensmitteln bleibt selbst unter der ungünstigen Annahme, dass ein Großteil der Menge der in den Produkten enthaltenen Organozinnverbindungen in den Organismus gelangt, die Konzentration an zinnorganischen Verbindungen deutlich unter dem ADI-Wert (Acceptable Daily Intake). Dieser Wert spiegelt die Dosis wider, die ein Mensch über das ganze Leben hinweg Tag für Tag aufnehmen kann, ohne dass schädliche Wirkungen zu erwarten sind. Das Fazit der Behördenbewertung: Die mögliche Exposition mit Organozinnverbindungen aus Kunststoffen mit Lebensmittelkontakt tragen selbst im ungünstigsten Fall nur wenig zur Gesamtexposition bei und fallen auch bezüglich Kombinationswirkungen kaum ins Gewicht [33].

Alle einkomponentigen Polyurethan-Beschichtungen benötigen die Umgebungsfeuchtigkeit zur Aushärtung. Bei klassischen 1K-Polyurethanen entsteht dabei als Nebenprodukt CO₂, das bei höherer Schichtdicke zu Bläschenbildung führen kann. Die Reaktion eines Isocyanats mit Luftfeuchtigkeit ist relativ langsam. Es gibt Substanzgruppen (wie zum Beispiel Oxazolidine) die wesentlich schneller mit Luftfeuchtigkeit ein Amin erzeugen, welches dann mit dem Isocyanat aushärtet. Diese Substanzen bezeichnet man als **latente Härter**. Durch die Verwendung von latenten Härtern wird die Luftfeuchtigkeit genutzt, den latenten Härter erst nach der Applikation zu aktivieren, der dann sofort mit dem isocyanathaltigen Bindemittel reagiert. Die CO₂-Freisetzung und folglich auch eine unerwünschte Blasenbildung im Materialgefüge kann damit vermieden werden.

Die in einigen Polyurethan-Systemen heute noch eingesetzten **inerten Verdüner** sind in physiologischer Hinsicht meist ähnlich wie die Polyole zu bewerten. Verbindungen, die im Verdacht stehen, gesundheits- oder umweltschädliche Auswirkungen zu haben (wie bestimmte Phthalate) werden von den Mitgliedsfirmen der Deutschen Bauchemie nicht mehr verwendet.

Lösemittel entweichen während und nach der Applikation wieder aus dem Material, sie sind daher verstärkt hinsichtlich Luftbelastung und Inhalationsrisiko zu betrachten. Aus diesem Grund wird soweit wie möglich auf den Einsatz von Lösemitteln verzichtet bzw. ihr Anteil reduziert. Lösemittelhaltige Systeme (wie manche niederviskose, schnelltrocknende Beschichtung) sind entsprechend gekennzeichnet. VOC-Emissionen werden in Abschn. 5.4.1 behandelt.



2.4.6 Ausgehärtete Systeme

Bei der sachgemäßen Aushärtung setzen sich die reaktiven Gruppen von Isocyanaten und Polyolen (sowie ggf. enthaltenen Aminanteilen) miteinander zu Polyurethan- bzw. Polyharnstoff-Gruppen um und werden so physiologisch und ökologisch unwirksam. Von einer fachgerecht hergestellten und ausgehärteten Polyurethanbeschichtung gehen nach dem Abdunsten eventuell verwendeter Lösemittel sowie nach vollständiger Durchhärtung keine weiteren gesundheitlich bedenklichen oder gar gefährlichen Emissionen aus.

3 EIGENSCHAFTEN UND EINSATZGEBIETE VON POLYURETHANEN

3.1 Leistungsfähigkeit von Polyurethanen

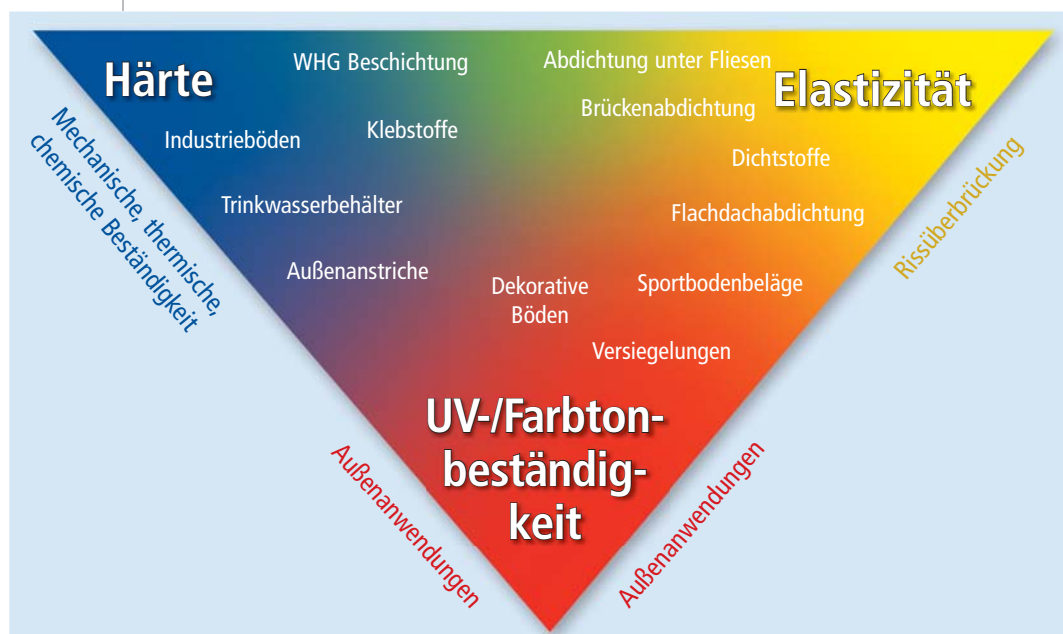
Polyurethane sind überall in unserem täglichen Leben zu finden. In Bezug auf Vielseitigkeit und Leistungsfähigkeit gibt es wohl kaum einen Werkstoff, der mehr bietet als Polyurethane. Die enorme Vielseitigkeit ergibt sich aus der großen Auswahl an verfügbaren Harz- und Härter-Komponenten und der Vielzahl der Kombinationsmöglichkeiten (siehe Abschn. 2.3). Für eine gewünschte Anwendung lässt sich so durch geschicktes Kombinieren von Harz und Härter das Produkt quasi maßschneidern.

Für die vielfältigen Anwendungen von Polyurethanen im Baubereich, die in den folgenden Abschnitten noch eingehender beschrieben werden, sind vor allen Dingen drei Materialeigenschaften maßgeblich:

- die **Härte**, die die mechanische, thermische und chemische Beständigkeit bedingt
- die **Elastizität**, die für die notwendige Dehnbarkeit oder Rissüberbrückung in Abdichtungsanwendungen sorgt
- die **UV-/Farbtonbeständigkeit**, die dekorative und Außenanwendungen ermöglicht

Wie für kaum einen anderen Werkstoff in diesem Ausmaß möglich, lassen sich die Materialeigenschaften Härte und Elastizität für Polyurethane von gering bis sehr hoch in einem weiten Bereich einstellen. Ähnliches gilt für die UV-/Farbtonbeständigkeit, die ebenfalls dem Bedarf entsprechend festgelegt werden kann. Zur Erzielung optimaler Produkteigenschaften muss das Verhältnis der drei Materialeigenschaften zueinander fein ausbalanciert sein, auch wenn in den meisten Fällen eine der drei dominant sein wird. Einen Überblick über die vielfältigen Anwendungen von Polyurethanen im Baubereich und die für diese Anwendung dominante Materialeigenschaft ist in Bild 1 dargestellt.

Bild 1: Leistungsfähigkeit der Polyurethane – Zusammenhang zwischen Materialeigenschaften und Anwendungen.





Charakteristisch für Industrieböden ist ihre hohe mechanische, thermische und chemische Beständigkeit. Diese wird durch die Härte der Produkte erreicht. Für die Anwendung Abdichtung spielt hingegen die Elastizität des Materials die ausschlaggebende Rolle: nur wenn das Produkt ausreichend elastisch ist, kann ein eventuell im Untergrund entstandener Riss überbrückt und so verhindert werden, dass Flüssigkeit in den Untergrund gelangt. Mit Polyurethanen lassen sich nun auch auf den ersten Blick zunächst gegensätzliche Anforderungen hervorragend miteinander in Übereinstimmung bringen: Beschichtungen im WHG Bereich müssen elastisch genug sein, um rissüberbrückend zu wirken, und gleichzeitig eine gewisse Härte besitzen, um ausreichend widerstandsfähig gegen Chemikalien und die mechanische Belastung zu sein. Bei vielen Anwendungen steht UV-/Farbtonbeständigkeit nicht im Vordergrund. Aber auch diese Materialeigenschaft kann durch geeignete Härter zusätzlich realisiert werden.

3.2 Beschichtungen

Die Errichtung von Bauwerken ist in der Regel mit hohen Kosten verbunden. Während der folgenden Nutzungsphase sind die Bauwerke vielen, häufig schädigenden Einflüssen ausgesetzt. Neben Umwelteinflüssen können vor allen Dingen mechanische und chemische Belastungen zu einer fortschreitenden Zerstörung ungeschützter Bausubstanz beitragen. Die Folgen sind ein rascher Wertverlust und aufwändige Sanierungsmaßnahmen, die wiederum Kosten nach sich ziehen.

Es hat sich als wesentlich nachhaltiger erwiesen, Bauwerke durch Beschichtungen auf Polyurethanbasis langfristig zu schützen und somit zur Werterhaltung von Bauwerken und Ressourcenschonung gleichermaßen beizutragen. Eine Vielzahl möglicher Aufbauten von Beschichtungen auf Polyurethanbasis steht zum Schutz von Boden- und Wandflächen für Neubau und Sanierung zur Verfügung.

Geringfügigen Belastungen kann durch das Aufbringen einer Versiegelung (Schichtdicke < 0,5 mm) begegnet werden. Steigende Anforderungen machen Dünnschichtbeschichtungen (bis ca. 1 mm) oder sogar mehrere Millimeter starke Beschichtungen notwendig. Für nahezu jede denkbare Anforderung lassen sich mit Polyurethanen hoch belastbare, optisch ansprechende und fugenlose Beschichtungen realisieren. Die Verarbeitung von Beschichtungen aus Polyurethan ist unter Beachtung bestimmter Parameter, z.B. Taupunkt, in einem weiten Klimafenster möglich. Wegen der kurzen Aushärtezeiten können beschichtete Flächen rasch wieder genutzt werden. Auch wenn während der Nutzung Schäden auftreten, können Beschichtungen aus Polyurethan schnell und kostengünstig repariert werden.

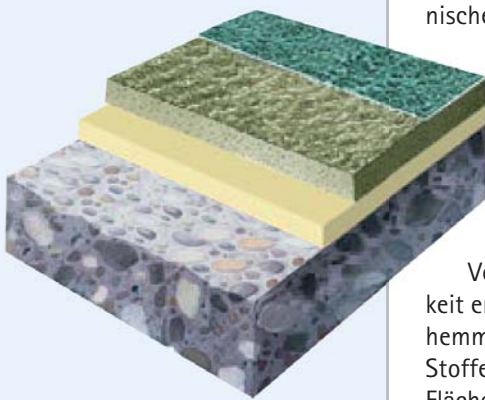
Mehr als vierzig Jahre Erfahrung belegen das hervorragende Kosten/Nutzen-Verhältnis von Polyurethanen in der Bauwirtschaft.

3.2.1 Industrieböden

Industrieböden in Fertigungshallen, Werkstätten oder auch in Unternehmen der pharmazeutischen und der Lebensmittelindustrie unterliegen häufig hohen Belastungen. Tonnenschwere Gabelstapler, Stoßbelastungen durch das Aufsetzen schwerer Güter oder herabfallender Teile und Verunreinigungen mit Ölen, Treibstoffen und Chemikalien beanspruchen die Böden bis zum Äußersten. Reinigungsverfahren mit heißem Wasserdampf und aggressiven Industriereinigern strapazieren zusätzlich. Aufgrund ihres zähestischen Charakters haben sich Polyurethan-Bodenbeschichtungen über Jahre hinweg als zuverlässiger Schutz gegenüber diesen hohen Belastungen bewährt. Trotz hoher Härte und Widerstandsfähigkeit können sie gleichzeitig so elastisch eingestellt werden, dass im Untergrund auftretende Risse von der Beschichtung zuverlässig überbrückt werden. Dadurch wird der Untergrund vor dem Eindringen von Flüssigkeiten geschützt und insgesamt die Langlebigkeit des Bodens erhöht.



Bild 2: Aufbau eines typischen Parkhausbeschichtungssystems – Abdichtungsschicht, Verschleißschicht und Versiegelung



Durch die Auswahl entsprechender Einstreumittel besteht ferner die Möglichkeit, die Beschichtungen rutschhemmend einzustellen, um somit einen Beitrag zur Arbeitssicherheit zu leisten.

Polyurethane als Oberflächenschutzsysteme für Beton unterliegen der DIN EN 1504-2 [5] oder der DIN EN 13813 [4]).

3.2.2 Parkhaus-Beschichtungen

Parkhäuser benötigen besondere Beschichtungen, um die eingeplanten langen Lebensdauern zu erreichen. Es gilt die Bewehrung des Stahlbetontragwerks vor dem Eindringen von Tausalzen, Treibstoffen und Ölen zu schützen und gleichzeitig Risse im Betonuntergrund auch bei tiefen Temperaturen zu überbrücken. Daneben werden Bodenflächen in Parkhäusern permanent befahren, woraus eine anhaltend hohe mechanische Belastung resultiert. Diese Anforderungen erfüllen in hervorragender Weise Beschichtungssysteme, die im Wesentlichen aus Polyurethanen bestehen. Den Aufbau eines typischen Parkhausbeschichtungssystems mit Abdichtungsschicht, Verschleißschicht und Versiegelung zeigt das Bild 2.

Die Kombination aus elastischer Abdichtungsschicht einerseits und zähelastischer Verschleißschicht andererseits stellt die hohe Rissüberbrückungsfähigkeit bei gleichzeitig großer Abriebfestigkeit sicher. Durch das Verfüllen mit Quarzsand wird eine dauerhaft hohe mechanische Widerstandsfähigkeit erreicht, das Abstreuen mit Quarzsand garantiert die zusätzlich geforderte Rutschhemmung. Die abschließende Versiegelung ist widerstandsfähig gegen aggressive Stoffe, sorgt im Außenbereich für hohe Witterungsbeständigkeit und erlaubt die Flächen farbhell, kontrastreich und optisch ansprechend zu gestalten.

Polyurethane im Einsatzbereich von Parkbauten unterliegenden den Regelwerken DIN EN 1504-2 [5] unter Berücksichtigung der deutschen Restnorm DIN V 18026 [6].

3.2.3 Dekorative Bodenbeschichtungen

Polyurethan-Bodenbeläge finden sich heutzutage nicht mehr nur in Industrie- und Lagerhallen oder Parkhäusern, sondern auch zunehmend in Arztpraxen, Kliniken, Kanzleien, Schulen, Kindergärten sowie im privaten Hausbau. Standen früher überwiegend die rein technischen Vorzüge der in flüssiger Form aufgetragenen Polyurethan-Beschichtungen im Vordergrund, so sind heute für diese Anwendungen auch ästhetische, ökologische und arbeitsmedizinische Aspekte von großer Wichtigkeit.

Individuelle Farbgebung, Oberflächenoptik, Vergilbungsfreiheit, Gehkomfort und ein Minimum an Emissionen fordern Nutzer und Planer von Fußbodensystemen für Innenräume. Die Polyurethan-Technologie kann auch für diese Anforderungen optimale Lösungen liefern. Die sorgfältige Auswahl aller Formulierungsbestandteile bietet ein Maximum an optischer Gestaltung bei minimaler Beeinträchtigung der Raumluft durch Gerüche oder schädliche Ausdünstungen. Das Emissionsverhalten von Bauprodukten ist für die Nutzung in Aufenthaltsräumen von besonderer Bedeutung. Aus diesem Grund hat das DIBt 2009 u. a. eine Zulassungspflicht für Produkte nach EN 13813 für Aufenthaltsräume erlassen, näheres hierzu siehe Abschnitt 5.2.1.

Charakteristisch für Polyurethan-Beschichtungen sind ferner geringe Anschmutzung und gute Reinigungsfähigkeit der Oberfläche, wodurch sich wiederum der Aufwand für den Unterhalt reduziert. Zusätzlich kombiniert mit einem hochelastischen Unterbau erreicht ein Polyurethan-Fußboden sehr gute Tritt- und Gehschalldämmung. Die hohe Punktelastizität schont den Bewegungsapparat und sorgt für angenehmes Gehen und Stehen. Die von den Polyurethan-Industrieböden schon seit langem bekannte Dauerhaftigkeit sichert hohen Nutzen für lange Zeit.





3.2.4 Sportböden

Auf Polyurethan basierende Laufbahnbeläge feierten ihr Debüt bei den Olympischen Spielen 1968 in Mexiko und sind seither aus dem internationalen Spitzensport nicht mehr wegzudenken. Auch Sporthallenbeläge aus Polyurethan werden für klassische Hallensportarten wie Basketball, Handball oder Turnen, aber auch für Mehrzweckhallen für Schulsport, Breitensport und öffentliche Veranstaltungen genutzt. Polyurethan-Beläge haben einen wesentlichen Anteil an den heute möglichen Rekordleistungen im Sport und erfüllen mühelos alle Anforderungen nationaler und internationaler Standards (DIN 18032 [8], DIN18045 [9] und DIN EN 14904 [13]).

Der Systemaufbau eines Sportbodenbelags umfasst Grundierung, Bindemittel, Klebstoffe, Spachtelmassen, Verlaufsbeschichtungen sowie Versiegelungen und Linierungsfarben. Die für Polyurethane typische Eigenschaftskombination von hoher Zugfestigkeit und Dehnung bei gleichzeitig guter Härte sorgt in diesen Produkten für minimalen Energieverlust beim Laufen und macht sie daher seit langem zu Produkten allererster Wahl.



Polyurethan-Sportbodenbeläge werden fugenlos eingebaut. Es entstehen äußerst strapazierfähige, trittfreundliche, langlebige und multifunktionelle Systeme, die in allen Klimazonen eingesetzt werden können. Wenn nach Jahren intensiver Nutzung der Belag überarbeitet werden muss, dann ist dies kostengünstig möglich, also ohne dass der gesamte Aufbau aufwändig abgetragen und erneuert werden muss.

Polyurethan-Beläge für Innen und Außen werden sowohl von Spitzensportlern als auch von Amateuren wegen des hohen Komforts und des minimalen Verletzungsrisikos geschätzt. Uneingeschränkte Möglichkeiten in der Farbgebung und gute Reinigungsfähigkeit werden wiederum von Planern und Betreibern von Sportstätten geschätzt.

3.2.5 Wand-/Fassadenbeschichtungen

Aufgrund ihres vorteilhaften Eigenschaftsprofils finden Polyurethan-Harze Verwendung in Wandbeschichtungen. Dies können Flächen sowohl im Innenbereich als auch im freibewitterten Außenbereich sein. Im Innenbereich kommen Polyurethan-Beschichtungen bevorzugt als sehr hochwertige Innenfarben für z.B. Küchen und Bäder sowie im Röntgen- und Laborbereich zum Einsatz. Hierbei überzeugen sie vor allen Dingen durch ausgezeichnete Farbtonbeständigkeit, mechanische Belastbarkeit, Beständigkeit gegen Chemikalien und Flächendesinfektionsmittel, und Dekontaminierbarkeit. Die hervorragende UV-Beständigkeit der Polyurethan-Produkte prädestiniert sie für den langjährigen Einsatz auf freibewitterten Flächen im Außenbereich. Die Anwendungsbereiche sind hier vielfältig und als Beispiele können der Graffitienschutz von Fassaden und der Oberflächenschutz von Ingenieurbauten wie Schornsteinen, Kühltürmen und Tunnelbauwerken genannt werden. Für alle erwähnten Einsatzzwecke können die Produkte maßgeschneidert werden: sie können von starr und wenig flexibel bis hin zu sehr elastisch und sogar rissüberbrückend eingestellt sein.

Produkte auf wässriger Basis sind für die oben genannten Anwendungsbereiche mittlerweile weit verbreitet und erfüllen im Innenraum die Anforderungen an sehr geringe VOC-Emissionen (nach AgBB, siehe Abschn. 5.4.1).



3.3 Abdichtungen

3.3.1 Abdichtungen im Verbund

In Verbindung mit keramischen Fliesen werden, besonders in chemisch und mechanisch hoch belasteten Bereichen und bei dauernder Wasserbelastung, flexible Abdichtungen unter Fliesenbelägen auf Basis von Flüssigkunststoffen aus Polyurethan eingesetzt. Die Abdichtungsschicht wird zwischen der Betonplatte (oder dem Estrich) und dem Klebebett der Fliesen aufgebracht. Nach dem Aushärten sind diese Systeme besonders beständig gegen Einwirkung von Alkalien, aggressive Reinigungsmittel, Heißdampf etc. und zeichnen sich unter anderem durch hohe Elastizität und Dichtigkeit aus.

Die Anforderungen an die Abdichtungsprodukte sind in ETAG 022 Teil 1 „Abdichtungen von Wänden und Böden in Nassräumen“ [17] sowie in der DIN 18195-2 [7] geregelt. Weiteres zu Regelungen im Bereich Abdichtungen von Balkonen und Terrassen kann dem Leitfaden der Deutschen Bauchemie [2] entnommen werden.

3.3.2 Flachdach

Flachdächer stellen an jedes Abdichtungssystem extreme Anforderungen, da Dächer in besonders hohem Maße den klimatischen Belastungen wie Regen, Temperaturschwankungen, Wind und Sonnenlicht ausgesetzt sind. Enthält die Dachkonstruktion besonders viele Durchbrüche (z. B. durch Klimaanlage, Lichtkuppeln, Kamine, Abläufe), so erfordert ein Abdichtungssystem mit herkömmlicher Bahnenware unzählige Detaillösungen mit vielen Schweißnähten, die wiederum Schwachstellen im Abdichtungssystem darstellen können. Gerade in solchen Fällen ist die Abdichtung mit einem flüssigen Material, das sich nach Aufbringen selbstverlaufend den Unregelmäßigkeiten im Dachaufbau anpasst und zudem nahtlos („in einem Guss“) ist, besonders dauerhaft und sicher. Nach der Aushärtung entsteht eine tieftemperaturelastische Abdichtungsfolie von großer Dauerhaftigkeit, die die Dimensionsänderungen der Dachkonstruktion durch Temperaturänderung, Windeinwirkung oder Schwingungen der Unterkonstruktion mühelos kompensieren kann.

Zwei wichtige Merkmale machen die Polyurethan-Abdichtung zum idealen Werkstoff für Dachsanierungen. Zum einen kann, je nach Zustand und entsprechender Untergrundvorbereitung, die alte Abdichtungsschicht meistens auf dem Unterbau verbleiben. Zum anderen können wegen der im Allgemeinen guten Wasserdampfdiffusionsfähigkeit durchfeuchtete Dachisolierungen nach dem Überbeschichten trotzdem austrocknen.

Die mehr als 25-jährigen positiven Erfahrungen in diesem Bereich belegen die Dauerhaftigkeit von Polyurethanen auch in diesen Anwendungen. Durch das Aufbringen eines UV-Schutzes wird die Beständigkeit gegen UV-Licht nochmals deutlich verbessert. Gleichzeitig lassen sich individuelle Wünsche in der Farbgebung realisieren. Flachdachabdichtungen müssen besonders strengen Anforderungen an den Brandschutz [16] genügen. Als Regelwerke für diesen Bereich sind insbesondere die ETAG 005 [16] sowie die DIN 18195 [7] und DIN 18531 [10] zu beachten. Weiteres zu Regelungen im Bereich Dachabdichtungen kann dem Leitfaden der Deutschen Bauchemie [2] entnommen werden.



3.3.3 Balkone und Terrassen

Abdichtungen für diesen Einsatzbereich, die ohne schützende Deckschicht versehen sind, müssen besonders verschleißfest und widerstandsfähig gegen mechanische und witterungsbedingte Beanspruchung sein. Zudem besitzen sie die nötige Elastizität um bauwerksbedingte Bewegungen des Untergrunds mitzumachen. Ein entscheidender Vorteil von Polyurethanen ist zudem das geringe Flächengewicht und die geringe Aufbauhöhe, vor allem bei Instandsetzungen. Der dekorative Aspekt spielt ebenfalls eine große Rolle – der Balkon ist das „verlängerte Wohnzimmer“! Die Oberfläche der Beschichtung kann in Struktur und Farbe vielseitig gestaltet werden.

Flüssigkunststoffe auf Polyurethanbasis für die Abdichtung von Balkonen und Terrassen sind in ETAG 005 [16] und/oder EN 1504-2 [5] beschrieben.

3.3.4 Brückenabdichtungen

Hochreaktive Spritzelastomere, hergestellt aus Polyurethan/Polyurea-Hybriden haben sich beim Einsatz als Brückenabdichtung gemäß der ZTV-ING, Teil 7, Abschnitt 3 (ZTV-BEL-B 3 [23]) durchgesetzt. Sie ermöglichen eine nahtlose Abdichtung sowohl in horizontalen als auch vertikalen Bereichen. Zusätzlich zu den sehr hohen mechanischen Anforderungen an die Spritzfolie (Zug-Dehnungs-Verhalten) ist wegen der Überbauung mit Gussasphalt auch eine sehr hohe Temperaturbeständigkeit gefordert. Im Abdichtungssystem kommt neben den Spritzelastomeren eine Grundierung auf Epoxidharzbasis nach den TL/TP-BEL-EP und ein Haftvermittler zur Gussasphaltschutzschicht zum Einsatz.

Die Polyurethan-Produkte zur Brückenabdichtung sind europäisch in ETAG 033 [18] geregelt.

3.4 Dichtstoffe und Fugenvergussmassen

Dichtstoffe und Fugenvergussmassen (horizontale Fugen) sind für die Dauerhaftigkeit von Bauwerken wichtig. Sie verhindern zuverlässig und dauerhaft das Eindringen von Feuchtigkeit bzw. dass keine Flüssigkeiten aus dem Bauwerk ins Erdreich oder ins Grundwasser dringen. Feuchtigkeitsschäden gehören zu den häufigsten Schadensfällen im Bauwesen. Trotz des geringen Anteils am gesamten Bau hat der Dichtstoff oder die Fugenvergussmasse in der modernen Bauweise eine wichtige Funktion: sie dichten „bewegungsausgleichend“ Bauteile mit z. T. deutlich unterschiedlichen thermischen Längenänderungen zuverlässig dauerelastisch ab. Dies wird auch immer wichtiger in Bezug auf die Energieeinsparverordnung, bei der die Dichtigkeit der Gebäude-Hülle eine immer wichtigere Rolle spielt.

Gute Haftung auf verschiedenen Untergründen und eine hohe mechanische Festigkeit sind notwendige Voraussetzungen für Dichtstoffe und Fugenvergussmassen. Kleine Verletzungen der Oberfläche dürfen die Funktion des Abdichtens nicht beeinträchtigen. Speziell mit Polyurethan- oder Polyurethan-Hybrid-Systemen lassen sich durch die mannigfaltigen Formulierungsmöglichkeiten für fast alle Anwendungen im Dichtstoffbereich die optimalen Produkte herstellen. So kann man mit diesen Systemen sehr weichelastische und witterungsbeständige Dichtstoffe für Fassaden herstellen, wie auch Produkte mit einer hohen mechanischen und chemischen Belastbarkeit wie sie z. B. in Bodenfugen in Parkhäusern oder auch bei der Abdichtung von Kläranlagen benötigt werden. Heutzutage sind in erster Linie verarbeiterfreundliche 1K-Systeme im Einsatz.



3.5 Gewässerschutz, Wasser, Abwasser

3.5.1 Gewässerschutz/Betonbehälter

An Betonbehälter, die zur Lagerung wassergefährdender Substanzen genutzt werden, sogenannte Anlagen zur Lagerung, zum Abfüllen und Umschlagen von wassergefährdenden Stoffen (LAU-Anlagen) müssen besondere Anforderungen an die Dichtigkeit gestellt werden. Die Fähigkeit kleine Risse im Beton zu überbrücken ohne dass der Behälter undicht wird, ist neben der hohen chemischen Beständigkeit gegen die zu lagernden Stoffe entscheidend.

Da unbeschichteter Beton als Werkstoff für Auffangwannen gegen eine Reihe flüssiger Chemikalien nicht dauerhaft beständig ist und zudem nur bei besonderer Bemessung und Ausführung als rissfrei und flüssigkeitsdicht gelten kann, müssen Auffangwannen und Bodenflächen in LAU-Anlagen wirksam und dauerhaft gegen das Eindringen dieser Stoffe geschützt werden. Chemikalienbeständige und rissüberbrückende PUR-Beschichtungen haben sich für diesen Einsatzbereich bewährt und können die gewünschte Schutzfunktion auch bei hoher mechanischer Belastung, z.B. durch direktes Befahren, über die angestrebte Nutzungsdauer sicherstellen.

Im Rahmen der Föderalismusreform ist im März 2010 eine Novelle des Wasserhaltungsgesetzes (WHG) in Kraft getreten. Anders als im bisherigen WHG ist die Umsetzung des WHG nicht mehr durch die Länder sondern nun länderübergreifend geregelt.

Bislang war im WHG die Errichtung und der Betrieb von LAU-Anlagen geregelt. In der Novelle sind nunmehr auch die Anforderungen bei Stilllegung von LAU-Anlagen erfasst. Die Anforderungen an die Auswahl und Verlegung von Beschichtungen waren bislang im Paragraph § 19 geregelt und werden nun durch die Paragraphen § 62 und § 63 ersetzt.

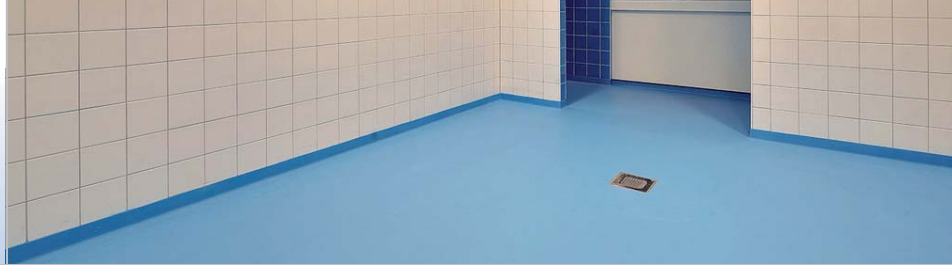
Durch Polyurethan-Beschichtungen auf den Auffangwannen wird sichergestellt, dass Umwelt und Grundwasser bei Leckagen von Chemikaliertanks geschützt werden.

3.5.2 Trinkwasserbehälter

Trinkwasser ist das wichtigste Lebensmittel weltweit und muss vor unnötigem Verbrauch und Verunreinigung geschützt werden.

Polyurethan-Beschichtungen werden in zunehmendem Maße als Auskleidung für Wasserleitungen und Behälter eingesetzt. Durch die gute Kombination von Abriebbeständigkeit mit hoher Härte und gleichzeitiger Unempfindlichkeit gegen Feuchtigkeitseinflüsse sind Polyurethan-Beschichtungen besonders für die Sanierung von Rohrleitungen geeignet.

Polyurethan-Produkte im Kontakt mit Trinkwasser müssen speziellen Anforderungen an das Freisetzungsverhalten organischer Stoffe entsprechen. Da es derzeit keine einheitliche europäische Regelung der Bauprodukte im Kontakt mit Trinkwasser gibt, müssen die Produkte nationale Anforderungen erfüllen. In Deutschland ist dies u. a. die Beschichtungsleitlinie des UBA (ehemals KTW-Empfehlungen – zu beziehen unter www.uba.de).



3.6 Kleben

3.6.1 Fliesenkleber

Man setzt sie ein in Schwimmbädern, Badezimmern, für den Hausflur, zum Gestalten von Kochnischen oder Fassaden: Fliesen. Geflieste Wände und Böden sind allgegenwärtig, praktisch und ästhetisch. Ganz gleich, welchen Zweck sie erfüllen, sie sollen möglichst lange (am Bauteil) halten, selbst unter den härtesten Bedingungen z.B. bei Einsatz von scharfen Reinigungsmitteln, und wenn sie ständig unter Wasser stehen oder wie bei Terrassenfliesen, wenn es zu hohen Temperaturdifferenzen kommen kann (Aufheizen bei Sonnenschein, im Winter Temperaturen bis unter -20 °C).

Unter diesen Randbedingungen sind auch die eingesetzten Fliesenkleber den hohen Beanspruchungen ausgesetzt. Fliesenkleber auf der Basis von Polyurethan eignen sich zum Verlegen von keramischen Fliesen, Platten und Mosaik. Die Polyurethan-Kleber sind wasserfest und wasserdicht sowie frostbeständig und weisen hohe Haftzugfestigkeiten auf. Sie sind verformbar und gleichen Temperaturschwankungen und Untergrundspannungen aus.

Die Produkte eignen sich besonders bei zeitbedrängten Verlegearbeiten, da sie schon nach kurzer Zeit voll belastbar sind. Sie lassen sich ohne Grundierung auf einer Vielzahl von Untergründen einsetzen. Die Produkte eignen sich auch zur Verlegung auf schwierigen, auch vibrierenden Untergründen wie Metallen, PVC und kunststoffbeschichteten Platten.

Die allgemeinen und besonderen technischen Anforderungen an Fliesenkleber werden in DIN EN 12004 formuliert.

3.6.2 Parkettkleber

Gerade im Bereich der Parkettverklebung verhilft das elastische Verhalten des Klebstoffs die Spannungen auf größere Flächen zu verteilen und so lokale Überbeanspruchungen von Untergrund und Klebstoff zu vermeiden und das Parkett trotzdem schubfest und zuverlässig mit dem Untergrund zu verbinden. Hybrid- und Polyurethan-Systeme sind in der modernen Holzbodenverklebung nicht mehr wegzudenken. Eine gezielte Abstimmung der Festigkeit und Elastizität des Klebstoffs gewährleistet die optimale Verbindung der Materialien.

Eine weitere Stärke des elastischen Klebens ist die Dämpfung von Schwingungen. Dies ermöglicht eine deutliche Reduzierung der Schallübertragung gegenüber starr verklebten Parkettböden. Steigende Ansprüche im Bereich der Schalldämpfung im Baubereich haben dazu geführt, dass der Anteil von Trittschalldämmsystemen stetig steigt. Ergänzend zu einer elastischen Verklebung werden geschäumte Schalldämmplatten in der Stärke von 3 – 5 mm im Bodenaufbau zur Erhöhung der Trittschalldämmung eingeklebt.

Im Bereich der Klebstoffapplikation wurden in den letzten Jahren große Fortschritte gemacht. Der Klebstoffauftrag wird heute durch verschiedene Auftragsgeräte wesentlich erleichtert. Gleichmäßiger, gelenkschonender und ergonomischer Klebstoffauftrag plus Zeitersparnis sind die Schlagwörter auf dem Bau, die besonders bei den Parkettlegern "hoch im Kurs" sind.

Die Anforderungen an Parkettklebstoffe werden in der DIN EN 14293 beschrieben.

3.7 Injektionen

Häufig sind Bauwerke durch Eindringen von Wasser oder anderen schädigenden Einflüssen, wie z.B. Salzen aus dem Untergrund, belastet. Trotz größter Sorgfalt entstehen in Betonbauwerken oder Mauerwerksstrukturen immer wieder Risse, Hohlräume,



Kiesnester, Fehlstellen oder auch werkstoffbedingte Durchlässigkeiten. Von außen kann solch ein Schaden häufig nicht oder nur mit erheblichem Aufwand beseitigt werden. Eine Flüssigkunststoff-Abdichtung, die durch Injektion nachträglich in die Bausubstanz eingebracht wird, löst dieses Problem.

Der klassische Einsatzbereich von PUR-Systemen in der Rissinjektion ist das Abdichten und Schließen von Fehlstellen oder das Dehnbar-Verbinden von Bauteilen. Mit Feuchtigkeit im Bauwerk bilden sich kleine Schaumbläschen innerhalb der dichten Harzstruktur. Elastische PUR-Harze können über diese feine Blasenstruktur mit dem Riss aufgeweitet oder gestaucht werden und so die Dynamik des Risses in Grenzen mitmachen.

Mit ihrer Tendenz zum Schäumen dichten Polyurethan-Harze auch Arbeitsfugen, insbesondere Kiesnester zuverlässig ab, ohne das Bauwerk im besonders anfälligen Aufgang Boden-Wand der Bewehrungskorrosion auszusetzen.

Polyurethane können in ihrer Eigenschaft mit Wasser als Reaktionspartner aufzuschäumen gezielt eingestellt werden, um im Sekundenbereich einen Widerstand gegen einströmendes Wasser aufzubauen. Diese sogenannten SPUR-Füllstoffe oder Injektions-schaumharze sichern das störungsfreie Aushärten eines langsam reagierenden PUR-Harzes zur dauerhaften Abdichtung des Bauwerks. Expandierende PUR-Harze dienen auch dazu, Hohlräume mit geringem Materialeinsatz wärmedämmend und zugleich wirtschaftlich aufzufüllen.

Wassereintritte in aktiven Bauvorhaben verursachen Zeitverzögerungen und hohe Kosten. Abhilfe können Polyurethane schaffen, die im Minutenbereich und als zähfestes Harz er härten. Sie dienen zur Schnellabdichtung und Stabilisierung von Tunnelbauwerken und Baugruben bei unvorhergesehenen Wassereintritten. Die PUR-Harze werden mit leistungsfähigen 2K-Anlagen eingebracht und entfalten schon nach Minuten ihre abdichtende und zugleich verfestigende Wirkung. Stillstandszeiten durch Wassereintritte oder Instabilitäten können so minimiert werden.

Bei Injektionen im Mauerwerk steht das Abdichten im Vordergrund. Entscheidende Qualitätskriterien einer nachträglich eingebrachten Horizontalsperre sind sehr niedrige Viskosität und gute Penetration vorzugsweise im Mörtelbereich des Mauerwerks. Mit dem Wirkprinzip Kapillarverstopfung zeichnen sich Polyurethane durch eine hohe Dauerhaftigkeit aus. Dabei müssen keine aufwändigen Abwägungen um Einsatzgrenzen wegen ggf. zu hoher Mauerwerksfeuchtigkeit unternommen werden. PUR-Harze dichten nicht nur gegen kapillar aufsteigende Mauerwerksfeuchtigkeit, sondern auch gegen höhere Lastfälle wie unter Druck anstehendes Sickerwasser (und weitere Lastfälle der DIN 18195) zuverlässig ab.

Rissinjektionen in Betonbauteilen sind in der EN 1504-5 geregelt [5]. Als Vorläuferregelwerke sind national die DAfStb Instandsetzungsrichtlinie (RL SIB) [1] und die ZTV-Ing [21] zu nennen. Die wesentlichen Anforderungen aus den deutschen Regelwerken sind in die EN 1504-5 eingeflossen. In der entscheidenden Eigenschaft „Dehnbarkeit“ wurden dabei die Anforderungen an die Rissfüllstoffe der Klasse D deutlich erhöht. So werden in der EN 1504-5 gegenüber der Instandsetzungsrichtlinie z.B. eine höhere Dehnbarkeit bei tiefen Temperaturen und gleichzeitig kleinsten Rissweiten gefordert.

Polyurethane sind bedarfsgerecht einstellbar von elastisch weich über zähfest bis hart. Dies eröffnet nach dem Performance-Konzept der europäischen Norm EN1504-5 neue Möglichkeiten. So sind Rissanwendungen wie kraftschlüssiges Verbinden von Bauteilen mit PUR-Systemen darstellbar, die bisher allein anderen Werkstoffklassen vorbehalten waren. Mit Polyurethanen ist das breite Spektrum mechanischer Eigenschaften in einem weiten Bereich der Reaktivität einstellbar.

4 VERARBEITUNG – GEFAHREN BEIM UMGANG

4.1 Allgemeines

Solange Reaktionsharze noch nicht ausgehärtet sind, können beim Umgang mit den Einzelkomponenten und bei der Verarbeitung des Produktes Gefährdungen auftreten.

Polyurethan-Systeme sind reaktive Systeme. Sie können über verschiedene Expositionswege auf den Körper einwirken, z.B. bei Kontakt mit der Haut, beim Einatmen (besonders Aerosole) oder beim Verschlucken. Diese Gefährdungen sind produktspezifisch und in den (erweiterten) Sicherheitsdatenblättern in Abschn. 7 und 8 beschrieben. Übersichtsweise sind diese Gefährdungen in Kapitel 2.4 dieses Sachstandsberichtes beschrieben.

Grundsätzlich sind technische und organisatorische Maßnahmen gegen solche Gefährdungen vorzunehmen und durch eine geeignete persönliche Schutzausrüstung zu ergänzen.

Die Auswahl der Arbeitsschutzmaßnahmen (Belüftung, Atemschutzgeräte) ist von den Angaben im erweiterten Sicherheitsdatenblatt und den Bedingungen vor Ort abhängig (z.B. Abmessung der Räumlichkeiten, Luftwechselrate, Materialumsatz pro Stunde). Diese Arbeitsschutzmaßnahmen müssen im Einzelfall bestimmt werden.

Bei lösemittelhaltigen Produkten muss durch geeignete Maßnahmen (Belüftung, Absaugung) sichergestellt werden, dass die Arbeitsplatzgrenzwerte (AGW) eingehalten werden; der Explosionsschutz muss beachtet werden.

Kann eine Unterschreitung der AGW durch technische Maßnahmen nicht erreicht werden, dann muss ein Atemschutzgerät verwendet werden. Zum Schutz gegen Lösemitteldämpfe muss in der Regel ein Gasfiltertyp A eingesetzt werden, die Gasfilterklasse ist abhängig von der Schadgaskonzentration vor Ort. Bei Spritzverarbeitung muss ein Kombinationsfilter A1-B1-P2 benutzt werden.

Bei den Applikationsmethoden wird je nach Produkt und Anwendungsgebiet zwischen der Verarbeitung durch Spachteln/Rakeln oder Rollen, der Spritzverarbeitung oder Injektion unterschieden.

Abhängig von der Applikationsmethode und Umgebung können unterschiedliche Schutzmaßnahmen erforderlich sein und müssen konsequent eingehalten werden.

4.2 Vorbereitung der Verarbeitung

Umsichtige Planung und Arbeitsvorbereitung vermeiden „Stress“ und beugen nachfolgend gefährlichen Situationen auf der Baustelle vor.

Verarbeitungsfehler lassen sich vermeiden, wenn die Verarbeitungsbedingungen eingehalten werden und die Vorbereitungsarbeiten abgeschlossen sind.

Daher informiert sich der Verarbeiter vor Beginn der Arbeiten im Technischen Merkblatt und im Sicherheitsdatenblatt über den sachgerechten Umgang mit dem Material und die geeignete Schutzausrüstung.

Die persönliche Schutzausrüstung umfasst mindestens eine gut schließende Schutzbekleidung (keine nackte Haut), Sicherheitsschuhe, Schutzbrille und Schutzhandschuhe.





Geeignete Schutzhandschuhe (EN 374) sind in der Regel aus Nitril-, Butyl- oder Chloroprenkautschuk. Bei lösemittelhaltigen Produkten muss der Schutzhandschuh zusätzlich auf die Lösemittel abgestimmt sein. Geeignete Schutzhandschuhe können u. a. dem Sicherheitsdatenblatt entnommen werden.

Während der Verarbeitung ist auf ausreichende Frischluftzufuhr in den Räumlichkeiten zu achten.

Das Tragen der richtigen Handschuhe in geprüfter Qualität gehört zu den wichtigsten Schutzmaßnahmen beim Umgang mit PUR-Produkten.

4.3 Anmischen

Im Bereich der Polyurethan-Produkte sind sehr verschiedene Gebindeformen und -größen verbreitet, z. B. Kartuschen, 2Komponenten-Eimer, Kombigebinde, Kanister, Knetbeutel.

Im Technischen Merkblatt des Produktherstellers sind genaue Anweisungen zum Öffnen der Gebinde und zum Mischen der Komponenten angegeben, die vom Verwender genauesten zu beachten sind.

Der direkte Kontakt mit dem Material ist durch geeignete Schutzmaßnahmen unbedingt zu vermeiden. Es müssen Schutzbekleidung, Schutzbrille und Schutzhandschuhe getragen werden.

Empfehlenswert für das Mischen der beiden Komponenten ist der Einsatz einer dicht schließenden Spritzabdeckung sowie ein langsam anlaufender Mischer mit stufenloser Drehzahlregelung.

Üblicherweise werden Gebinde wie konfektioniert angemischt. Werden ausnahmsweise nur Teilmengen verarbeitet, ist besondere Sorgfalt notwendig.

Spezielle Schutzausrüstung bei der Anwendung in schlecht belüfteten Räumen und unter Druck (z. B. Verpressen von Injektionsharz)

4.4 Beschichten

Das Gebinde wird auf die zu beschichtende Fläche entleert und mit geeignetem Werkzeug verteilt.

Die stehende Verarbeitung mit langstieligen Geräten (z. B. Rakel, Gummischieber, Rolle oder Stachelwalze) ist gegenüber der knieenden Verarbeitung aus ergonomischen und Sicherheitsgründen generell zu bevorzugen.

4.5 Spritzapplikation

Für die Spritzapplikation muss die Standardschutzausrüstung um einen geeigneten Atemschutz und Vollkörperschutz erweitert werden.



4.6 Injektion

Zum Schutz vor Materialkontakt durch undichte Packer, abgeplatzte Schläuche ist zusätzlich zur üblichen persönlichen Schutzausrüstung ein Gesichtsschutz (Visier) zu tragen.



4.7 Reinigen der Arbeitsgeräte und Entsorgung auf der Baustelle

Aus praktischen Gründen werden Geräte wie Rolle, Gummischieber oder Stachelwalze nach Gebrauch entsorgt.

Höherwertige Geräte werden mit einem geeigneten, vom Hersteller empfohlenen Reinigungsmittel (siehe Technisches Merkblatt) gereinigt. Gerade beim Reinigen ist auf vollständige persönliche Schutzausrüstung zu achten und die gerätespezifischen Schutzmaßnahmen sind unbedingt einzuhalten (ggf. Explosionsschutz bei Lösemitteln, Verträglichkeit mit Komponenten von Pumpen, Spritzgeräten usw.).

Restmengen ausgehärteter Polyurethan-Produkte werden üblicherweise wie hausmüll-ähnlicher Gewerbeabfall behandelt. Die bei den einzelnen Arbeitsschritten entstehenden Abfälle müssen getrennt gesammelt und mit den entsprechenden Abfallschlüsselnummern versehen werden. Nach Rücksprache mit dem Entsorgungsunternehmen werden die Stoffe in den vereinbarten Behältnissen abgeholt. Die Abfallschlüsselnummern werden im europäischen Abfallkatalog (EAK) beschrieben.

Aufgrund der Verpackungsverordnung bestehen für Hersteller und Vertrieber Rücknahmepflichten für Verpackungen, auch von schadstoffhaltigen Füllgütern. Als schadstoffhaltig werden u. a. solche Produkte verstanden, die dem Selbstbedienungsverbot der Chemikalienverbotsverordnung [26] unterliegen.

Um dieser Rücknahmepflicht zu genügen, wurden von Herstellern und Vertriebern von Polyurethan-Systemen Verträge mit Sammel- und Verwertungsfirmen abgeschlossen. Wenn die Verpackungen schadstoffhaltige Güter enthielten, können diese über gesonderte Entsorgungsschienen (KBS: Kreislaufsystem Blechverpackungen Stahl für Metallverpackungen, Interseroh: Recycling für Kunststoffverpackungen, REPA-Sack-System für Kraftpapiersäcke) zurückgeführt werden. Voraussetzung für die Rücknahme von Gebinden ist die Restentleerung der Gebinde. Gebinde sind restentleert, wenn sie tropffrei, spachtelrein bzw. rieselfrei sind. Zusätzlich müssen die Verarbeiter von Polyurethan-Systemen die verschiedenen Verpackungsfractionen (Blech, Kunststoff, Papier, Säcke usw.) getrennt sammeln und entsorgen. Weitere aktuelle Informationen insbesondere für die Bauwirtschaft sind auf der Internet-Seite www.deutsche-bauchemie.de unter der Rubrik „Verpackung/Entsorgung“ zu finden.



4.8 Transport und Lagerung

Seit Januar 2008 ist die Europäische Richtlinie Nr. 1272/2008 zur Umsetzung des von der UN beschlossenen weltweit einheitlichen Systems (**Globally Harmonized System**) für die Einstufung und Kennzeichnung von Stoffen und Gemischen in Kraft. Bis zum 1. Dezember 2010 mussten alle in Verkehr gebrachten Stoffe entsprechend diesem System neu eingestuft und gekennzeichnet werden, die Daten in ein Datensystem der ECHA eingetragen werden und die zugehörigen Sicherheitsdatenblätter aktualisiert werden. Für Gemische zu denen auch Polyurethan-Reaktionsharz-Komponenten zählen, ist diese Umstellung bis 1. Juni 2015 nötig. Die Einführung der GHS-Verordnung, in Europa auch Verordnung über Classification, Labelling and Packaging (CLP) genannt, bedeutet, dass im Umgang charakteristische neue Piktogramme zu verwenden sind.



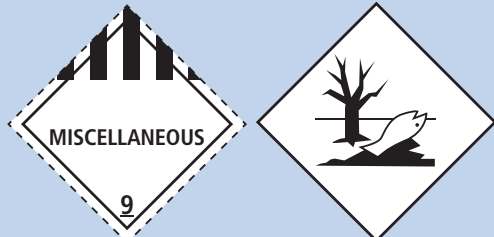
4.8.1 Transport

Beim Transport von PUR-Harzen und -Härtern sind geeignete Maßnahmen zum Schutz von Mensch und Umwelt zu treffen. Diese Maßnahmen richten sich nach dem Grad der gefährlichen Eigenschaften der Materialien. Informationen dazu werden vom Hersteller/Lieferanten in Kapitel 14 des Sicherheitsdatenblattes (SDB) geliefert. In der Regel sind die im Bauwesen verwendeten Polyurethan-Komponenten, z. B. das Polyol-Harz und der Härter auf MDI-Basis, kein Gefahrgut im Sinne der Gefahrgutvorschriften. Wenn diese Materialien gesundheitsschädliche (z. B. sensibilisierende, hautreizende) oder umweltgefährdende Eigenschaften haben (siehe SDB oder Kennzeichnung auf dem Etikett), sind die Auswirkungen beim Transport zu berücksichtigen. Als Maßnahmen sind die allgemeinen Sicherheitsbestimmungen der Straßenverkehrsordnung einzuhalten, d. h., es ist eine angemessene Transportverpackung auszuwählen und die Ladung ist bei der Beförderung so zu sichern, dass kein Transportgut freigesetzt wird.

Für den Straßentransport als wesentlichen Verkehrsträger für die Bauwirtschaft ist in Europa das ADR (Europäisches Übereinkommen zur Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße) zu erfüllen. Wichtig ist, dass die für die Anwendung des ADR erforderliche Sachkenntnis bei der Planung der Transporte vorhanden ist und alle an der Beförderung von Gefahrgut Beteiligten entsprechend ihren Tätigkeiten unterwiesen sind.

Da die Anforderungen der Gefahrgutvorschriften nicht nur von den Eigenschaften der Materialien sondern auch von den Transportumständen (z. B. Menge des Transportgutes, Größe der Verpackung) abhängt, können die Informationen in diesem Sachstandsbericht die erforderliche Sachkenntnis der Gefahrgutvorschriften nicht ersetzen.

Beispiele für Gefahrgutklassen für kennzeichnungspflichtige Polyurethan-Komponenten

		
Klasse 8: Ätzende Stoffe	Klasse 3: Entzündbare Stoffe	Klasse 9: Umweltgefährdende Stoffe
z. B. aufgrund eines Amin-Anteils	z. B. aufgrund eines entzündbaren Lösemittels	z. B. aufgrund umweltgefährdender Bestandteile

Gefahrgutanforderungen werden vom Hersteller der Produkte eingehalten. Werden Produkte durch den Anwender um- oder abgefüllt oder der Zustand der Originalverpackung verändert, ist der Anwender für den regelkonformen Zustand der Verpackung verantwortlich.

Für Beförderungen im Kleintransporter und PKW können Freistellungen oder reduzierte Anforderungen genutzt werden. Für weitere Informationen siehe auch VCI Leitlinie „Beförderung gefährlicher Güter im PKW/Kombi“ [41].

4.8.2 Lagerung

Für nicht kennzeichnungspflichtige Stoffe und Gemische sind keine besonderen Lagerungsvorschriften zu beachten. Für nach Gefahrstoffverordnung kennzeichnungspflichtige Stoffe und Gemische, insbesondere lösemittelhaltige Komponenten, sind die entsprechenden Regeln einzuhalten:

a) die Einstufung nach Flammpunkt und Betriebssicherheitsverordnung

Je nach Lösemittelgehalt und Flammpunkt können sowohl die Polyisocyanat- als auch die Polyol-Komponente einer Gefahrenklasse (hochentzündlich (F+, R12), leichtentzündlich (F, R11) oder entzündlich (R10)) zugeordnet sein. Derartige Produkte unterliegen der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) [25], wobei Produkte mit einem Flammpunkt bis einschließlich 55 °C berücksichtigt werden. Lösemittelfreie Polyisocyanate und Harze weisen in der Regel einen Flammpunkt größer 100 °C auf und unterliegen somit nicht der BetrSichV. Die BetrSichV unterscheidet zwischen erlaubnisfreier und erlaubnisbedürftiger Lagerung. Maßgeblich für die Zuordnung ist die vorstehend genannte Gefahrenklasse des Produkts, die Lagermenge und Art des Lagerbehältnisses. Anforderungen an Anlagen zur Lagerung brennbarer Flüssigkeiten aller o. g. Gefahrenklassen finden sich darüber hinaus in der TRbF 20 (Technische Regeln für brennbare Flüssigkeiten, Lager, [32]), welche künftig in Technische Regeln für Betriebssicherheit (TRBetrSich) überführt wird.

b) die Wassergefährdungsklasse (WGK)

Zur Beurteilung eventuell vorhandener nachteiliger Wirkungen auf die Umwelt bei Austritt aus dem Lager wird die WGK herangezogen. Die flüssigen Polyisocyanate, Polyole und deren Lösungen werden nach der allgemeinen „Verwaltungsvorschrift zum Wasserhaushaltsgesetz über die Einstufung wassergefährdender Stoffe in Wassergefährdungsklassen (VwVwS)“ [24] typischerweise in WGK 1 (schwach wassergefährdend) eingestuft. Die verwendeten Amine können in WGK 1, 2, oder vereinzelt auch 3 (schwach wassergefährdend, wassergefährdend, bzw. stark wassergefährdend) eingestuft sein. Die zu ergreifenden Maßnahmen sind von den gelagerten Mengen abhängig. So ist z. B. ein Auffangraum ab folgenden Mengen vorgeschrieben:

- WGK 1: mehr als 10.000 Liter
- WGK 2: mehr als 1.000 Liter

c) Allgemein

Alle Vorschriften zur Lagerung gelten auch auf Baustellen und für nicht vollständig restentleerte Gebinde. Es gilt die TRGS 510.

Hinweise zur Lagerung finden sich im Abschnitt 7 des SDB.

GISBAU Gefahrstoff-Informationssystem
der Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft

Aktuelles | GISBAU | WINGIS | Produktgruppen | Service | Sicherheitsdatenblatt - online

Willkommen bei GISBAU

Aktuelles
WINGIS-Video
GISCODES für iPhone
GHS
mehr...

Service
Gefahrstoffrecht
Gefahrstoff-Broschüren
Betriebsanweisungen
Gefährdungsbeurteilungen
Expositionsbeschreibungen
Gefahrtguttransport
Links
mehr...

Kennen Sie diese Symbole?



GISBAU ist das Gefahrstoff-Informationssystem der BG BAU. Es bietet:

- umfassende Informationen über Gefahrstoffe beim Bauen, Renovieren und Reinigen
- Betriebsanweisungen gemäß §14 der Gefahrstoffverordnung
- Handlungsanleitungen und Broschüren zur Gefahrstoffproblematik
- das Produkt WINGIS, das als CD-Version, aber auch online zur Verfügung steht

Wir sorgen für einen sicheren Umgang mit Gefahrstoffen und tragen so dazu bei, Berufskrankheiten und Arbeitsunfälle zu vermeiden.

WINGIS online
WINGIS online

Weniger Staub am Bau

Datenbanken
WINGIS online
Handschuhdatenbank
GESTIS Stoffdatenbank
Sicherheitsdatenblatt

4.9 Betriebsanweisungen für den Umgang mit Polyurethanen (GISCODE)

GISCODEs/Produkt-Codes basieren auf dem Gedanken, Produkte mit vergleichbarer Gesundheitsgefährdung und demzufolge identischen Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln zu Gruppen zusammen zu fassen. Dadurch wird die Vielzahl chemischer Produkte auf wenige Produktgruppen reduziert. Die Deutsche Bauchemie hat in Zusammenarbeit mit GISBAU (Gefahrstoff-Informationssystem der Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft) die Polyurethan-Produkte mit vergleichbaren Gefahren in Produktgruppen eingeteilt. Diesen derzeit acht Produktgruppen sind so genannte GISCODEs zugeordnet. Für jede Produktgruppe wurden Hinweise zum Arbeitsschutz und eine Muster-Betriebsanweisung gemäß GefStoffV entwickelt. Diese sind in der von der GISBAU betreuten Datenbank „WINGIS“ [32] zusammengestellt und unter www.gisbau.de abzurufen.

Die Hersteller teilen ihre Produkte den verschiedenen GISCODE-Gruppen zu und bringen einen entsprechenden Hinweis auf dem Etikett, im erweiterten Sicherheitsdatenblatt und im technischen Merkblatt an. Dadurch ist eine einfache Bewertung der einsetzbaren Produkte im Sinne der Ermittlungspflicht nach der GefStoffV [27] möglich.

4.10 REACH

Der technisch hohe Standard der heutigen Gesellschaft beruht nicht zuletzt auf der Verwendung von Chemikalien als Bestandteil einer Vielzahl von Produkten. Viele Artikel des täglichen Lebens wie beispielsweise Mobiltelefone, Kraftfahrzeuge und modische Kleidung und natürlich auch das Errichten von Bauwerken sind ohne den Beitrag der Chemischen Industrie nicht denkbar.

Um ein hohes Schutzniveau bei der Herstellung von Stoffen sicherzustellen, haben sich die Mitglieder der Europäischen Union auf die Chemikalienverordnung REACH [30] geeinigt, in deren Mittelpunkt der Schutz von Mensch und Umwelt steht.

REACH ist am 1. Juni 2007 in Kraft getreten und muss von allen Unternehmen der EU umgesetzt werden. Bereits seit dem 1. Dezember 2008 müssen alle Stoffe, die in den Staaten der EU hergestellt oder in die EU importiert werden, vorregistriert und registriert sein.

Die REACH Verordnung sieht Übergangsfristen für die Registrierung – nach erfolgter Vorregistrierung – vor.

Zur Umsetzung der REACH-Verordnung hat die EU eigens eine Europäische Agentur für chemische Stoffe, kurz ECHA, in Helsinki gegründet.

Die erste Frist für Stoffe mit Jahrestonnen über 1000 t pro Unternehmen ist am 1.12.2010 abgelaufen. Es wurden mehr als 4700 Stoffe registriert. Darunter auch viele Polyurethan-Rohstoffe.

Im Rahmen der Stoff-Registrierung müssen für alle gefährlich eingestuft Chemikalien sichere Schwellenwerte (DNELs: derived no effect levels und PNECs: predicted no effect concentration) aus den Informationen zu den Substanzeigenschaften hergeleitet werden. Sichere Schwellenwerte beschreiben Konzentrationen oder Dosen, unterhalb derer keine schädlichen Effekte durch den Stoff für Mensch und Umwelt erwartet werden. Erste erweiterte Sicherheitsdatenblätter mit Expositionsszenarien wurden bereits versendet.

Die Expositionsszenarien beschreiben für die Bereiche Umwelt, Arbeitsplatz und Verbraucher, unter welchen Bedingungen mit dem Stoff sicher umgegangen werden kann.

Die Expositionsszenarien der Rohstofflieferanten enthalten vor allem Informationen zu den sicheren Verwendungsbedingungen. Je nachdem wie hoch die Risiken in einer Verwendung sind, können die Informationen sehr allgemein oder sehr spezifisch sein. Es wird der vollständige Lebenszyklus – von der Herstellung über die Verwendung bis zur Entsorgung – eines Stoffes betrachtet. Erste Konsequenzen dieser Registrierung sind bereits erkennbar. So wurde beispielsweise die Verwendung von HDI-Uretdionen für die Spritzapplikation eingeschränkt und ist nur noch mit besonderen Schutzmaßnahmen durchführbar (siehe Sicherheitsdatenblatt).

Die Hersteller von Polyurethan-Produkten gehören i. d. R. zu der Gruppe der nachgeschalteten Anwender (Downstream User), da sie meistens Formulierer sind. Für den Fall, dass der nachgeschaltete Anwender Produkte außerhalb der EU bezieht, hat er sich bei seinem Vorlieferanten zu vergewissern, dass die von ihm bezogenen Produkte vorregistriert oder registriert wurden, um für die Zukunft die Herstellung seiner Produkte sicherzustellen. Anhand der aktualisierten erweiterten Sicherheitsdatenblätter für gefährlich eingestufte Rohstoffe hat der nachgeschaltete Anwender die Pflicht zu überprüfen, ob seine Verwendungen durch die Registrierung seines Vorlieferanten abgedeckt worden sind. Ansonsten kann er dem Rohstofflieferanten die Verwendung seiner Rohstoffe mitteilen oder eine eigene Sicherheitsbewertung durchführen. Die Durchführung der Sicherheitsbewertung durch den Downstream User muss der ECHA mitgeteilt werden. Auf Basis der Informationen der Vorlieferanten erstellen die Formulierer konsolidierte erweiterte Sicherheitsdatenblätter für ihre bauchemischen Formulierungen. Alle diese Angaben kommen dem Endanwender für einen sicheren Umgang mit dem Endprodukt zugute.

Der Endanwender der Polyurethan-basierten Produkte (Applikateur) ist gemäß der REACH-Verordnung auch ein nachgeschalteter Anwender. Diese müssen Produkte für die ein erweitertes Sicherheitsdatenblatt übermittelt wurde, unter den im Sicherheitsdatenblatt beschriebenen Bedingungen verwenden. Wenn er dies umsetzt, hat er diesbezüglich keine weiteren Pflichten unter REACH.



5 POLYURETHANE IN DER UMWELT – ASPEKTE ZUR NACHHALTIGKEIT

5.1 Nachhaltiges Bauen

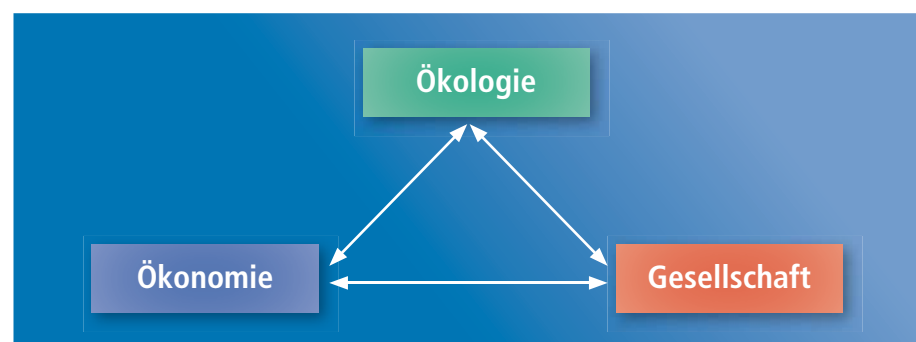
In den vergangenen 10 Jahren ist in Europa und besonders in Deutschland ein stärkeres Umweltbewusstsein in den Vordergrund gerückt. Mit der Diskussion über endliche Rohölvorkommen, Umweltschutz und Klimawandel ist der komplexe Begriff der Nachhaltigkeit heute im allgemeinen Sprachgebrauch.

Historisch geht der Begriff der Nachhaltigkeit auf Hans Carl von Carlowitz zurück. Schon 1713 hat er im Zusammenhang mit dem Holzmangel im sächsischen Silberbergbau den Begriff von der nachhaltigen Forstwirtschaft geprägt. Von Carlowitz forderte, dass nur soviel Holz geschlagen wird, wie in der gleichen Zeit nachwachsen kann. Nachhaltigkeit bedeutete, dass infolge Aufforstung und behutsamem Holzeinschlag zugunsten der langfristigen Holzverfügbarkeit auf kurzfristige Gewinne verzichtet wurde [47].

In der heutigen Zeit wird Nachhaltigkeit in internationalen Umweltkonferenzen oder der 1983 gegründeten Sachverständigenkommission „Weltkommission für Umwelt und Entwicklung“ der Vereinten Nationen diskutiert und eingefordert. Der 1987 vorgelegte Bericht „Unsere gemeinsame Zukunft“ [45] betrachtete erstmals vorher getrennte Problembereiche wie Artensterben, Wüstenausbreitung, Schuldenkrise, kriegerische Konflikte, Flächenverbrauch und Armut als Wirkungsgeflecht, für die eine ganzheitliche Lösung anzustreben ist. Das dargestellte Spannungsfeld zwischen wirtschaftlichen Interessen und umweltpolitischen Zielen mündete in die 1992 auf dem Weltgipfel in Rio verabschiedeten Aktionsprogramme für eine nachhaltige Entwicklung („Agenda 21“) [44].

Für den Baubereich fordert die neue europäische Bauproduktenverordnung die Nachhaltigkeit von Bauvorhaben ein. Zu den bereits aus der Bauproduktenrichtlinie bekannten wesentlichen Anforderungen an Bauwerke ist die Basisanforderung Nr. 7 „Nachhaltige Nutzung Natürlicher Ressourcen“ zusätzlich aufgenommen worden. Entsprechende Anforderungen, die den internationalen Standards ISO 14025 und EN 15804 entsprechen, sollen in europäische Normen für Bauprodukte aufgenommen werden. Damit kann Nachhaltiges Bauen nach einem europaweit harmonisierten Verfahren bewertet werden.

Nachhaltigkeit wird modellhaft häufig als das Zusammenspiel von Ökologie, Ökonomie und Gesellschaft dargestellt [46]:



Ein Prozess, ein Konzept oder auch ein Produkt wird nach dieser Definition als „nachhaltig“ bezeichnet, wenn alle drei Bereiche in ausreichendem Maße berücksichtigt werden.

Moderne Flüssigkunststoffe auf Polyurethanbasis entsprechen in vielen Bereichen bereits heute dieser Definition der Nachhaltigkeit:

Ökologie: Die Harzkomponente (Polyol) ist vielfach auf Basis von natürlichen, nachwachsenden Pflanzenölen (z. B. Rizinusöl) hergestellt. Damit erreicht eine handelsübliche 2-komponentige Polyurethanbeschichtung häufig einen Anteil an nachwachsenden Rohstoffen von über 50% (bezogen auf das Bindemittel). Im ausgehärteten Zustand sind die Produkte normaler Bauschutt und stellen keine Gefahr für die Umwelt dar.

Ökonomie: Polyurethane sind langlebige Produkte, die einen wertvollen Beitrag zum Schutz der Bausubstanz (z. B. als Oberflächenschutz-System oder als Injektionsmaterial für gerissenen Beton) leisten und so die Nutzungsdauer verlängern und die Rentabilität eines Gebäudes entscheidend verbessern.

Ganzheitliche Betrachtung eines Gebäudes und seiner Wirkung auf Nutzer und Umwelt über den gesamten Lebenszyklus

Schutzziele	Schutz der Umwelt Schutz der natürlichen Ressourcen	Senkung der Lebenszykluskosten Erhalt ökonomischer Werte	Sicherheit von Gesundheit/ Behaglichkeit im Gebäude Erhalt sozialer und kultureller Werte
Bewertung	Ökologische Qualität 22,5 %	Ökonomische Qualität 22,5 %	Soziokulturelle und funktionale Qualität 22,5 %
	Technische Qualität	22,5 %	
	Prozessqualität	10 %	
	Standortqualität		

Quelle: Graubner, Darmstadt [48]

Gesellschaft: Der gesellschaftliche Nutzen von bauchemischen Polyurethan-Produkten wird am einfachsten am Beispiel von Sportböden aus flexibel eingestelltem Polyurethan deutlich. Spitzenleistungen in der Leichtathletik sind ohne diese speziellen Böden gar nicht mehr vorstellbar.

Nachhaltigkeit in der Bauchemie findet sich aber nicht nur in den Produkten. Energieeffiziente Anlagen sowie Produktionsprozesse, in denen die Hilfsstoffe in einem geschlossenen Kreislauf verwendet werden und so praktisch ohne Abfälle auskommen, sind in vielen Betrieben heute Standard. Darüber hinaus leistet die Bauchemie durch entsprechende Forschungsförderung einen Beitrag, den Anteil an fossilen Rohstoffen und die CO₂-Bilanz der hergestellten Produkte immer weiter zu verbessern.

5.1.1 Lebenszyklus-Analyse (life cycle assessment) – Ökobilanz

In einer Lebenszyklus-Analyse (life cycle assessment) finden die Bauphase, die Nutzungsphase mit möglichen Umnutzungen sowie Abriss und Entsorgung, also die ganze Lebensdauer des Gebäudes bzw. Bauwerks, Berücksichtigung. Dabei werden Ressourcenverbrauch und Emissionen in die Umwelt über den gesamten Herstellprozess betrachtet. Daraus resultierende Beiträge zum Treibhauseffekt, zur Überdüngung oder Versauerung von Gewässern können mit der Ökobilanzmethodik quantifiziert und bewertet werden.

5.1.2 Gebäudezertifizierung

Es ist „in Mode gekommen“, Gebäude nach ihren Umwelteigenschaften zu zertifizieren. Ein ganzer Dienstleistungssektor hat sich darum gebildet. Dazu werden sämtliche für das Gebäude und dessen Unterhaltung eingesetzten Baustoffe, Bauprodukte und Prozesse nach ihrem jeweiligen Beitrag aufgeschlüsselt. Um die einzelnen Anteile quantitativ bewerten zu können, werden Umweltproduktdeklarationen (englisch: Environmental Product Declaration – EPD) der verschiedenen Bauprodukte herangezogen.

5.1.3 Umweltproduktdeklaration

Umweltproduktdeklarationen basieren auf den internationalen Normen ISO 14025 und EN 15804. In ihnen werden die Umwelteigenschaften eines Bauproduktes während des gesamten Lebenszyklus in standardisierter Weise zusammengefasst.

In die Bauproduktenverordnung wurde zusätzlich die Basisanforderung Nr. 7 „Nachhaltige Nutzung Natürlicher Ressourcen“ aufgenommen. Für diese ist vorgesehen, EPD nach EN 15804 als ein Element eines harmonisierten Verfahrens zur Bewertung Nachhaltigen Bauens heranzuziehen.

Für verschiedene Polyurethanproduktgruppen für den Baubereich werden Muster-EPDs zur Verfügung gestellt, die von einem unabhängigen Institut für die Mitgliedsunternehmen der Deutschen Bauchemie für die Zertifizierung beim Institut für Bauen und Umwelt IBU erarbeitet wurden.

Weiteres siehe www.deutsche-bauchemie.de

5.2 Einflüsse auf die Umwelt während der Nutzungsphase

5.2.1 Qualität der Innenraumluft – VOC

Eine hohe Luftqualität in Wohn- und Nutzräumen findet in der Öffentlichkeit zunehmende Beachtung. Das gestiegene Bewusstsein von Anwendern und Nutzern hat die Hersteller bauchemischer Produkte veranlasst, nicht nur technisch bessere sondern emissionsärmere Produkte zu entwickeln.

Die Qualität der Innenraumluft wird neben der Nutzung von Parametern wie Temperatur, Luftfeuchte und Luftströmungen und maßgeblich vom Emissionsverhalten aller im Raum befindlichen Gegenstände sowie den verwendeten Bauprodukten beeinflusst. Um die Belastung der Innenraumluft durch flüchtige organische Verbindungen (VOC) aus Bauprodukten einheitlich und nachvollziehbar bewerten zu können, hat der „Ausschuss zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten“ (AgBB) Prüfkriterien erarbeitet und daraus ein Bewertungsschema entwickelt. Dieses bildet einen gesundheitsbezogenen Qualitätsmaßstab für den Einsatz bauchemischer Produkte im Innenbereich und fördert zudem die zukünftige Entwicklung VOC-arter Baustoffe. In anderen europäischen Ländern sind ähnliche Bewertungsschemata eingeführt oder in Vorbereitung und werden derzeit europäisch harmonisiert [20].

Das Deutsche Institut für Bautechnik (DIBt) hat die „Zulassungsgrundsätze für die gesundheitliche Bewertung von Bauprodukten in Innenräumen“ [19b] verabschiedet, in denen allgemein die Prüfung und Bewertung des Emissionsverhaltens geregelt wird. Für bestimmte Produktgruppen und Anwendungsfälle werden bereits allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen mit Nachweis des Emissionsverhaltens verlangt. Dies betrifft Kunstharzestriche nach DIN EN 13813 beim Einsatz in Aufenthaltsräumen. Bei der Anwendung in industriell oder gewerblich genutzten Hallen, z.B. Produktions- und Montagehallen oder Lagerhallen, sind die Emissionen von Bauprodukten von untergeordneter Bedeutung für die Luftqualität, dementsprechend sind diese Bereiche von der Zulassung ausgenommen.



5.2.2 Oberflächenwasser, Boden, Grundwasser

Nach den Festlegungen des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) und des Bundesbodenschutzgesetzes (BBodSchG) müssen schädliche Veränderungen des Grundwassers und/oder schädliche Bodenveränderungen verhindert bzw. so verringert werden, dass keine nachteiligen Veränderungen der natürlichen Lebensgrundlagen auftreten können.

Ein Konzept zur Konkretisierung dieser Anforderung und damit zur Bewertung von Bauprodukten wurde vom Deutschen Institut für Bautechnik mit „Grundsätze zur Bewertung der Auswirkungen von Bauprodukten auf Boden und Grundwasser“ – Mai 2009“ entwickelt [19a]. In diesen Grundsätzen werden unter Berücksichtigung des aktuellen Boden-, Wasser- und Abfallrechts allgemeine Prüf- und Bewertungskriterien zur standortunabhängigen Bewertung der Auswirkungen auf Boden und Grundwasser beschrieben.

5.2.3 Verhalten im Brandfall

Polyurethane sind, wie alle organischen Stoffe, grundsätzlich brennbar. Das Brandverhalten eines Stoffes ist aber nicht allein eine Materialeigenschaft sondern wird beispielsweise durch die Schichtdicke und die Art des Untergrundes beeinflusst.

Polyurethanprodukte, die nicht speziell brandhemmend ausgerüstet sind, erfüllen mindestens die Anforderungen an die europäische Brandklasse E bzw. E_{fl} (normal entflammbar) nach DIN EN 13501-1. Darüber hinaus können Polyurethane brandhemmend formuliert werden, sodass sie die Anforderungen für höhere Brandklassen erfüllen. Polyurethan-Beschichtungen können gezielt eingestellt werden, um beispielsweise der DIN 4102-7 zu entsprechen.

Grundsätzlich ist das „Verhalten im Brandfall“ vom Brandschutz zu unterscheiden. Brandschutzbeschichtungen schützen ihren Untergrund (Holz oder Stahl) möglichst lange gegen die hohen Temperaturen eines Brandes und verlängern die Standsicherheit eines Gebäudes. Auch solche funktionellen Polyurethanprodukte sind verfügbar.

5.2.4 Rückbau und Verwertung

Nach heutigem Kenntnisstand sind durch Rückbau und Verwertung von Bauteilen, an denen ausgehärtete Polyurethane anhaften, in der Regel keine umweltschädigenden Auswirkungen zu erwarten.

Da es sich bei ausgehärteten Polyurethanen um Elastomere oder zähelastische Duromere handelt, ist bei Zerkleinerungsvorgängen nicht mit der Freisetzung von Gefahrstoffen oder sonstigen negativen Auswirkungen auf das Recyclinggut zu rechnen. Bei Polyurethanprodukten, die gemäß REACH-Verordnung hinsichtlich Rückbau und Verwertung kritische Inhaltsstoffe enthalten, sind die in den Expositionsszenarien des erweiterten Sicherheitsdatenblattes beschriebenen Maßnahmen zu berücksichtigen.

Beim Schleifen von Altbeschichtungen auf Polyurethanbasis können alveolengängige Feinstäube entstehen. Das Einatmen dieser Feinstäube ist beispielsweise durch eine Atemschutzmaske mit Partikelfilter vermeidbar. Daneben sind Sicherheitsmaßnahmen gegen explosionsfähige Staubmischungen zu beachten.

Aufgrund des Energieinhaltes von Polyurethan-Systemen ist die thermische Verwertung von Recyclingmaterial mit entsprechend hohen Gehalten ebenfalls eine sinnvolle Verwertungsvariante.

6 FAZIT

Polyurethane haben sich aufgrund ihrer hervorragenden mechanischen und chemischen Eigenschaften in vielfältigen Anwendungen in der Bauindustrie bewährt.

Gerade in den letzten Jahren haben die bauchemischen Hersteller neben den technischen Gesichtspunkten verstärkt Umweltaspekte in den Fokus genommen und in eine ganze Reihe von umweltfreundlichen Entwicklungen investiert:

- Zunehmend werden Produkte auf Basis nachwachsender Rohstoffe eingesetzt.
- Die Verwendung von Lösemitteln ist stark rückläufig.
- Die überwiegende Zahl der Produkte ist emissionsarm formuliert.
- Produkte in Kontakt mit Boden und Grundwasser sind auch in der Einbauphase auf eine minimale Freisetzung von umweltrelevanten Bestandteilen optimiert.

Moderne ressourcenschonende bauchemische Beschichtungen und Abdichtungen aus Polyurethan schützen unsere Gebäude, verlängern ihre Nutzungsphase und tragen zum Werterhalt bei, ganz im Sinne des nachhaltigen Bauens.

Verantwortungsbewusste Fachbetriebe stellen sicher, dass bei der Verarbeitung keine Gefahren für Mensch und Umwelt entstehen.

Die Unternehmen der Deutschen Bauchemie e.V. sorgen mit ihren hohen Standards für Qualität und größtmögliche Sicherheit für Verarbeiter, Verbraucher und Umwelt.



7 WEITERFÜHRENDE LITERATUR

■ Allgemeine Regelwerke, Normen, Literatur

- [1] DAfStb: Richtlinie „Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen“, Teil 1 – 4, Beuth-Verlag, Oktober 2001
- [2] Deutsche Bauchemie: Leitfaden für die Planung und Ausführung von Abdichtungen von Dächern, Balkonen und Terrassen mit Flüssigkunststoffen nach ETAG 005. 1. Ausgabe Mai 2011, Frankfurt
- [3] Deutsche Bauchemie; Polyurea Development Association Eurpe (PDA): Sachstandsbericht „Polyurea in der Bauwirtschaft und Umwelt“. 1. Ausgabe Juni 2009. Frankfurt
- [4] DIN EN 13813, Estrichmörtel, Estrichmassen und Estriche – Estrichmörtel und Estrichmassen – Eigenschaften und Anforderungen; Deutsche Fassung EN 13813:2002
- [5] DIN EN 1504, Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken – Definitionen, Anforderungen, Qualitätsüberwachung und Beurteilung der Konformität – Teil 2: Oberflächenschutzsysteme für Beton; Teil 5: Injektion von Betonbauteilen
- [6] DIN V 18026 Oberflächenschutzsysteme für Beton aus Produkten nach DIN EN 1504-2:2005-01
- [7] DIN 18195: Bauwerksabdichtungen. Teil 2: Stoffe; Teil 3: Anforderungen an den Untergrund und Verarbeitung der Stoffe; Teil 4: Abdichtungen gegen Bodenfeuchte (Kapillarwasser, Haftwasser) und nichtstauendes Sickerwasser an Bodenplatten und Wänden, Bemessung und Ausführung; Teil 5: Abdichtungen gegen nichtdrückendes Wasser auf Deckenflächen und in Nassräumen, Bemessung und Ausführung; Teil 6: Abdichtungen gegen von außen drückendes Wasser und aufstauendes Sickerwasser, Bemessung und Ausführung; Teil 7: Abdichtungen gegen von innen drückendes Wasser, Bemessung und Ausführung; Teil 8: Abdichtungen über Bewegungsfugen; Teil 9: Durchdringungen, Übergänge, An- und Abschlüsse; Teil 10: Schutzschichten und Schutzmaßnahmen.

Anmerkung: Das Normenwerk DIN 18195 wird nach und nach abgelöst durch das Normenwerk „Feuchteschutz, Reihe DIN 18531 bis DIN 18535
- [8] DIN 18032: Sporthallen – Hallen und Räume für Sport und Mehrzwecknutzung
- [9] DIN 18035: Sportplätze
- [10] DIN 18531: Dachabdichtungen
- [11] DIN EN 14293: Klebstoffe – Klebstoffe für das Kleben von Parkett auf einen Untergrund – Prüfverfahren und Mindestanforderungen
- [12] DIN 18540: Abdichten von Außenwandfugen im Hochbau mit Fugendichtstoffen
- [13] DIN EN 14904: Sportböden – Mehrzweck-Sporthallenböden
- [14] Beschichtungsleitlinie des UBA „Leitlinie zur hygienischen Beurteilung von organischen Beschichtungen im Kontakt mit Trinkwasser“ (ehemals KTW-Empfehlung)
- [15] DIN EN 12004 Mörtel und Klebstoffe für Fliesen und Platten – Anforderungen, Konformitätsbewertung, Klassifizierung und Bezeichnung
- [16] ETAG 005: Leitlinie für die europäische technische Zulassung für flüssig aufzubringende Dachabdichtungen (European Organisation for Technical Approvals (EOTA). Teil 1: Allgemeine Bestimmungen (ETAG 005); Fassung 2000-03

- [17] ETAG 022-1: Leitlinie für die Europäische Technische Zulassung für Abdichtungen für Wände und Böden in Nassräumen; Anhang H Anstrichsysteme für Wände ohne Nutzschiicht; Ausgabe 2007-07-18
- [18] ETAG 033 Guideline for European Technical Approval of liquid applied bridge deck waterproofing kits. Version July 2010
- [19] a) Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt): „Grundsätze zur Bewertung der Auswirkungen von Bauprodukten auf Boden und Grundwasser, Teil I, Fassung Mai 2009.
b) Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt): Grundsätze zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten in Innenräumen. Oktober 2008. www.dibt.de
- [20] Deutsche Bauchemie. Sachstandsbericht – Gesunde Innenraumluft mit modernen Bauprodukten. Frankfurt, 2008
- [21] Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten – ZTV-ING, Teil 3: Massivbau; Abschnitt 5 – Füllen von Rissen und Hohlräumen in Betonbauteilen (Stand: 04/10). www.bast.de
- [22] Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten – ZTV-ING. Teil 7, Abschn. 3 „Brückenbeläge auf Beton mit einer Dichtungsschicht aus Flüssigkunststoff“ – 2003 www.bast.de
- [23] Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinie für das Herstellen von Brückenbelägen auf Beton, Teil 3 Dichtungsschicht aus Flüssigkunststoff (ZTV-BEL-B Teil 3)

■ Sicherheit bei der Verarbeitung

- [24] Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Änderung der Verwaltungsvorschrift für wassergefährdende Stoffe (VwVwS); 27. Juli 2005
- [25] Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV): Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Bereitstellung von Arbeitsmitteln und deren Benutzung bei der Arbeit, über Sicherheit beim Betrieb überwachungsbedürftiger Anlagen und über die Organisation des betrieblichen Arbeitsschutzes; BGBl I S. 3777, zuletzt geändert durch Artikel 5 Absatz 7 der Verordnung vom 26. November 2010 (BGBl. I S. 1643)
- [26] „Chemikalien-Verbotsverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 13. Juni 2003 (BGBl. I S. 867), die zuletzt durch Artikel 5 Absatz 10 der Verordnung vom 26. November 2010 (BGBl. I S. 1643) geändert worden ist“
- [27] Gefahrstoffverordnung (GefStoffV); Bundesgesetzblatt Jahrgang 2008 Teil I Nr. 62, ausgegeben zu Bonn am 23. Dezember 2008
- [28] Merkblatt der Deutschen Bauchemie: Kennzeichnung von monomerem Isocyanat MDI mit R40 – Hintergründe. Ausgabe 2011. www.deutsch-bauchemie.de
- [29] Richtlinie 67/548/EWG des Rates vom 27. Juni 1967 zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften für die Einstufung, Verpackung und Kennzeichnung gefährlicher Stoffe (ABl. EG Nr. L 196 S. 1), zuletzt geändert durch die Richtlinie 99/33/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 10. Mai 1999 (ABl. EG Nr. L 199 S. 57), zuletzt angepasst durch die Richtlinie 2004/73/EG der Kommission vom 29. April 2004 (ABl. EU Nr. L 152 S. 1) (Kennzeichnungsrichtlinie),
- [30] Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18. Dezember 2006 zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (REACH-Verordnung), zur Schaffung einer Europäischen Agentur für chemische Stoffe, zur Änderung der Richtlinie 1999/45/EG und zur Aufhebung der Verordnung (EWG) Nr. 793/93 des Rates, der Verordnung (EG) Nr. 1488/94 der Kommission, der Richtlinie 76/769/EWG des Rates sowie der Richtlinien 91/155/EWG, 93/67/EWG, 93/105/EG und 2000/21/EG der Kommission

- [31] Regulation on Classification, Labelling and Packaging of Substances and Mixtures (CLP-Verordnung) – Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen (auch GHS-Verordnung – abgeleitet durch die Implementierung des Globally Harmonised System of Classification and Labelling of Chemicals der Vereinten Nationen in die EU) vom 20. Januar 2009
- [32] WINGIS: Gefahrstoff-Informationssystem der Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft. www.wingis-online.de
- [33] VCI: Bericht der PG „zinnorganische Verbindungen“ (Dr. Lulei) zur Sitzung des FA „Produktsicherheit“ am 5. September 2002
- [34] Wasserhaushaltsgesetz (WHG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 19. August 2002 (BGBl. I S. 3245), zuletzt geändert durch Artikel 8 des Gesetzes vom 22. Dezember 2008 (BGBl. I S. 2986)

■ Transport und Lagerung

- [35] Verordnung über die innerstaatliche und grenzüberschreitende Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße und mit Eisenbahnen; Gefahrgutverordnung Straße und Eisenbahn (GGVSE)
- [36] ADR – Europäisches Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße
- [37] RID – Verordnung über die internationale Eisenbahnbeförderung gefährlicher Güter
- [38] Verordnung über die Beförderung gefährlicher Güter mit Seeschiffen (Gefahrgutverordnung See – GGVSee)
- [39] IMDG: International Maritime Dangerous Goods
- [40] ICAO-TI -Technische Anweisung für die sichere Beförderung gefährlicher Güter im Luftverkehr der ICAO Internationale Zivilluftfahrt-Organisation.
- [41] Verband der chemischen Industrie (VCI), Leitlinie „Beförderung gefährlicher Güter im PKW/Kombi“; April 2011 – www.vci.de
- [42] GHS – Global Harmonisiertes System der Klassifizierung und Kennzeichnung (gefährlicher Chemikalien / Güter).

■ Nachhaltigkeit

- [43] Wissenschaftliche Dienste des deutschen Bundestages – Der aktuelle Begriff – Nr. 06/2004
- [44] <http://www.agenda21-treffpunkt.de/archiv/ag21dok/kap23.htm>
- [45] http://www.nachhaltigkeit.info/artikel/brundtland_report_1987_728.htm
- [46] [http://de.wikipedia.org/wiki/Drei-S%3%A4ulen-Modell_\(Nachhaltigkeit\)](http://de.wikipedia.org/wiki/Drei-S%3%A4ulen-Modell_(Nachhaltigkeit))
- [47] <http://de.wikipedia.org/wiki/Nachhaltigkeit>
- [48] Graubner, C.-A.; Nachhaltigkeitsbeurteilung von Bauwerken mit dem Deutschen Gütesiegel; Vortrag beim Workshop der Deutschen Bauchemie am 07.09.2010, Frankfurt

BEGRIFFSDEFINITIONEN

Die Liste mit Begriffsdefinitionen erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Die Bezeichnungen von Chemikalien werden nicht erläutert. Weitere Begriffe finden Sie im Glossar der Deutschen Bauchemie e.V. unter www.deutsche-bauchemie.de im Internet.

Additiv	Ein Stoff, der anderen Stoffen oder Produkten in kleiner Menge zugesetzt wird, um deren Eigenschaften in bestimmter Weise zu verändern
Aerosol	Luft mit Schwebeteilchen aus feinverteilten Flüssigkeiten oder Feststoffen
Aliphatische Verbindungen	Stoffklasse der organischen Chemie, bestehend aus geraden bzw. mehr oder weniger verzweigten Kohlenwasserstoffketten
Allergien	Reaktion von speziell empfindlichen Personen auf bestimmte allergieauslösende Stoffe. Die Schwere der Reaktion ist unabhängig von der Konzentration des auslösenden Stoffes. Betroffen sind hauptsächlich Haut, Augen und Atemwege
Arbeitsplatzgrenzwert	Der AGW ist die zeitlich gewichtete durchschnittliche Konzentration eines Stoffes in der Luft am Arbeitsplatz, bei der eine akute oder chronische Schädigung der Gesundheit der Beschäftigten nicht zu erwarten ist. Bei der Festlegung wird von einer in der Regel achtstündigen Exposition an fünf Tagen in der Woche während der Lebensarbeitszeit ausgegangen. Der Arbeitsplatzgrenzwert wird in mg/m ³ und ml/m ³ (ppm) angegeben. In Deutschland wurde der AGW am 1. Januar 2005 mit der Neufassung der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) eingeführt. Er ersetzt die Maximale Arbeitsplatzkonzentration (MAK) und die Technische Richtkonzentration (TRK)
Aromaten	Stoffklasse der organischen Chemie, z.B. Benzol und seine Derivate
Biuret	reaktives Isocyanat auf Harnstoffbasis
Chemikalien-Verbots-Verordnung	über Verbote und Beschränkungen des Inverkehrbringens gefährlicher Stoffe, Zubereitungen und Erzeugnisse nach dem Chemikaliengesetz (ChemVerbotsV).
CMR-Stoff	Stoff, der als krebserregend, mutagen oder reproduktionstoxisch einzustufen ist
Duromere	Kunststoffe mit eng vernetzten Molekülketten, die im ausgehärteten Zustand nicht mehr plastisch verformbar sind
ECHA	European Chemicals Agency
ETAG	European Technical Approval Guideline (Leitlinie zur europäischen technischen Zulassung)
DNEL	Derived no effect levels – Abgeleitete sichere Schwellenwerte – Werte, unterhalb derer man nicht mit Wirkungen auf die menschliche Gesundheit rechnet
Füllstoff	fester Zuschlagsstoff
funktionelle Gruppen	die für eine Substanzklasse charakteristischen, am Grundgerüst anhängenden reaktiven Molekülgruppen
Gefahrgutverordnung	Verordnung, die den Transport von gefährlichen Gütern regelt
Gefahrstoffverordnung	Verordnung zum Schutz vor gefährlichen Stoffen (GefStoffV)
GISBAU	Gefahrstoff-Informationssystem der Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft
GISCODE	in GISBAU verwendetes Klassifizierungssystem zur Einstufung von Produktgruppen nach ihrem Gefährdungspotential
inerte Stoffe	Stoffe, die sich unter Normalbedingungen an chemischen oder biochemischen Reaktionen nicht beteiligen bzw. vollständig ausgehärtet sind

Inhalationstoxizität	Giftiger Effekt beim Einatmen
Katalyse	Beschleunigung einer Reaktion durch Zusatz geringer Mengen von aktivierend wirkenden Substanzen (Katalysatoren)
KBS	Kreislaufsystem Blechverpackungen Stahl
Kohlenwasserstoffe	Organische Verbindungen, bestehend aus den Elementen Kohlenstoff und Wasserstoff.
latenter Härter	wörtlich: verborgen vorhandener Härter; chemisch: Härter, der erst nach Reaktion mit Wasser aktiv ist
Monomere	Reaktionsfähige Primärbausteine für Polymere
oral	Aufnahme von Stoffen, Partikeln usw. über den Mund
Oxazolidine	siehe latente Härter
pH-Wert	Der negative dekadische Logarithmus der Wasserstoffionenkonzentration in einem wässrigen Medium. pH 7 bedeutet neutrale Reaktion, pH-Werte < 7 stehen für saure, pH-Werte > 7 für alkalische Reaktion
Pigment	farbgebender Feststoff
PNEC	Predicted No-Effect Concentration – Umweltbezogene Konzentration-Wirkungs-Beziehung
Polymere	Stoffe, die durch Polymerisation entstehen, d. h. durch einen chemischen Vorgang, bei dem sich viele kleine Moleküle (Monomere) eines oder mehrerer Stoffe zu großen Molekülen mit neuen Eigenschaften zusammenschließen
Prepolymer	Prepolymere entstehen durch Vorreaktion eines Teils der reaktiven Gruppen
REACH	Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18. Dezember 2006 zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (REACH-Verordnung)
Selbsteinstufung	Ableitung von Wassergefährdungsklassen nach einem speziellen behördlich anerkannten Bewertungsschema
Sensibilisieren	Häufiges Einwirken eines körperfremden Stoffes auf einen Organismus, der daraufhin eine spezifisch veränderte Reaktion zeigt, wenn der Stoff erneut einwirkt oder mit dem Organismus in Kontakt gebracht wird. Die Sensibilisierung geht der Allergie voraus.
TL/TP-BEL-EP	Technische Lieferbedingungen/Technische Prüfvorschriften für Brückenbeläge auf Beton
Toxikologie	Die Lehre der schädlichen Wirkungen von Stoffen (Giften, Toxinen) auf lebende Organismen
TRGS	Technische Regel für Gefahrstoffe
Viskosität	Physikalische Größe, welche die „Dünn-“ bzw. „Dickflüssigkeit“ von Flüssigkeiten beschreibt

Wassergefährdungsklasse

Stoffe, die geeignet sind, die physikalische, chemische oder biologische Beschaffenheit des Wassers nachhaltig zu verändern, werden aufgrund § 62f des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) in Wassergefährdungsklassen (WGK) eingeteilt:

WGK 1: Schwach wassergefährdend

WGK 2: Wassergefährdend

WGK 3: Stark wassergefährdend

VOC

volatile organic compound(s); flüchtige organische Verbindung(en)

WHG

Wasserhaushaltsgesetz

Zeolithe

kristallines Pulver mit der Fähigkeit zur Wassereinlagerung





Deutsche Bauchemie e. V.
Mainzer Landstraße 55
60329 Frankfurt am Main
Telefon +49 69 2556-1318
Telefax +49 69 2556-1319
www.deutsche-bauchemie.de

