

EPOXIDHARZ IN BODENBELÄGEN

BEWERTUNG POTENZIELLER BPA-EMISSIONEN



Die Untersuchung der potenziellen Bisphenol A (BPA)-Emissionen durch die Herstellung, die Verwendung und die Entsorgung von epoxidharzhaltigen Bodenbelägen wurde von der Beratungsgesellschaft für integrierte Problemlösungen (BIPRO) im Auftrag des Epoxy Resin Committee (ERC) durchgeführt. Diese ist Teil einer Reihe, bei der fünf Hauptanwendungsbereiche von Epoxidharzen in Europa analysiert werden. Um weitere Informationen zu erhalten, senden Sie eine E-Mail an info@epoxy-europe.eu oder besuchen Sie die Website www.epoxy-europe.eu.

ANWENDUNGSBEREICHE UND TRENDS

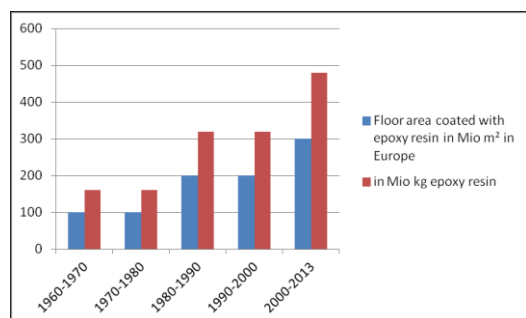
Bodenbeläge sind der größte Anwendungsbereich von Epoxidharzen im Hoch- und Tiefbau. Schätzungen des ERC zufolge werden jedes Jahr bis zu 45 000 Tonnen Epoxidharze für Bodenbeläge verbraucht.

Epoxidharzhaltige Bodenbeläge sind vor allem in gewerblichen und öffentlichen Bereichen zu finden, in denen viele Menschen unterwegs sind: Einkaufszentren, Krankenhäuser, Behörden, Schulen, Gefängnisse, Industriegebäude und Sporthallen. Ihre Lebensdauer wird in einigen Fällen auf über 20 Jahre geschätzt.

Epoxidharzhaltige Bodenbeläge sind äußerst stoß-, abrieb- und rutschfest sowie chemikalienbeständig. Ihre Vielseitigkeit zeigt sich in ihrer Haftung an Zement, Holz und Metall. Mit Epoxidharz beschichtete Flächen sind fugenfrei und antistatisch sowie leicht zu reinigen und zu pflegen. An Orten, an denen Hygiene von größter Bedeutung ist, sind Epoxidbeschichtungen die beste Wahl, da auf ihnen stärkere Reinigungsmittel verwendet werden können. Sie sind unempfindlich gegen Temperaturen von 50 °C bis 100 °C (und in einigen Fällen auch sehr viel höhere Temperaturen), und die Wahrscheinlichkeit des Materialschwunds während des [Aushärtungsprozesses](#) ist gering.

Der Einsatz von Epoxidharzen in Bodenbelägen ist seit den 1950er Jahren üblich, wobei die industrielle Produktion und Verwendung erst in den 1960er Jahren begann. In den folgenden Jahrzehnten nahm ihre Verwendung weiter zu, und in den letzten Jahren gab es in Osteuropa aufgrund verbesserter Baunormen und der Errichtung neuer Fabriken einen besonders hohen Bedarf an Bodenbelägen auf Epoxidharzbasis.

EUROPÄISCHE BODENBELAGSANWENDUNGEN IN EUROPA



HERSTELLUNG

Das in Bodenbelägen verwendete Epoxidharz ist sogenanntes flüssiges Epoxidharz. Die Grundeinheit von flüssigen Epoxidharzen wird **BADGE** oder DGEBA genannt; dabei handelt es sich um einen Stoff, der aus der chemischen Reaktion von Epichlorohydrin (55 %) mit Bisphenol A (45 %) hervorgeht.

BPA-Bewertung: In einer Branchenuntersuchung des ERC wurden in derzeit produzierten Bodenbelägen geringe Mengen an unreaktiertem BPA festgestellt (< 1 ppm). Da die wissenschaftliche Forschung zeigt, dass BADGE eine Höchstmenge von 10 ppm BPA enthalten kann, wurde dieser Wert für die Auswertung eines Szenarios mit den höchsten Schätzungen verwendet.

Der europäische Jahresgesamtverbrauch an flüssigen Epoxidharzen für Fussbodenanwendungen wurde für die letzten Jahre auf 45 000 Tonnen geschätzt, wobei die geschätzte Höchstmenge an potenziell unreaktiertem BPA 450 Kilogramm pro Jahr betrug. Insgesamt handelt es sich hierbei um die maximale Menge an BPA, die in ganz Europa in diesem Stadium potenziell freigesetzt werden könnte. Eine Freisetzung in die Umwelt ist möglich, jedoch liegen keine wissenschaftlichen Studien vor, in denen genaue Mengen angegeben werden.

Zusätzliches BPA kann freigesetzt werden, wenn während der Herstellung der flüssigen Epoxidharze diese gewaschen werden. Es ist davon auszugehen, dass in Wasser gelöstes BPA über die Abwasserbehandlung in der Produktionsstätte und Abwasserleitungen entsorgt wird. ERC-Mitglieder gaben an, dass in den letzten zehn Jahren zwischen 5 und 19 Gramm BPA pro produzierter Tonne Epoxidharz durch die vor Ort erfolgende Abwasserbehandlung freigesetzt worden seien, wobei die effektive BPA-Abbaurate zwischen 80 % und 90 % betragen habe. Unter Annahme des Worst Case Szenarios (höchste BPA-Menge und niedrigste Abbaurate) wurde geschätzt, dass pro Jahr 171 Kilogramm BPA die Kläranlagen verlassen und in Gewässer gelangen würden, wo sie möglicherweise durch Bakterien oder andere biologische Mittel zersetzt oder durch UV-Licht abgebaut würden.

ANWENDUNGSSTADIUM (BESCHICHTUNG)

Je nach Anzahl der chemischen Reaktionen zwischen BADGE und Härtemittel erhöht sich die mechanische Festigkeit und Widerstandsfähigkeit des Bodenbelags. Je nach hergestelltem Bodenbelagstyp fügen die Hersteller außerdem Füllstoffe, Pigmente, flüssige und feste Extender, Additive wie Verlaufshilfsmittel und Entlüftungsmittel hinzu.

Um das flüssige Epoxidharze enthaltende Beschichtungssystem auf Bodenflächen aufzubringen, wird das Harz zunächst mit sogenannten [Härtern](#) gemischt. Anschließend wird die flüssige Formulierung mit Pinseln, Walzen, Kellen, Rechen oder Spachteln auf den Boden aufgebracht. Vor dieser Beschichtung kann eine Grundierung auf den Bodenbelag aufgebracht werden, wenn der vorhandene Beschichtungsuntergrund besonders instabil ist. Schätzungsweise 90 % der Bodenbelagsbeschichtungen aus Epoxidharz sind Gemische mit 100% Festkörpergehalt, d. h., der Beschichtung wurden kein Wasser oder flüchtige Lösungsmittel zugesetzt. Die restlichen 10 % sind Beschichtungen auf Wasser- oder Lösungsmittelbasis.

Je nach Art der Aufbringung gibt es zwei Haupttypen von Epoxidharzbodenbelägen. Grundsätzlich werden flüssige Harze durch Aufgießen aufgebracht, während pastöse Epoxidharze (die schwieriger aufzubringen sind und seltener eingesetzt werden) mit Kellen aufgetragen werden. Die Festigkeit beider Bodenbelagstypen hängt vom als Füllstoff zugesetzten Sandgehalt ab. Je mehr Sand das Epoxidharz enthält, desto fester wird es. Sand macht den Bodenbelag zudem unempfindlicher gegen mechanische Belastungen; folglich kann die Festigkeit der mit Kellen aufgetragenen Bodenbeläge aus Epoxidharz durch Einstreuen von Sandpartikeln auf die Oberflächen (vor der Aushärtung) erhöht werden. Am Ende dieses Prozesses sind die Epoxidharze nicht mehr reaktionsfähig und stellen somit während der Lebensdauer keine Gefahr für die menschliche Gesundheit dar.

BPA-Bewertung – Wasser: Epoxidharzverluste treten während des Aufbringens der Beschichtung auf (Empfehlungen für den Umgang mit ihnen finden Sie im Bereich [Arbeitssicherheit](#)). Epoxidharz kann mit Wasser in Kontakt kommen, das zur Reinigung von Flächen, wie z. B. Werkzeugen, verwendet wird, wobei versehentlich Epoxidharz herausgespült werden kann. Offizielle Daten über derart ausgewaschene Mengen liegen derzeit nicht vor. Für diese Analyse schätzte das ERC, dass 0,1 % des Epoxidharzgemisches ins Wasser gelangen würden, was 450 Gramm freigesetztem BPA je 45 000 Tonnen verbrauchtes Epoxidharz entspricht. Die Rückstände würden in städtischen Kläranlagen mit einer durchschnittlichen Abbaurate von 61 % behandelt (die Daten wurden vom deutschen Umweltbundesamt zur Verfügung gestellt), was für Europa insgesamt eine jährliche Menge von 176 Gramm BPA zur Folge hätte, die in Gewässer gelangen würde (eine vernachlässigbare Menge).

BPA-Bewertung – Feststoffabfall: Das Epoxidharz und der Härter werden in der Regel in leeren Metalleimern gemischt, um die Reaktionsfähigkeit und das von beiden Komponenten erzeugte Gefahrenpotenzial zu eliminieren. Knapp 99 % dieser Eimer werden durch thermische Behandlung recycelt, und die restlichen Eimer (1 %) landen zusammen mit den Harzrückständen und BPA-Spuren aus diesen Rückständen im Restmüll. Von einem 10-Kilo-Eimer bleibt eine angenommene Abfallmenge von 100 Gramm; es wurde daher davon ausgegangen, dass in Europa pro Jahr 4,5 Kilogramm BPA aufgrund des Recyclings des von den Eimern stammenden Metalls der Verbrennung zugeführt werden und somit den Lebenszyklus verlassen. Diese Menge wird nicht weiter berücksichtigt, da sie einen Bruchteil von Rückständen des jährlich produzierten BPA darstellt.

LEBENSDAUER

Die Lebensspanne von Bodenbelägen aus Epoxidharz hängt von ihrer Dicke und den Nutzungsbedingungen ab. Bodenbeläge können durch eine Überbeschichtung mit einer weiteren Harzschicht in Stand gesetzt werden und halten auf diese Weise länger als 20 Jahre. Da die Menge der in Europa zurzeit vorhandenen beschädigten Bodenbeläge unbekannt ist, führte das ERC lediglich eine theoretische Berechnung der BPA-Verluste durch.

BPA-Bewertung: Der BPA-Gehalt der Bodenbeläge ändert sich weder durch das Aushärten noch durch das Mischen der Epoxidharze. Eine Modellrechnung für einen Bodenbelag von 700 m² mit einer Beschichtungsdicke von 3 mm ergab etwa 12 g Rest-BPA in einem Bodenbelag aus Epoxidharz. Es kann mit Sicherheit davon ausgegangen werden, dass die Gesamtmenge an unreaktiertem BPA in ausgehärteten Epoxidharzböden gemäß den vorstehenden Angaben für die Herstellung weiterhin bei 450 Kilogramm jährlich liegen würde.

Selbst bei Nichtbefolgung der Wartungs- und Reinigungsanweisungen der Hersteller werden nur geringe Mengen an Flüssig- und Feststoffabfällen mit Restmengen an BPA freigesetzt. Ein Fall, in dem Epoxidharze – und damit BPA – freigesetzt werden können, ist ein extremer Anstieg der Temperatur des Bodenbelags, was allerdings unwahrscheinlich ist, da einige ausgehärtete Epoxidharze bis 200 °C thermisch stabil sind. Weitere potenzielle Risikofaktoren sind eine nicht ordnungsgemäße Installation (die nicht nur im Anwendungsstadium, sondern auch während der Lebensdauer zu Defekten führen kann), Reinigung mit extrem aggressiven Chemikalien oder das Verschütten dieser Stoffe und/oder möglicherweise physikalische Alterung, sofern keine Wartung (z. B. Überbeschichtung) durchgeführt wird.

ENDE DES LEBENSZYKLUS

Die Abfallanalyse ergab zahlreiche Unsicherheiten hinsichtlich des Umgangs mit gebrauchten Epoxidharzböden und ihrer Abfallklassifizierung. Aus vielerlei Gründen lagen keine zuverlässigen Daten vor und wurde lediglich eine qualitative Bewertung vorgenommen:

- Die meisten epoxidharzhaltigen Bodenbeläge (mindestens 50 %) sind am Ende ihres Lebenszyklus defekt und werden als nicht recycelbarer Bauschutt behandelt. Abhängig vom Vorhandensein gefährlicher Stoffe werden sie entweder verbrannt, in Deponien gelagert oder zwecks Materialrückgewinnung anderer Stoffe (z. B. mineralischer Bauschutt und andere Stoffe wie Beton) behandelt.
- Einige epoxidharzhaltige Bodenbeläge halten so lange wie die Gebäude, in denen sie verlegt sind (bis zu 100 Jahre im Fall von Betongebäuden). Häufig werden neue epoxidharzhaltige Bodenbelagsschichten auf ältere Bodenbeläge am Ende ihres normalen 20-jährigen Lebenszyklus aufgebracht, bevor diese schließlich entsorgt und getrennt behandelt werden. Daten zu durchschnittlichen Entsorgungs- und Recyclingquoten liegen in diesem Fall nicht vor.
- Der Prozess der getrennten Entsorgung epoxidharzhaltiger Bodenbeläge in der EU ist noch genau festzulegen. Die Klassifikation von Epoxidharz im europäischen Abfallverzeichnis – wie im EU-Recht, der [Abfallrahmenrichtlinie](#), angeordnet – muss noch umgesetzt werden. Entsorgungsunternehmen in Deutschland führen eine Analyse in Bezug auf epoxidharzhaltige Bodenbeläge durch, die in dieser Hinsicht hilfreich sein wird.
- Epoxidharze lassen sich schwer recyceln, weshalb es schwierig ist, über theoretische Annahmen hinauszugehen. Ihre Aushärtung ist ein unumkehrbarer Prozess, der zwar die Eigenschaften der Harze verbessert, ihre Recycelfähigkeit jedoch eher verschlechtert. Eine Option für wärmehärtende Polymere wie Epoxidharze ist das sogenannte Partikelrecycling, ein äußerst komplizierter Prozess, bei dem das Produkt gemahlen und als Füllstoff verwendet wird.

BPA-Bewertung: Aufgrund des beträchtlichen Mangels an zuverlässigen Daten und Informationen darüber, was mit den epoxidharzhaltigen Bodenbelägen am Ende ihres Lebenszyklus passiert, ist eine zuverlässige Bewertung der potenziellen BPA-Freisetzung nicht möglich.

SCHLUSSFOLGERUNGEN

Durch die Verwendung von Epoxidharzen in der Anwendung als Bodenbelag könnte pro Jahr schätzungsweise eine Menge von 171 Kilogramm BPA in die Umwelt freigesetzt werden, was vor allem auf die Waschvorgänge bei der Harzfertigung zurückzuführen ist. Die aus epoxidharzhaltigen Bodenbelägen freigesetzte Menge an BPA ließe sich für das Produktions- und das Beschichtungsstadium quantifizieren. Während der Lebensdauer sind keine relevanten BPA-Verluste zu erwarten, wenngleich die Menge an derzeit in Europa vorhandenen beschädigten Bodenbelägen unbekannt ist und BPA-Verluste sich daher nicht vollständig bestimmen lassen. Das Ende des Lebenszyklus bzw. das Abfallstadium weist zu viele Unsicherheiten auf, als dass etwaige BPA-Verluste zuverlässig quantifiziert werden könnten.

Bodenbeläge

Jahresverbrauch an Epoxidharzen (2013)	Menge an in die Umwelt freigesetztem BPA pro Jahr				
	Herstellung	Anwendung	Lebenszyklus	Abfall	Gesamt
45 000 t	max. 171 kg	max. 176 g	nicht bestimmt	nicht bestimmt	> 171 kg

ANHANG: Lebenszyklusstadien und die jeweilige Menge an freigesetztem BPA für epoxidharzhaltige Bodenbeläge

