

Sicheres Auftreten

Kunstharzgebundene Belagssysteme in Reinräumen

Vielfach werden bei Neubau- und Sanierungsprojekten von Reinräumen in der pharmazeutischen Industrie die Bodenbeläge immer noch recht stiefmütterlich behandelt. Jedoch sind Fugenlosigkeit, Poren- und Rissfreiheit, leichtes Reinigen und Desinfizieren sowie chemische Beständigkeit und mechanische Belastbarkeit nur einige der Anforderungen. Darüber hinaus verlangen verschiedene Vorschriften, dass ein Ablösen oder Ansammeln von Partikeln auf allen exponierten Oberflächen vermieden werden muss. All diese Forderungen werden von kunstharzgebundenen Belagssystemen erfüllt.

Die Anforderungen sind insbesondere von der Nutzung des Reinraumes abhängig. In einer Sterilproduktion kann beispielsweise die Entladung statischer Elektrizität von Bedeutung sein. Auf Grund elektrostatischer Kräfte haften Partikel an der Reinraumoberfläche. Hierbei liegt die Hauptgefahr im Auftreten funkenbildender Entladungen in Anwesenheit explosionsfähiger Gemische von Gasen, Dämpfen oder organischen Stäuben. Computergestützte Prozesse und Produktionsbereiche können zudem durch unkontrollierte elektrostatische Entladungen behindert werden. Gemäß ZH 1/200 darf in Ex-Schutz-Bereichen, die durch Explosionsstoffe gefährdet sind, der Ableitwiderstand den Wert von $10^6 \Omega$ nicht übersteigen. Unter diesen Prämissen kann ein leitfähiges Belagssystem für den Reinraum eine sinnvolle Erweiterung des Anforderungsprofils bedeuten.

Die chemische Belastbarkeit spielt eine entscheidende Rolle. Medien, die in aktuellen Produktionsprozessen verwendet werden, können im Laufe der Zeit durch

neue ersetzt oder durch Forschungs- und Entwicklungsprozesse modifiziert werden. In diesem Zusammenhang ist von Bedeutung, ob ein eingesetztes Belagssystem auch zukünftigen Medien gegenüber chemisch beständig ist.

Was muss der Boden leisten?

Durch tonnenschwere Produktionsmaschinen, punktuelle Lasten sowie Gabelstaplerverkehr ist der Bodenbelag hohen mechanischen Belastungen ausgesetzt. Weder Abrieb noch Risse und Kratzspuren an der Oberfläche des Belages sind gewünscht. Nur bei einer geschlossenen und glatten Oberfläche werden keine Partikel an den Reinraum abgegeben, und es besteht die notwendige mikrobiologische Sicherheit.

Zu glatte Oberflächen bergen wiederum eine hohe Rutschgefahr. Rutschhemmung ist eine messbare Größe, deren Ausprägung durch die Bewertungsgruppen R 9 (niedrigste Stufe) bis R 13 (höchste Stufe) ausgedrückt wird. Die Arbeitsstättenverordnung ArbStättV verlangt in § 8, dass Fußböden in der pharmazeutischen Industrie keine Stolperfallen haben dürfen, außerdem eben und rutschhemmend gemäß Bewertungsstufe R 10 sein

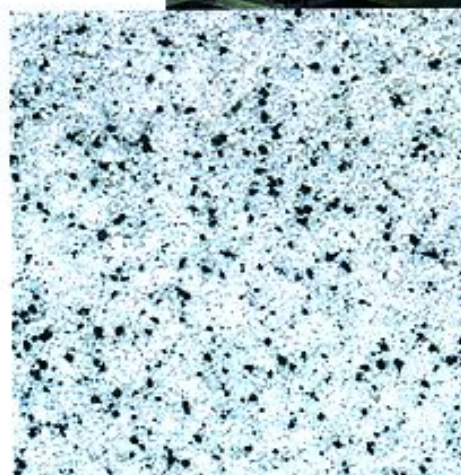


Bild 2: Der Pharma-Terrazzo besteht aus wasserklarem Epoxidharz und farbecht mit Polyurethanharz gecoateten Granulaten

müssen. Besteht darüber hinaus die Gefahr des Ausgleitens durch Stäube, sollten zusätzliche Maßnahmen ergriffen werden. Keramische Platten, Kunststoffböden, Kunstharzbeläge sowie Pharma-Terrazzo-Beläge erfüllen mit unterschiedlichen Vor- und Nachteilen die Anforderungen in Reinräumen.

Auf Grund der Fugenlosigkeit und der geschlossenen bzw. porenfreien Oberfläche werden Bodenbeläge aus Kunstharzen verstärkt zur Ausstattung von Reinraumobjekten eingesetzt. Sie sind gekennzeichnet durch

- hohe mechanische Belastbarkeit (je nach Beschichtungssystem);
- Verfestigung der Bodenoberfläche;
- Fugenlosigkeit (falls keine Fugen zwingend aus dem Untergrund übernommen werden müssen);
- gute Beständigkeit gegen chemische Angriffe;
- Verhinderung von Staubbildung durch Abrieb;

Autoren: Dr. Gabriele Bartel-Lingg, Barit Kunstharz-Belagetechnik, Maren Böttcher, FH Albstadt-Sigmaringen/Bereich Pharmazietechnik



Bild 1: Ein fugenloser Bodenbelag bietet hygienische und mikrobielle Sicherheit

- Ableitfähigkeit bei speziellen Belägen;
- problemloses Reinigen und Desinfizieren;
- Temperaturbeständigkeit bei Trockenbeanspruchung maximal 70 bis 110 °C, bei Nassbeanspruchung maximal 60 bis 80 °C (abhängig von der Formulierung). Hierbei ist zu beachten, dass bei steigenden Temperaturen die Widerstandsfähigkeit in Bezug auf die mechanische und chemische Belastbarkeit sinkt;
- holperfreie Befahrbarkeit;
- fugenloses Integrieren des Entwässerungssystems;
- bei Nutzungsänderung problemlos zu überarbeiten.

Wo sind die Stärken, wo die Schwächen?

Bei Kunstharzböden konkurrieren im wesentlichen vier Harzqualitäten mit unterschiedlichen Eigenschaften: Polyester, Methacrylat sowie Epoxid- und Polyurethanharz. Umstritten sind die Vorteile der einzelnen Harzqualitäten. Durch Variation der Ausgangs- und Zusatzstoffe lassen sich innerhalb jeder Stoffgruppe Endprodukte mit unterschiedlichen Eigenschaften herstellen.

Bei der Ausstattung von reinen Räumen sollte man berücksichtigen, dass die Kunstharze verschiedene Stärken und Schwächen haben:

- Methacrylate sind weitestgehend zäh-harte Systeme. Eine elektrostatische Ableitfähigkeit ist nicht realisierbar. Die Lösemittelbeständigkeit ist gegenüber den anderen Harzen am geringsten. Von Vorteil ist ein schnelles Aushärten nach der Verarbeitung.
- Ungesättigte Polyesterharze sind ebenso harte und spröde Systeme. Die schlechte Schlagzähigkeit führt häufig zu Abplatzungen. Darüber hinaus ist eine Herstellung von Reaktionsharzestrichen nicht möglich. Von Vorteil ist die gute chemische Beständigkeit.
- Polyurethanharze zeichnen sich durch eine hohe UV-Stabilität bei aliphatischen Systemen aus. Bei elastischen Harzformulierungen verfügen die Gießharzbeläge über eine gute Elastizität, die als rissüberbrückende Dichtungsebene bei starken thermischen Wechselbelastungen eingesetzt werden kann.
- Der Einsatz von Epoxidharzen ist auf Grund der guten Schlagzähigkeit vielseitig. Ästhetische, hochwertige Reaktionsharzestriche in Schichtdicken bis 10 mm sind auf Grund guter Chemikalienbestän-

digkeit, insbesondere auch gegenüber Desinfektionsmitteln, sehr langlebig. Die UV-Beständigkeit bzw. das Vergilben von Epoxidharzbelägen ist sehr von der Qualität des Epoxidharzes abhängig. Ein vergilbungsarmes Epoxidharz ist wasserklar und lösemittelarm.

Harz beeinflusst die Qualität des Bodenbelages

Gemäß den Arbeitsblättern, die von der Arbeitsgemeinschaft Industriebau e.V. erarbeitet wurden, wird bei kunstharzgebundenen Bodenbelägen im wesentlichen zwischen Imprägnierungen bzw. Versiegelungen, Gießharzbelägen sowie Reaktionsharz-Estrichen, bekannt als Pharma-Terrazzo-Beläge, unterschieden:

- **Imprägnierung/Versiegelung:** Als Versiegelungen werden dünne, geschlossene Filme (farbig oder transparent) aus lösemittelhaltigen oder -freien Reaktionsharzen, deren Trockenfilm eine Dicke von mindestens 0,1 mm und normalerweise von 0,2 bis 0,3 mm aufweisen sollte, bezeichnet. In Lagerhallen, Technikräumen dienen Imprägnierungen bzw. Versiegelungen zur Staubbindung.
- Als Gießharzbeläge bezeichnet man selbstverlaufende Belagssysteme aus Reaktionsharzen. Diese Beläge bestehen zu-

Kompakt

Kunstharzgebundene Belagssysteme

Wichtige Kriterien für Bodenbeläge von Reinräumen sind Fugenlosigkeit, Poren- und Rissfreiheit, problemloses Reinigen und Desinfizieren sowie chemische Beständigkeit und mechanische Belastbarkeit. All diese Forderungen werden von kunstharzgebundenen Belagssystemen erfüllt. Die Harzqualitäten Polyester, Methacrylat, Epoxidharz und Polyurethanharz zeigen verschiedene Stärken und Schwächen; durch Variation der Ausgangs- und Zusatzstoffe lassen sich innerhalb jeder Stoffgruppe Endprodukte mit unterschiedlichen Eigenschaften herstellen. Darüber hinaus muss beim Verlegen auf sorgfältiges Arbeiten geachtet werden.

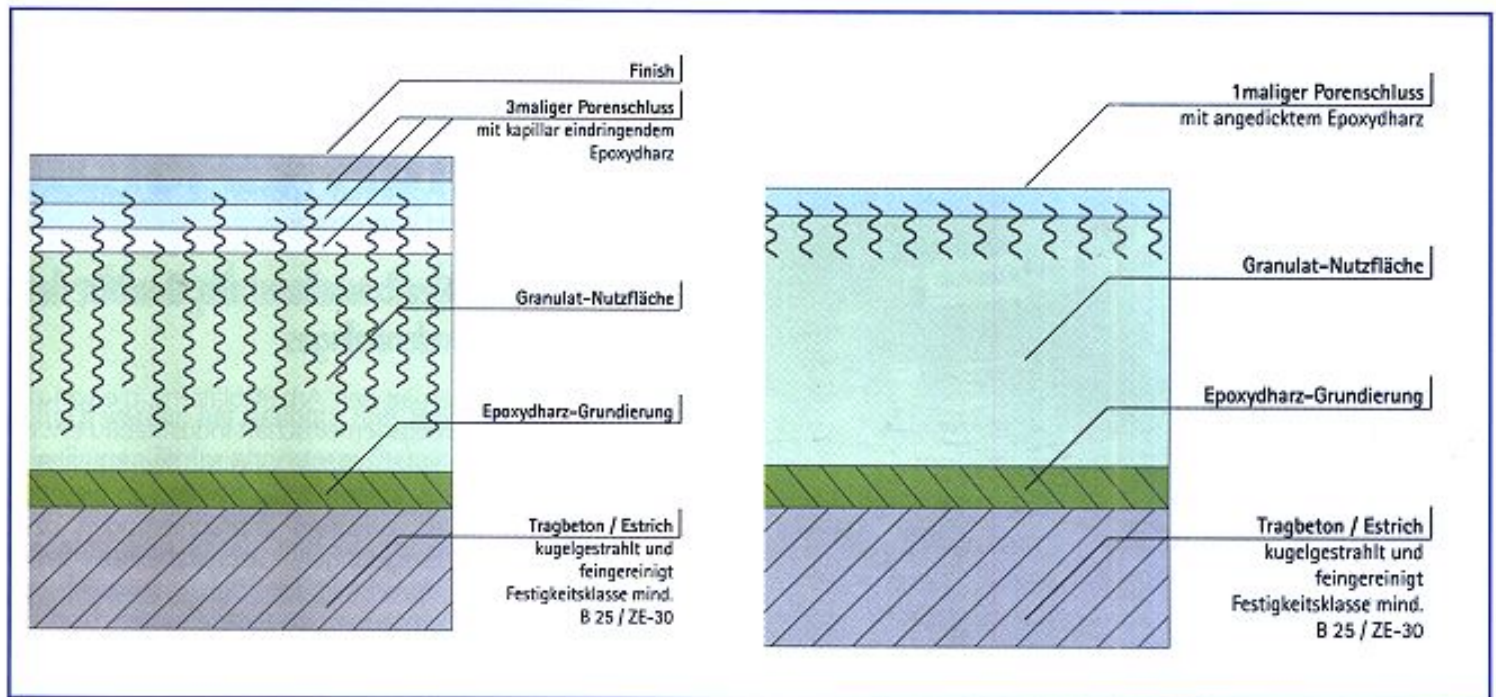


Bild 3: Gegenüberstellung Boden mit hoher Qualität (rechts) und einfacher Qualität (links)

meist aus lösemittelfreien Reaktionsharzen, pigmentierten Füllstoffen sowie mineralischen oder synthetischen Zuschlägen. Die Schichtdicke sollte 2 bis 3 mm betragen. Anwendungsbereiche sind Produktions- und Forschungsbereiche, pharmazeutische Werkstätten sowie Garderoben, Nassräume und Umkleidekabinen.

• Estrich aus Reaktionsharzmörtel (Pharma-Terrazzo): Als Pharma-Terrazzo be-

zeichnet man Reaktionsharzestriche, die meist aus lösemittelfreien Reaktionsharzen sowie mineralischen oder synthetischen Zuschlägen bestehen, deren Schichtdicke mindestens 5 mm und in der Regel 8 bis 10 mm betragen sollte.

Die Qualität des Bodenbelages für reine Räume ist sehr von den verwendeten Harzen und Zuschlagstoffen (Granulate) des Bodenbelagsystems abhängig. Weitere

Faktoren sind neben der Beschaffenheit des Untergrundes die Qualität der Verlegung. Am unterschiedlichsten ist die Qualität der Applikation bei den Reaktionsharzestrichen, den sogenannten Pharma-Terrazzo-Belägen. Abhängig von der Qualität sowie der Penetration des Epoxidharzes ist die Qualität in Bezug auf chemische, mechanische und mikrobiologische Sicherheit. Zum einen kann die Porenschließung der Nutzschiicht durch ein einmaliges Abspachteln mit einem „angedickten“ Epoxidharz, zum anderen durch mehrmaliges Abspachteln mit einem stark penetrierenden Epoxidharz erfolgen. Bei einer guten Tiefenpenetration werden sämtliche Kapillaren und Poren der Nutzschiicht geschlossen, auch in den unteren Bereichen der Nutzschiicht. Die Tiefenpenetration hat insbesondere eine hohe mechanische Belastbarkeit und chemische Stabilität zur Folge. Einen Überblick gibt Tabelle 1.

Bei allen Vor- und Nachteilen darf nicht vergessen werden, dass die Qualität des Bodenbelages mit einer sorgfältigen Verarbeitung steht und fällt. Bei Sanierungen in pharmazeutischen Betrieben entfällt mehr als die Hälfte der Verlegearbeit auf die Untergrundvorbereitung. In diesem Zusammenhang ist bei jedem kunstharzgebundenen Bodenbelag auf eine sorgfältige Verlegung zu achten.

	Reaktionsharzestriche	Reaktionsharzestriche
typische Anwendung	große, mit Regalen überstellte Flächen, wie z.B. Baumärkte	kleinere bis mittlere detailintensive Applikation, wie z.B. pharmazeutische Produktion
Epoxidharz	niedrigere Qualität: <ul style="list-style-type: none"> • lösemittelanteilig • stark vergilbend • niedrige chemische Belastbarkeit 	hohe Qualität: <ul style="list-style-type: none"> • lösemittelfrei • schwach vergilbend • wasserklar • hohe chemische Belastbarkeit
Applikationstechnik	maschinelle, großflächige Flügelglättung <ul style="list-style-type: none"> • Vorteil: Schnelligkeit bei großen Flächen • Nachteil: Kanten, Riefen, Schläge 	manuelles Aufziehen und Verdichten durch Kellen von Hand <ul style="list-style-type: none"> • Vorteil: kanten-, riefen- und schlägelos, hohe Verdichtung der Nutzschiicht • Nachteil: zeitintensiv bei großen Flächen
Applikationsstufen	einmaliges Abspachteln mit „angedicktem“ Epoxidharz <ul style="list-style-type: none"> • Vorteil: schnelles Abbinden • Nachteil: geringere mechanische und chemische Belastbarkeit, schlechtere Reinigung und Desinfektion 	mehrmaliges Abspachteln der Nutzschiicht durch stark penetrierendes Epoxidharz <ul style="list-style-type: none"> • Vorteil: hoher Porenschluss, hohe mechanische und chemische Belastbarkeit, gute Reinigung und Desinfektion • Nachteil: zeitintensiv

Tab 1: Unterschiedliche Belagsysteme in der Übersicht

Weitere Infos **P+F 607**