

## Marktanpassung durch Weiterentwicklung

**Einige den Markt für Epoxidharzlacke verändernde Faktoren werden betrachtet. REACH und andere gesetzliche Vorschriften können dazu führen, dass einige häufig verwendete Rohstoffe vom Markt genommen werden. Belange des Umweltschutzes werden bereits auf vielfältige Art und Weise berücksichtigt, u.a. durch die Verbesserung des Nutzungsgrades, einen breiteren Einsatz nachwachsender Rohstoffe und die Entwicklung leistungsfähiger VOC-freier oder armer Farben und Lacke.**

### **Gesetzliche Vorschriften und Umweltfragen führen zu Veränderungen in der Beschichtungstechnologie**

Stephen Jewitt

Der Begriff "Epoxidharze" steht für eine breite Palette an Produkten und chemischen Verbindungen, denen eine bestimmte chemische Struktur gemeinsam ist (Abb. 1) und die in Industrie- und Korrosionsschutzlacken sowie in der Bauindustrie Verwendung finden. Aus diesen lassen sich verschiedenste Produkte wie Elektrotauchgrundierungen, Dosenlacke, Fußbodenbeschichtungen, Schiffsfarben und chemisch beständige Beschichtungen für Tanks und Rohrleitungen herstellen.

Motor der Entwicklung ist seit vielen Jahrzehnten das Bestreben, die gleichen oder bessere Leistungseigenschaften zu niedrigeren Kosten zu realisieren. Dies lässt sich durch die Senkung der Produktkosten an sich oder der Prozesszeit, d.h. durch eine schnellere Herstellung des Endprodukts, erreichen.

Der Auftrag von Epoxidharzlacken auf wässriger Basis direkt auf "grünen" Beton ist ein anschauliches Beispiel dafür. Die Produktkosten sind vielleicht geringfügig höher als bei einem herkömmlicheren, lösemittelfreien System, die traditionelle 28-tägige, bis zur Beschichtung einzuhaltende Wartezeit lässt sich jedoch beträchtlich verringern.

Gesetzliche Vorschriften sind ebenfalls Triebkräfte für Veränderungen. Die in den letzten 20 Jahren in Europa erlassenen VOC-Vorschriften haben in der Branche dazu geführt, dass anstelle von in Lösemittel gelösten Epoxidharzlacken mit höherer Molmasse verstärkt auf VOC-arme Epoxidharzlacke auf Basis von Bisphenol A/ Bisphenol F zurückgegriffen wird. Dies wiederum hat einen Bedarf an niedrigviskosen Härtern auf Aminbasis generiert, die mit flüssigen Epoxidharzen verträglich sind.

VOC-Begrenzungen haben auch den Einsatz wasserlöslicher Epoxidharzlacke vorangetrieben, die auf in Wasser dispergierten festen und flüssigen Epoxidharzen basieren. Werden die Vorschriften zur Begrenzung des VOC-Gehalts weiter verschärft und Grenzwerte auf 100 g/l oder sogar null abgesenkt, wird der Einsatz wasserlöslicher Epoxidharzlacke weiter zunehmen.

Neben diesen Veränderungen, die flüssige Epoxidharzlacke betreffen, sind bei Beschichtungspulvern auf Basis fester Epoxidharze mit hoher Molmasse (n &gt;

1), die von Natur aus lösemittelfrei sind, über den gleichen Zeitraum hohe Zuwächse zu verzeichnen.

### **Wahre Kosten von REACH erst jetzt spürbar**

In jeder Analyse der für diesen Markt relevanten Tendenzen und Innovationen kommt man an den weitreichenden Wirkungen von REACH nicht vorbei. REACH ist eine europäische Verordnung, die bereits in Kraft getreten ist und bis 2018 stufenweise implementiert wird. Es kann angenommen werden, dass bisher niemand weiß, welchen Effekt REACH auf den Farben- und Lackmarkt der EU haben wird.

Die Vorregistrierung von Stoffen wurde im Dezember 2008 abgeschlossen. Es folgte die Aufgabe, SIEFS (Substance Information Exchange Forums) zu bilden, und die erste, bis Dezember 2010 laufende Registrierungsphase ist bereits Geschichte. Anders betrachtet, hat die Branche nun begonnen, die Folgen von REACH zu spüren.

Das schiere Ausmaß der Aufgaben ist gigantisch. Der europäischen Chemikalienagentur ECHA zufolge waren ca. 150.000 Stoffe von 65.000 Unternehmen in REACH vorzuregistrieren. Rechnet man aus dieser Zahl einige Fehler und Dopplungen heraus, so bleiben etwas weniger als die genannten 150.000 Stoffe, mit denen sich SIEFs oder Konsortien befassen, Daten austauschen und Registrierungskosten gemeinsam tragen. Bei den bis Dezember 2010 zu registrierenden Stoffen wurde von einer Zahl von 4.900 ausgegangen. Der ECHA zufolge wurden nur ca. 2.900 Stoffe schneller als vorgesehen erfolgreich zur Registrierung eingereicht. Angesichts der starken weltweiten Rezession Ende 2008 bis Anfang 2010 ist dies eine beachtliche Leistung.

Derzeit lässt sich nur sehr schwer voraussehen, wie viele nützliche, für Farben und Lacke eingesetzte Stoffe nach den Registrierungsfristen 2010, 2013 und 2018 nicht mehr verfügbar sein werden.

Auf jeden Fall sind einige der giftigsten Stoffe (sogenannte CMR-Stoffe) gänzlich aus dem Verkehr gezogen worden oder werden letztendlich aus dem Verkehr gezogen werden. Beispielsweise wurde 4,4'-Methyldianilin (EG-Nr. 202-974-4) nur als "Transportiertes Zwischenprodukt" registriert und wird anscheinend nicht zur Zulassung für die Verwendung in Farben und Lacken eingereicht. Bei sehr vielen besonders besorgniserregenden Stoffen (SVHC) machen die Kosten und die Komplexität des Zulassungsprozesses deren fortgesetzte Verwendung unwirtschaftlich. Es besteht auch die Gefahr, dass einige der weniger giftigen Stoffe, die jedoch auch keinen hohen Gewinn abwerfen oder nur in geringen Mengen benötigt werden, in einer späteren Stufe des REACH-Verfahrens zurückgezogen werden, da es sich niemand in der Lieferkette leisten kann, die Kosten oder die Zeit aufzubringen, die für die Registrierung der notwendigen Daten erforderlich sind.

### **Umweltfreundliche Farben und Lacke in vielerlei Gestalt**

Die Begriffe "umweltfreundlich" und "aus nachwachsenden Rohstoffen" sind in der Farben- und Lackindustrie zu Schlagworten geworden. Unter "umweltfreundlich" versteht nicht jeder Mensch das gleiche. Es kann "mit geringen Auswirkungen auf die Umwelt" bedeuten. Insofern können die Begriffe "emissionsarm", "mit niedrigem VOC-Gehalt" und "mit niedrigem CO<sub>2</sub>-Fußabdruck" alle ein umweltfreundlicheres Produktimage ausmachen.

Der Begriff "aus nachwachsenden Rohstoffen" umfasst das Konzept, nachwachsende Rohstoffe oder chemische Stoffe auf pflanzlicher Basis anstelle von Chemikalien auf Erdölbasis zu verwenden. "Aus nachwachsenden Rohstoffen" ist nicht unbedingt mit einer geringeren Toxizität gleichzusetzen.

Andere Interpretationen von "umweltfreundlich" können sich beispielsweise auf die Verlängerung der Lebensdauer eines beschichteten Produkts oder die Verlängerung des Instandhaltungsintervalls einer Stahlbrücke beziehen. "Umweltfreundlich" kann auch implizieren, dass mit einer Beschichtung mit niedrigerer Schichtdicke die gleichen Leistungseigenschaften erreicht werden (Materialverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen liegen niedriger). "Umweltfreundlich" kann sich auch auf neue Wege zur Verbesserung der Energieeffizienz eines Gebäudes beziehen (wärmedämmende Beschichtungen, Solarheizung (Absorption von IR-Strahlung) oder Reflexion von Sonnenlicht) oder mit einem verminderten Energiebedarf im Falle von Beschichtungspulvern mit niedriger Einbrenntemperatur verbunden sein.

"Umweltfreundlich" kann auch gesundheitliche Gesichtspunkte umfassen wie beispielsweise das Raumklima, das gesundheitsbeeinträchtigend sein kann ("Sick-Building-Syndrom"), oder Beschichtungen mit antimikrobieller Wirkung.

#### Wie werden emissionsarme Lacke definiert?

In den 90er Jahren wurde das sogenannte "Sick-Building-Syndrom" (SBS) von den Medien stark hochgespielt, ein Begriff, mit dem Fälle beschrieben wurden, in denen Bewohner von Häusern unter akuten gesundheitlichen Beschwerden und Unwohlsein litten, Symptomen, die anscheinend direkt mit der Aufenthaltsdauer in einem solchen Gebäude verbunden waren, obwohl keine spezielle Krankheit oder Ursache hierfür gefunden wurde.

Eine der Hauptursachen für diese Symptome waren der US-amerikanischen Umweltschutzbehörde EPA zufolge "chemische Schadstoffe aus Produkten aus Innenräumen." Beispielsweise "Klebstoffe, Teppichboden, Polstermöbel, Holzzeugnisse, Kopiermaschinen, Pestizide und Reinigungsmittel, die möglicherweise flüchtige organische Verbindungen (VOC) abgeben, einschließlich Formaldehyd." Es wurde auch darauf hingewiesen, dass "geringe bis mäßige Mengen mehrerer flüchtiger organischer Verbindungen bei bestimmten Menschen zu akuten Reaktionen führen könnten." Seit vielen Jahrzehnten ist "lösemittelfreies Epoxidharz" in der Bauindustrie Standard für die Fußbodenbeschichtung. In der Hauptsache wurden diese Fußbodenbeschichtungen mit flüssigen Epoxidharzen und vielen verschiedenen Reaktiv- und nicht reaktiven Verdünnern und mit Härtern, die verschiedene substituierte Phenole sowie Benzylalkohol enthalten, formuliert.

Obwohl Benzylalkohol einen hohen Siedepunkt (203°C) und einen sehr niedrigen Dampfdruck bei

Umgebungstemperatur aufweist, werden bei den verschiedenen, weltweit vorhandenen Methoden zur Bestimmung des VOC-Gehalts hauptsächlich Verfahren angewandt, die die Erwärmung in einem Ofen erfordern. Die sich bei der Bestimmung des VOC-Gehalts bei hohen bzw. niedrigen Temperaturen ergebenden Unterschiede im Masseverlust haben eine langanhaltende Debatte darüber ausgelöst, ob solche Stoffe, wenn es um die VOC-Bestimmung in Fußbodenbeschichtungen geht, unberücksichtigt bleiben sollten.

Über die Jahre wurden sehr viele gut begründete Argumente ins Feld geführt (nach Auffassung des amerikanischen Verbandes der Formulierer von Duroplasten (TRFA) und des Verbandes Deutsche Bauchemie [1] beispielsweise sollte Benzylalkohol von solchen VOC-Berechnungen ausgenommen werden).

#### Genauere Bewertung von Expositionsrisiken durch neue Tests

Vom AGBB (Ausschuss zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten) und in der ISO-Norm EN ISO 16000 ist vor kurzem verdeutlicht worden, in welcher Weise leichtflüchtige Stoffe im Bauinnenbereich berücksichtigt werden sollten. Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen (VOC) und mittel- bis schwerflüchtiger organischer Verbindungen (SVOC) werden über eine bestimmte Zeit mittels automatisierter Analyseverfahren gemessen.

Für bedenkliche Stoffe sind NIK-Werte (NIK niedrigste toxikologisch interessierende Konzentration) hergeleitet worden. Für Benzylalkohol gilt beispielsweise ein Wert von 440 µg/m<sup>3</sup> (zum Vergleich: der Wert für Xylol liegt bei 2.200 µg/m<sup>3</sup>, für Butanol bei 3.100 µg/m<sup>3</sup> und für Phenol bei 78 µg/m<sup>3</sup>). So können Emissionen verschiedenen Ursprungs gemessen und mit dem Rauminhalt des Gebäudes und der vorhandenen Belüftung in Beziehung gesetzt werden.

Künftige Epoxidharz-Fußbodenbeschichtungen müssen nicht nur "lösemittelfrei", sondern auch VOC- und SVOC-frei sein. Produkte, die diesen Anforderungen nach niedrigen Emissionen gerecht werden, d.h., die keinen Benzylalkohol, kein Phenol, keine Phenol-Derivate und keine Lösemittel enthalten und für die reaktive (schnelle) Amine mit niedrigem Verdunstungspotenzial eingesetzt werden, sind bereits auf dem Markt.

Das Bewusstsein für diese Anforderungen ist in der Industrie nach wie vor niedrig, und für einen Architekten oder Bauplaner besteht noch kein absoluter Zwang, diese emissionsarmen Produkte vorzuschreiben. Bemerkenswerterweise besitzen diese Produkte keine schlechteren Leistungseigenschaften. Bei Abreißversuchen an einer emissionsarmen Epoxidharzbeschichtung auf feuchtem Beton wurde nur der Betonuntergrund in Mitleidenschaft gezogen (Abb. 2).

#### Weitere Begrenzungen für Nonylphenol wahrscheinlich

Nonylphenole und andere Phenole werden in Härtern für Epoxidharzsysteme traditionell als Beschleuniger eingesetzt und sind besonders dann von Nutzen, wenn Lacke bei Temperaturen kleiner gleich 15 °C appliziert werden. Obwohl Nonylphenol und andere Phenole von der REACH-Verordnung nicht ausdrücklich ausgenommen sind, werden die Normen für Emissionen von Bauprodukten (CEN TC 351/WG 2) und andere europäische Initiativen

den Einsatz dieser Stoffe in Fußbodenbeschichtungen und Schutzbeschichtungen für den Innenbereich einschränken oder sogar verbieten.

Die Hersteller von Epoxidharzprodukten und Härtern haben dieses Problem größtenteils durch die Entwicklung völlig phenolfreier Erzeugnisse (einschließlich 4-tert-Butylphenol) gelöst. Die Preise für derartige Erzeugnisse liegen jedoch zwangsläufig etwas höher, weswegen die Farben- und Lackindustrie hier relativ zögerlich mitgeht. Zweifelsohne wird der Einsatz von Nonylphenol in Epoxidharzsystemen in Europa bald eingeschränkt werden (was in vielen Ländern des Nahen und Mittleren Ostens bereits geschehen ist).

#### **Pflanzliche Rohstoffe für Epoxidharzprodukte bereits im Einsatz**

Viele Rohstoffe für Epoxidharzlacke werden derzeit aus Petrochemikalien hergestellt. Aus nachwachsenden Rohstoffen lassen sich jedoch auch viele nützliche Bestandteile gewinnen. Ein gutes Beispiel dafür ist die Herstellung von Epichlorhydrin, eines der wichtigsten Zwischenstoffe für Epoxidharze, aus Glycerin (Abb. 3).

Glycerin-basierte Amine sind auch als Härter für Epoxidharzlacke und Polyharnstoffbeschichtungen einsetzbar, während Glycerincarbonat in einigen Epoxidharzsystemen als Verdüner verwendet werden kann. Nützliche, für Epoxidharzprodukte in Betracht kommende Rohstoffe mit funktionellen Eigenschaften sind auch aus Zucker wie beispielsweise Sorbitol gewinnbar.

Polyamidoamin-Härter werden seit jeher aus Dimersäuren hergestellt. Diese werden hauptsächlich aus Tallöl gewonnen, das größtenteils aus der Zellstoffindustrie stammt. Kürzlich wurden neue Polyamidoamine mit niedrigerer Viskosität eingeführt, die verbesserte Eigenschaften besitzen und für VOC-konforme Korrosionsschutzbeschichtungen besonders gut nutzbar sind.

Härter auf Phenylkamin-Basis für Niedrigtemperatur-Epoxidharz-Anwendungen werden aus einem Extrakt von Cashewnusschalenöl (CNSL) gewonnen.

Es lässt sich daher sagen, dass die Branche beim Einsatz nachwachsender Rohstoffe bereits bedeutende Fortschritte erzielt hat. Diese Tendenz wird sich fortsetzen, aber nur, wenn dies auch vom wirtschaftlichen Gesichtspunkt her Sinn macht.

Ein Rohölpreis von 50-100 \$/Barrel wird kurzfristig nicht unbedingt zum Einsatz nachwachsender Rohstoffe anregen. Bei 150 \$/Barrel und darüber rentiert sich die Verwendung dieser Materialien eher.

Durch den steigenden Anteil von Biokraftstoffen steht Glycerin als Nebenprodukt in größerem Umfang zur Verfügung. Die Nutzung vorhandener landwirtschaftlicher Flächen zur Herstellung von Biokraftstoffen muss jedoch in einem ausgewogenen Verhältnis zur Nahrungsmittelherstellung stehen. Als weitere Quellen für organische Stoffe kommen daher auch nicht für Nahrungs- oder Futterzwecke genutzte Abfallprodukte aus der Landwirtschaft in Betracht.

Ein gutes Beispiel hierfür ist die Herstellung Lignin-basierter Verbindungen (Abb. 4) aus Stroh oder Kornhalmen. Lignin aus der Zellstoffherstellung wird ebenfalls zur Herstellung von Rohstoffen für die Farben- und Lackindustrie eingesetzt werden. Bei niedrigen Temperaturen ablaufende enzymatische Verfahren sind

der Schlüssel zur wirtschaftlichen Gewinnung dieser Chemikalien auf Lignin-Basis.

#### **Wasserbasierte Epoxidharzsysteme bieten gute Leistung**

Zweifelsohne haben wasserbasierte Epoxidharz-Beschichtungssysteme in den vergangenen Jahren ihren Marktanteil erhöht und werden auch weiterhin Anteile erobern. Es wurden neue Produkte auf den Markt gebracht, die die direkte Applikation auf feuchten Beton ermöglichen und eine kontrollierte Wasserdampfdurchlässigkeit aufweisen. Die neuesten Produkte haben einen sehr niedrigen VOC-Gehalt oder sind sogar VOC-frei.

Dennoch sind wässrige Systeme für den Formulierer und den Verarbeiter gleichermaßen schwieriger zu handhaben. Beschichtungsstoffe, die auf wässriger Basis formuliert werden, reagieren auch empfindlicher auf Veränderungen in den Verarbeitungsbedingungen. Der Schlüssel zum Erfolg liegt in einer sorgfältigen Formulierung und gewissenhaften Prüfung.

Den Lieferanten von wasserbasierten Epoxidharzprodukten sollte man danken, dass sie die Technologie so weit entwickelt haben, dass ihre Erzeugnisse für bestimmte Anwendungen gegenüber den herkömmlicheren Beschichtungen bevorzugt und breit eingesetzt werden. Bei Beschichtungen für Beton werden, was die Verwendung von wasserbasierten Epoxidharzsystemen betrifft, die Zahlen in den kommenden Jahren weiterhin über den Zuwachsraten für das BIP liegen. Es stehen jetzt wässrige Systeme zur Verfügung, die den Vorschriften zum Kontakt mit Lebensmitteln entsprechen.

#### **Nanotechnologie weist großes Potenzial auf**

"Nanotechnologie" war das Modewort des ersten Jahrzehnts des neuen Jahrtausends (2000 2009). Man müsste lange suchen, um in der Farben- und Lackindustrie einen Innovator zu finden, der sich nicht mit der Nanotechnologie als Mittel zur Verbesserung der Leistungseigenschaften eines Produkts beschäftigt hätte. In vielen gut eingeführten Beschichtungserzeugnissen macht man sich bereits die Vorteile der Nanotechnologie zunutze, manchmal sogar, ohne dass sich der Formulierer dessen bewusst ist.

Fast jedes größere Unternehmen der Farben- und Lackindustrie kann nunmehr voller Stolz auf ein Produkt mit antimikrobieller Wirkung aus seinem Lieferprogramm verweisen. Grundlage dieser Produkte sind oft wasserbasierte Epoxidharze mit einem silberhaltigen Stoff (Nanosilber), und meist erfolgt deren Herstellung nach einer zum Patent angemeldeten Technologie, von denen es bereits einige gibt.

In den kommenden Jahren werden die Hersteller von Epoxidharzlacken ihre Erzeugnisse auch mit anderen Nanoteilchen formulieren. Nanofasern werden zur Erhöhung der Zähigkeit von Beschichtungen eingesetzt werden (was tatsächlich schon geschieht) und führen zu zusätzlicher Dauerfestigkeit und einem besseren Kantenschutz. Nanomaterialien werden die Eigenschaften von Beschichtungen im Brandfall verbessern. Die Verwendung von Nano-Zink-Epoxidharz könnte die Korrosionsschutzbranche revolutionieren. Es ist jedoch anzumerken, dass man sich bezüglich des Einsatzes von Nanoteilchen auch der toxikologischen Konsequenzen

**Quelle/Publication: Farbe und Lack**

**Ausgabe/Issue: 02/2011**

**Seite/Page: 4**



sowohl bei der Lackherstellung als auch bei der künftigen Wiederaufbereitung bewusst sein muss.

#### **Veränderungsformen zusammengefasst**

Epoxidharzlacke sind wie alle Duroplasten relativ schwer wiederaufzubereiten. Im Rahmen von Forschungsarbeiten wird jedoch untersucht, ob die Aushärtungsreaktion umkehrbar ist und die Ausgangsstoffe am Ende der Lebensdauer eines Produkts zurückgewonnen werden können. REACH wird die Preise vieler für Farben und Lacke eingesetzter Chemikalien in Europa wahrscheinlich steigen lassen. Epoxidharze und Härter werden davon nicht ausgenommen sein. In Bezug auf die Verfügbarkeit einiger Stoffe (insbesondere von Härtern) könnte es in Europa ebenfalls zu Einschränkungen kommen.

Nach wie vor werden Kostensenkungen Triebkraft für Innovationen sein. Es darf angenommen werden, dass aus nachwachsenden Rohstoffen gewonnene Ausgangsmaterialien mittelfristig in größerem Umfang eingesetzt werden.

Fragen des Gesundheits- und Umweltschutzes werden, insbesondere bei Fußbodenbeschichtungen, mit Forderungen nach niedrigen Kosten kollidieren. Bei ausgewählten Anwendungen wird der Einsatz von wasserbasierten Epoxidharzlacken weiter zunehmen.

#### **Literatur**

[1] Prüfverfahren zur Bestimmung des Masseverlustes und Einordnung eines Epoxidharzsystems als "Total solid" 2008

#### **Ergebnisse auf einen Blick**

- Strengere Regelungen in Bezug auf den VOC-Gehalt haben den häufigeren Einsatz von niedrigviskosen Systemen/High-Solids-Systemen und Verbesserungen bei den Leistungseigenschaften von wasserbasierten Epoxidharzprodukten mit sich gebracht.
- Die REACH-Verfahren und andere zur Anwendung kommende Gesetzesvorschriften werden dazu führen, dass einige gebräuchliche Rohstoffe vom Markt genommen werden.
- Verschiedene Ausgangsstoffe für Epoxidharzprodukte werden bereits aus erneuerbaren Rohstoffen hergestellt. Zukünftig wird eine größere Zahl solcher Stoffe aus Lignin gewonnen werden.
- Besorgnis über den Beitrag flüchtiger Bestandteile von Farben und Lacken zum "Sick-Building-Syndrom" hat zur Einführung von Emissionsprüfungen geführt, die über längere Zeiträume und bei niedrigen Temperaturen durchgeführt werden. Emissionsarme Fußbodenbeschichtungen auf Epoxidharzbasis wurden auf den Markt gebracht.
- Beschichtungssysteme profitieren bereits von den Vorteilen der Nanotechnologie. In den kommenden Jahren werden weitere Anwendungen hinzukommen.
- Stephen Jewitt

ist Diplom-Chemiker. Er war über längere Zeit in mehreren multinationalen Farben- und Lackunternehmen Europas als Formulierer und Technologie-Manager tätig. In letzter Zeit hat er sich auf Ausgangsstoffe für Epoxidharzlacke spezialisiert und ist gegenwärtig Marketingleiter bei Huntsman Advanced Materials mit Sitz in Basel, Schweiz. Seine Hauptkompetenzen liegen auf den Gebieten Korrosionsschutzbeschichtungen, Pulverlacke, Baustoffe und Fußbodenbeschichtungen.

\* Korrespondierender Autor.

Kontakt:  
Stephen Jewitt  
Huntsman Advanced Materials  
T +41 61 299 2264  
stephen\_jewitt@huntsman.com

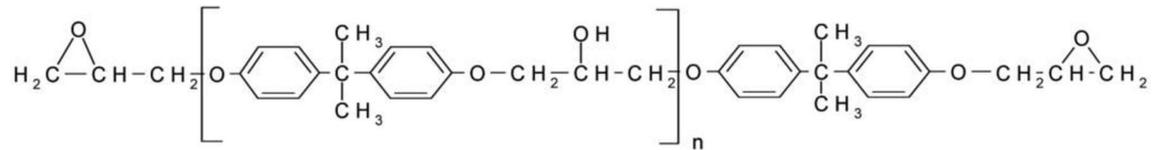


Abb. 1: Allgemeine Struktur von Epoxidharzen. Diese enthalten an den Enden Epoxid-Gruppen

Quelle/Publication: Farbe und Lack

Ausgabe/Issue: 02/2011

Seite/Page: 6



**Quelle/Publication:** Farbe und Lack  
**Ausgabe/Issue:** 02/2011  
**Seite/Page:** 7



Abb. 2: Emissionsarme Epoxidharz-Fußbodenbeschichtung haftet hervorragend auf feuchtem Beton

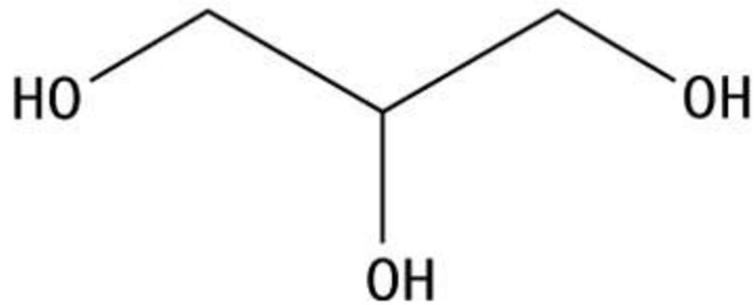
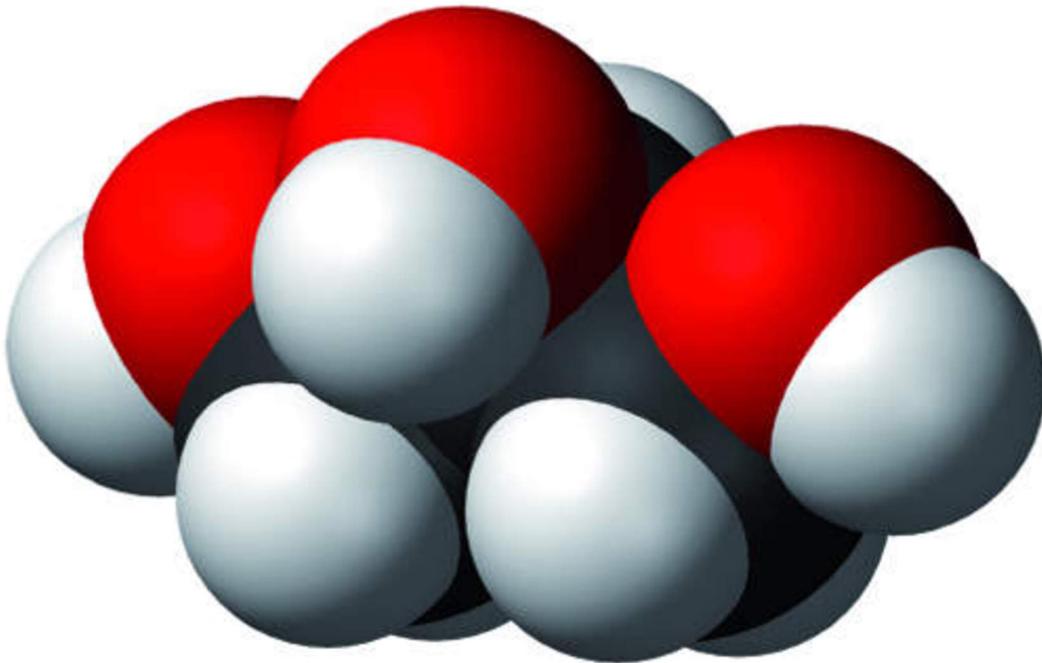


Abb. 3: Allgemeine Struktur von Glycerin

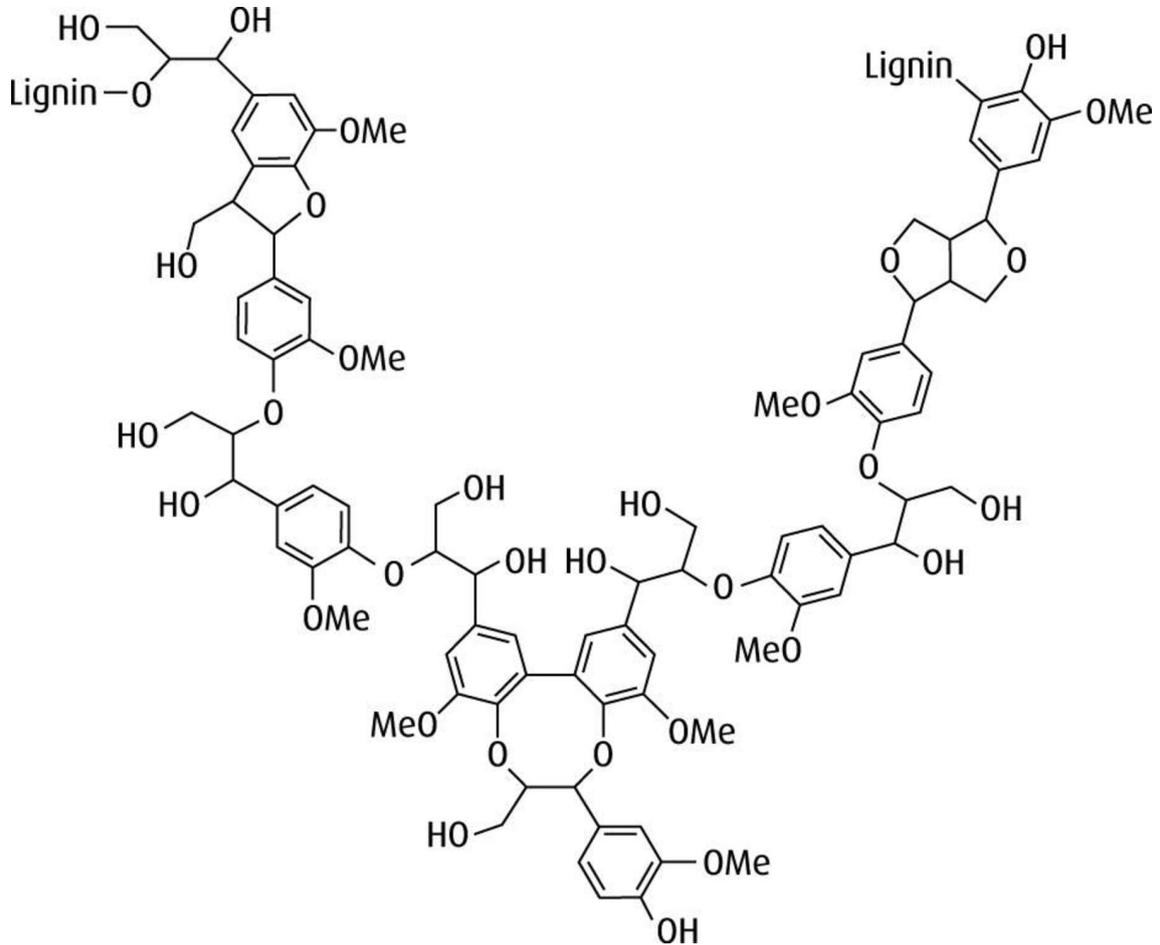


Abb. 4: Allgemeine Struktur von Lignin

Quelle/Publication: Farbe und Lack  
Ausgabe/Issue: 02/2011  
Seite/Page: 10



Bild zu Marktanpassung durch Weiterentwicklung