

## „Polyurethanlacke - Domäne in der Holzbeschichtung“

Christoph Irle

### Was wird von Holz-/Möbellacken erwartet?



**Abbildung 1:** Polyurethanlacke auf Holz im Wohnbereich

Moderne Einzelteilerfertigungen bei der Wohnmöbelproduktion oder die hohen Stückzahlen, z.B. bei der Fenster-, Stuhl- und Tischlackierung, erfordern hohe Produktivität, d.h. vor allem schnellste Trocknung. Dies gilt umso mehr, als die Möbellackierung stets eine Mehrschichtlackierung ist, die zumindest aus Grundierung und Decklack besteht. Die Schleifbarkeit der Grundierung möglichst früh zu erreichen, ist dabei ebenso wichtig, wie schnell zur Stapelbarkeit der fertig lackierten Teile zu kommen (ohne dass die Teile dabei zusammenkleben!).

Holzarten unterscheiden sich voneinander in Farbe, Maserung, Porenbild, Art und Menge der Holzinhaltstoffe und in der Dichte. Große Unterschiede hinsichtlich der Oberflächenbeschaffenheit zeigen auch verschiedenartige Holzwerkstoffe wie Span-, Hartfaser-, mitteldichte Faserplatten (MDF-

Platten) oder Schichtstoffplatten. Diese Holzwerkstoffe werden im Möbelbau in der Regel mit Furnieren oder Kunststofffolien versehen. Ein Möbellack muss auch hier zuverlässig zum Einsatz kommen können.

Bei genauer Kenntnis der jeweiligen Einflüsse des Untergrundes lassen sich Lacksysteme auswählen, die ein optimales Lackierergebnis garantieren. Um spezielle Oberflächeneffekte und -qualitäten zu erzielen, kommen für den Lackaufbau auch Kombinationen unterschiedlicher Lacksysteme zur Anwendung. Im weltweiten Markt bedeutend sind lösemittelhaltige Lacke auf Basis von Polyurethanen, Nitrocellulose, ungesättigten Polyestern sowie UV-härtbare Systeme und Wasserlacke auf Basis von Polyacrylat- und Polyurethanchemie.

Abhängig von der Form der zu lackierenden Teile lassen sich bei den diversen Applikationsverfahren spezielle Vorteile nutzen. Besonders häufig wird von den konventionellen Spritzverfahren (Pressluft, Airless, Airmix) Gebrauch gemacht. Auch den entsprechenden elektrostatischen Varianten kommt große Bedeutung zu. Für flächige Teile hat sich zusätzlich die Gießapplikation bewährt, zunehmend durch das Walzen (mit Rollen, verwandt der Bandbeschichtung oder dem Drucken) ersetzt. Das Fluten (Beschütten/ Bespritzen) findet ebenfalls Anwendung.

Die Trocknung der Lacke erfolgt bei Raumtemperatur oder - zur Verkürzung der Trockenzeit - bei erhöhten Temperaturen bis 70 °C in Flach-, Horndenwagen- oder Etagentrocknern. Dies gilt sowohl für die herkömmlichen, lösemittelhaltigen als auch für umweltschonende, wasserverdünnbare 1K- und 2K-Systeme, die den VOC-Richtlinien der EU sowie den

nationalen Umweltschutzregularien Rechnung tragen und zunehmend an Bedeutung gewinnen.

Die genannten Lacksysteme mit Trocknung und Vernetzung sollen im Folgenden näher beschrieben werden.

Einfache Verarbeitbarkeit, kurze Trocknungszeiten und ein hohes Qualitätsniveau an Beschichtungseigenschaften stehen kennzeichnend für Polyurethan (PUR-) Lacke. Daher ist es nicht verwunderlich, dass diese Chemie hinter dem mit Abstand wichtigsten System in der Holzlackierung steht. Etwa 40 % der weltweiten Holz-/Möbellackierung erfolgt heute mit lösemittelhaltigen 2K-PUR-Systemen, basierend auf aromatischen und/oder aliphatischen Polyisocyanathärtern und Polyolen (Polyacrylate und Polyester mit OH-Gruppen als Reaktionspartner für die Polyisocyanathärter). Hervorstechende Eigenschaft dieser Systeme ist neben der enormen Strapazierfähigkeit die Tatsache, dass die Lackhärtung durch chemische Vernetzung recht schnell bereits bei niedrigen Temperaturen erfolgt. Holz als Werkstoff kann nicht bei hohen Temperaturen verarbeitet werden und in vielen Möbelbaubetrieben wird seit jeher der Lack bei Umgebungstemperatur getrocknet. PUR-Systeme dominieren in Europa vor allem in Italien und Spanien und Deutschland. Stark vertreten sind PUR-Lacke auch in Japan. Der Marktanteil von 2K-PUR-Lacken im weltweit größten Holz-/Möbellackmarkt China dürfte über 70 % liegen. Neben diesem klassischen Ansatz, die Polyurethanchemie für die Lackierung zu nutzen, existieren heute zahlreiche moderne Varianten von Lacken, die einerseits den erfolgreichen Grundgedanken der Polyurethanchemie weiterführen, aber sehr geringe oder gar keine Emissionen organischer Lösemittel verursachen.



**Abbildung 2:** Wässriger 2-Komponenten Parkettlack auf Polyurethanbasis (Foto Professional Coatings Inc.).

## **Lösemittelbasierende 2K-PUR-Lacke**

### **Polyisocyanate**

Grundsätzliche Anforderungen, die von Polyisocyanaten für den Holz-/Möbelbereich erfüllt werden müssen, sind:

- sehr niedrige Gehalte an monomerem Diisocyanat
- exzellente Verträglichkeit mit Harzen und anderen Formulierungsbestandteilen
- Stabilität auch in niedriger Konzentration

Ein breites Angebot unterschiedlich aufgebauter und qualitativ verschiedenartiger Polyisocyanate ermöglicht es, die richtige Auswahl oder Kombination für die Anforderungen der Holz-/Möbellackierung zu treffen. Je nach Anforderung an die Vergilbungsbeständigkeit werden aromatische TDI-Polyisocyanate oder aliphatische HDI-basierende Polyisocyanate, meist Isocyanurate oder Biurete, eingesetzt.

### **Polyurethanlack-Formulierungen**

Von allen 2-komponentigen PUR-Systemen haben Kombinationen aus OH-funktionellen Alkydharzen (Alkyd-Polyolen) und aromatischen Polyisocyanaten für die Holz-/Möbellackierung die größte Bedeutung erlangt. Ausgangsbasis für die Herstellung solcher Systeme sind kurzölige, hochkondensierte Alkydharze mit einem Ölgehalt von weniger als 45 %. Vorzugsweise sind sie mit Soja-, Erdnuss-, Oliven- bzw. Kokosölfettsäure modifiziert. Vielfach werden auch Mischungen dieser Fettsäuren mit Rizinusöl bzw. Rizinusfettsäure eingesetzt, um Topfzeit und Beständigkeitswerte zu verbessern.

Um die Trockenzeit zu verkürzen und den Festkörpergehalt zu reduzieren, werden mitunter in geringen Mengen höherviskose Cellulosenitrate in der Lackrezeptur zugesetzt; hierdurch verbessert sich auch der Porenfluss bei der Applikation.

Infolge der Härtung mit TDI-Polyisocyanaten - und verstärkt bei Mitverwendung von Cellulosenitrat - vergilben diese Lacke unter Lichteinwirkung. Dieses Verhalten wird jedoch häufig toleriert, da viele Holzarten dunkel oder aber dunkel gebeizt sind. Möbel sind zudem in der Regel nicht dem direkten, sondern nur dem durch Fensterglas gefilterten Sonnenlicht ausgesetzt.

Ein Vergilben des Lackes wird bisweilen eher als Ausbleichen des Holzes in Kauf genommen. Stört die Vergilbungsneigung, z.B. bei hellen Hölzern, so kann die reine TDI-Härterkombination durch Härter auf Basis von HDI/TDI-Isocyanurat ersetzt werden.

Die vorteilhaften Eigenschaften von 2K-PUR-Lacken sind:

Hohe Reaktivität, frühe Schleifbarkeit, Beständigkeit gegen Haushaltchemikalien, gute Füllkraft, hervorragende Anfeuerung (Verstärkung des Maserungskontrasts) und hohe mechanische Beständigkeit. Diese Lacke sind darüber hinaus preiswert. Deshalb sind sie für die Lackierung von Stuhl-, Tisch- und Gestellmöbeln, Wohn-, Schlaf- und Esszimmermöbeln, Rahmen und Leisten weit verbreitet.

In Mitteleuropa dominieren bei der Möbellackierung wegen gesteigerter Anforderung an die Lichtbeständigkeit PUR-Systeme auf Basis OH-terminierter Rein- oder Co-Polyacrylate, die mit HDI-Biuret gehärtet werden..

Hochvernetzte, extrem abrieb- und chemikalienbeständige Holzlackierungen entstehen bei Verwendung stark verzweigter, hydroxylgruppenhaltiger Polyester und Polyether. Der üblicherweise hohe OH-Gehalt dieser Harze, der zwischen 5 und 12 % (bezogen auf Festharz) liegen kann, erfordert die Härtung mit reaktiven aromatischen Polyisocyanaten. So lassen sich hervorragend verschleißfeste Parkett- und Treppenlacke herstellen. Diese Systeme bewähren sich ebenso als Sperrschicht, wenn tropische Hölzer mit erheblichen Anteilen an phenolischen Inhaltsstoffen, z.B. Palisander, mit radikalisch härtenden Bindemitteln lackiert werden sollen. Ohne Sperrschicht würde die radikalische Vernetzungsreaktion durch Kettenabbruch gestört.

### Strahlenthärtende Urethanacrylat-Lacke



**Abbildung 3:** Applikationslinie für strahlenthärtende Holzlacke (Foto Bürkle AG)

Bei strahlenthärtenden, ungesättigten Acrylaten gab es in den letzten 20 Jahren - neben Wasserlacken - die höchsten Steigerungsraten. In Westeuropa im Jahr 2005 lag die Produktion von Lacken auf Basis ungesättigter Acrylate für Holz- und Möbellackierung bei 30.000 t, weltweit bei ca. 80.000 t. Für besonders hochwertige Anwendungen wie zum Beispiel die Lackierung von hoch-abriebfestem Fertigparkett, werden Lacke auf Basis von Urethanacrylaten eingesetzt. Diese Beschichtungen zeichnen sich durch hervorragende Abriebbeständigkeit und Zähelastizität aus und sind darüber hinaus

in der Regel vergilbungsbeständig.

In der Regel werden die strahlenthärtende Lacke auf schnellen Produktionslinien mit Walzapplikation verarbeitet. Typische Bandgeschwindigkeiten liegen zwischen 5 und 50 Metern pro Minute. Von den Strahlungshärtungsverfahren hat sich in der Holz-/Möbellackierung - wegen des deutlich geringeren Investitionsbedarfs - die UV-Härtung gegenüber der Elektronenstrahlhärtung durchgesetzt.

Urethanacrylate werden zur Einstellung der Lieferviskosität in Reaktivverdünnern vom Typ Di- oder Tripropylenglykoldiacrylat gelöst, moderne Varianten sind reaktivverdünnerfrei. Die zur Reaktionsauslösung benötigten Photoinitiatoren müssen ebenso wie die zur Komplettierung dienenden Additive auf die Formulierungs- und Verarbeitungsbedingungen abgestimmt sein.

TDI-basierende ungesättigte Urethanacrylate können vorteilhaft für die Korklackierung eingesetzt werden. UV-lackierte Korkplatten werden als Parkettalternative sowie für Wand- und Deckenverkleidungen verwendet.

## Wasserverdünnbare PUR-Lacke



**Abbildung 4:** Wässrige Dispersionslacke auf PUR-Basis gewinnen zunehmend an Bedeutung.

Vielfältige Möglichkeiten, die anwendungstechnischen Eigenschaften von Holzlacken günstig zu beeinflussen, bieten auch wasserverdünnbare Polyurethansysteme. Urethanmodifizierte, mittelölige, wasserverdünnbare Alkydharze wurden erstmals bereits 1975 in nennenswertem Umfang für Lasuren eingesetzt.

Seit dieser Zeit verwendet man auch Polyurethandispersionen verstärkt in der industriellen Holz-/Möbellackierung. Eine Rolle spielt dabei nicht nur der umweltrelevante Aspekt, dass sich Lösemittel einsparen lassen, sondern auch der wirtschaftliche, dass man keine thermische Nachverbrennung benötigt. Bevorzugt Anwendung finden derartige Wasserlacke

auch in der handwerklichen Parkettlackierung. In Deutschland liegt der Anteil von Wasserlacken für dieses Anwendungsgebiet inzwischen bei über 70 %.

## Wasserverdünnbare 1K-PUR-Lacke

1K-Polyurethandispersion haben mittlerweile eine beachtliche Marktbedeutung erlangt. Derartige Dispersionen, basieren in der Regel auf den aliphatischen Diisocyanaten IPDI und H<sub>12</sub>MDI. Ihre Beschichtungen zeichnen sich durch hohe Zähelastizität, Chemikalienbeständigkeit und Wetterfestigkeit aus. Sie eignen sich deshalb z.B. als Modifizierharze für Polyacrylatdispersionen, vor allem zur Verbesserung der mechanischen Eigenschaften. Anwendungen finden diese Produkte bei der industriellen Holzfensterrahmen-, bei der Parkett- und bei der Möbellackierung.

In situ hergestellte Polyurethan-/Polyacrylatdispersionen auf Basis aliphatischer oder aromatischer Isocyanate werden mehr und mehr für die Parkettlackierung eingesetzt. Daneben kommen oft reine aliphatische Polyurethandispersionen zum Einsatz, insbesondere zur Versiegelung heller Hölzer wie Ahorn oder Buche. Zur weiteren Verbesserung der Eigenschaften wie Abrieb- und Kratzfestigkeit kommen nanoskalige Füllstoffe zum Einsatz, in der Regel auf Basis anorganischer Materialien.

Die Herstellung colöserarmer oder -freier Lacke wird mit PUR- oder PUR-PAC-Dispersionen möglich, die sich nach dem Acetonverfahren erhalten lassen. Besonders vorteilhaft ist hier der niedrige Lösemittelgehalt bei den verarbeitungsfertigen Lacken.

## Wasserverdünnbare 2K-PUR-Lacke

Erste Anwendungen wasserverdünnbarer 2K-PUR-Lacke erfolgten mit pigmentierten Systemen im Holz-/Möbelbereich bei der Beschichtung von Küchen- und Büromöbeln.

Eingesetzt werden OH-Acrylate sowie OH-terminierte Polyurethandispersionen (oder deren Kombinationen) mit hydrophilierten aliphatischen Polyisocyanaten. Durch Verwendung von elastifizierenden HDI-basierten Härtern ist es möglich, Polyole mit sehr hohen

Glasübergangstemperaturen zu verwenden, um die erforderlichen kurzen Trockenzeiten zu erzielen.

Die mittlerweile verfügbaren Rohstoffe, sowohl wasserdispergierbare Polyisocyanate als auch wässrige Polyole, befinden sich gegenüber der ersten Generation in einem deutlich fortgeschrittenen Entwicklungsstadium. So wurden in jüngerer Zeit neue Polyisocyanate mit verbesserter Einarbeitbarkeit und/oder deutlich verbesserten Beständigkeitseigenschaften vorgestellt. Die neuerdings zur Verfügung stehenden Polyole erlauben es, wässrige Möbellacke auf Holz mit dem typischen look-and-feel lösemittelhaltiger Polyurethanlacke zu formulieren.

Bei der handwerklichen, professionellen Parkettversiegelung ist man inzwischen ebenfalls auf wässrige 2K-PUR-Systeme übergegangen. Der Wunsch nach einem hochbeständigen, geruchsarmen System wird in idealer Weise durch eine wässrige 2K-PUR-Formulierung erfüllt. Verglichen mit Lacken auf Basis nicht chemisch vernetzter 1K-Systeme findet man stark verbesserte Chemikalienresistenzen und mechanische Belastbarkeit.

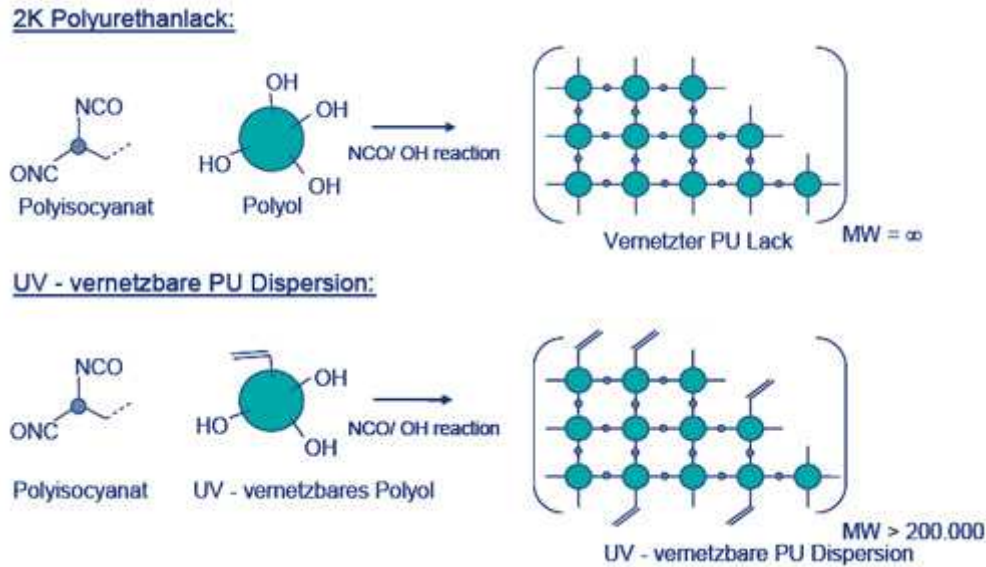
Kiefernholz, überwiegend nordische Kiefer, ist das gebräuchlichste Holz zur Herstellung von Fensterrahmen. Dabei beobachtet man vor allem an den reichlich vorhandenen Astbereichen durch Ausbluten phenolischer Inhaltsstoffe Verfärbungen, aber auch Haftungsprobleme. Als Isolierfüller haben sich hier hoch vernetzte wässrige 2K-Polyurethansysteme auf Acrylatharzbasis bewährt.

### **Wasserverdünnbare UV-härtende PUR-Lacke**

Seit Mitte der 90er Jahre stoßen UV-härtende Dispersionen bei der industriellen Holz-/Möbellackierung auf breites Marktinteresse. In der derzeitigen Phase der Einführung der Europäischen VOC-Gesetzgebung ist ein rasantes Wachstum dieser Technologie zu verzeichnen.

Zum einen sind wässrige, UV-härtende Lacke universell verarbeitbar (gießen, spritzen, rollen) und erlauben aufgrund der schnellen UV-Vernetzung einen rationellen Fertigungsprozess. Zum anderen liegt das Eigenschaftsniveau der so erzielten Lackierungen hoch, d.h. sie sind abriebbeständig, kratzfest und chemikalienbeständig. Kurz: Applikation und Endeneigenschaften sind praktisch identisch mit den lösemittelhaltigen 2K-PUR-Lacken, jedoch verbunden mit niedrigsten Emissionswerten.

Viele der UV-härtenden Dispersionen sind Polyurethan-Dispersionen. Die ausgehärteten Lackfilme ähneln also auch chemisch stark den bekannten 2K-PUR-Lacken. Aus ähnlichen Rohstoffen wird ein ähnliches Endresultat erhalten wie beim lösemittelhaltigen 2K-PUR-Lack. Der Weg dorthin ist aber ein völlig anderer. Anders als beim 2K-Lack wird beim UV-härtenden Lack die zeitbestimmende Reaktion Isocyanat-Polyol bereits bei der Herstellung der PUR-Dispersion durchlaufen. Für die Vernetzung des Lacks auf dem Substrat ist dann nur noch eine Bestrahlung mit UV-Licht binnen weniger Sekunden erforderlich. Solche Systeme erlauben eine wesentlich schnellere Prozessgeschwindigkeit als herkömmliche Lacke.



**Abbildung 5: UV-vertetzbare Polyurethandispersionen**

Ein weiterer Vorteil liegt in der Recycling-Fähigkeit durch z.B. Ultrafiltration oder Verarbeitung in Nass-in-Nass-Kabinen. Daher ist auch die Spritzanwendung bei profilierten Teilen wirtschaftlich interessant. Wichtige Anwendungsfelder sind in der Stuhl-, Möbel- und Treppenstufenlackierung.

Die Trockenzeiten können dabei noch weiter verkürzt werden, wenn vor der UV-Härtung spezielle Trockner zur Beschleunigung der Entwässerung eingesetzt werden. Solche Trockner wurden in jüngster Zeit neu entwickelt und tragen speziell den Notwendigkeiten bei der Trocknung von Wasserlacken Rechnung. Die verschiedenen Systeme nutzen z.B. Infrarot- bzw. Mikrowellenstrahlen oder bringen einen vorgetrockneten Luftstrom auf das Substrat. Eine interessante neue Anwendung wässriger, UV-vertetzender Lacke ist - dank der hohen Wetterbeständigkeit - die industrielle Beschichtung von Holzfenstern.

### Ausblick

Das Wachstum des Marktanteils wässriger Polyurethanlacke - getrieben in Europa vor allem durch die strikten gesetzlichen Begrenzungen der Lösemittlemissionen - hat zu einer enormen Vielfalt verfügbarer Rohstoffe geführt. Dadurch ist wiederum eine Entwicklungsdynamik wässriger PUR-Systeme in Gang gekommen, wodurch eine Vielzahl sowohl unter ökologischen als auch ökonomischen Gesichtspunkten interessanter Problemlösungen entwickelt wurden. Gerade UV-vertetzbare Wasserlacke wachsen weltweit stark, da zum einen die Verarbeitungs-Geschwindigkeit deutlich höher und zum anderen die Overspray-Verluste geringer sind als bei konventionellen, Lösemittel enthaltenden Systemen.

Der Erfolg moderner, wasserbasierter Polyurethanlacke ist vorgezeichnet. Diese Entwicklung dürfte in Europa zu Lasten lösemittelhaltiger Produkte, also auch entsprechender PUR-Lacke, gehen. Trotzdem wird der weltweite Verbrauch an lösemittelhaltigen 2K-PUR-Lacken weiter wachsen. Hintergrund ist das rasante Marktwachstum in starken PUR-Lackmärkten wie der Volksrepublik China. Auch der Systemwettbewerb gegenüber alternativen lösemittelhaltigen Lacken wird in aller Regel dazu führen, dass im Bereich der Holz-/Möbellackierung Polyurethanlacke global weiter an Bedeutung gewinnen werden.

---

Dr. Christoph Irlé  
Bayer MaterialScience AG  
51368 Leverkusen

E-Mail: [christoph.irlé@bayerbms.com](mailto:christoph.irlé@bayerbms.com)



Bayer MaterialScience