

# Fleckenbildung in hochwertigem Massivholzparkett

Afzelia, Jatobá und Merbau: Im lebenden Baum gebildete Inhaltsstoffe werden durch UV-Strahlen aktiviert

Von Gerald Koch<sup>1</sup> und Uwe Schmitt<sup>1</sup>, Hamburg

**Derzeit besteht eine große Nachfrage nach den Holzarten Afzelia, Jatobá und Merbau zur Verwendung als hochwertige Bodenbeläge (Parkett). In zunehmenden Fällen wird nach der Verlegung das Vorkommen von hellen, fleckenförmigen Verfärbungen auf den lackierten oder geölten Holzoberflächen reklamiert, die zu optischen Mängeln führen. Die Ursachen für diese qualitätsmindernden Verfärbungen beruhen auf nachträglichen chemischen Reaktionen der Holzinhaltstoffe, deren Reaktionsmechanismen grundlegend am Institut für Holztechnologie und Holzbiologie des VTI untersucht wurden.**

Die Holzarten Afzelia/Doussié (*Afzelia* spp.), Jatobá (*Hymenaea* spp.) und Merbau (*Intsia* spp.) eignen sich auf Grund ihrer hervorragenden technologischen Eigenschaften (sehr gutes Stehvermögen, geringe Quell-/Schwindverformungen und große Oberflächenhärte) für die Verwendung als Massivholzparkett und sind seit Jahrzehnten für diesen Verwendungszweck etabliert. Die Hölzer zeichnen sich neben den guten technologischen Eigenschaften auch durch ihre ansprechende Textur und rot-braune Kernholzfarbe aus, die den aktuellen Ausstattungstrends entspricht.

## Verfärbung nach Einbau

Die aktuell große Nachfrage nach Afzelia, Jatobá und Merbau für hochwertige Parkettböden hat aber auch zu einer wachsenden Zahl von Reklamationen geführt. Dabei handelt es sich zumeist um das Auftreten von hellen, fleckenförmigen Verfärbungen auf den lackierten oder geölten Holzoberflächen.

Die besondere Problematik in der Entstehung und Ausprägung der Verfärbungen (Abbildung 1) liegt darin, dass die Flecken in vielen Fällen erst nachträglich auftreten, d. h. zum Teil mehrere

Wochen nachdem das Parkett verlegt wurde. Bei der Herstellung und Verarbeitung der hochwertigen Parkette sind die Farbabweichungen (noch) nicht erkennbar.

Weiterhin ist zu beobachten, dass die Verfärbungen nur lokal, i. d. R. nicht flächig, im Holzgewebe vorkommen. Bei genauerer Sicht zeigt sich, dass die hellen Inhaltsstoffe vor allem in den Gefäßbahnen der drei genannten Hölzer eingelagert sind (Abbildung 2). Um die Ursache für die Entstehung dieser qualitätsmindernden Verfärbungen zu ermitteln, wurden umfassende anatomisch-strukturelle (Licht-/Elektronenmikroskopie) und topochemische Untersuchungen (zelluläre UV-Spektroskopie) an verbauten Parkettmustern der Holzarten Afzelia, Jatobá und Merbau mit nachträglichen Verfärbungen durchgeführt. Die drei Hölzer stammen aus der Familie der Fabaceae-Caesalpinioideae und zeigen große Gemeinsamkeiten im anatomisch-strukturellen Aufbau des Holzgewebes sowie der chemischen Zusammensetzung ihrer Extraktstoffe.

## Verursacht durch Flavonoide – Schleifen hilft nicht

Für eine Charakterisierung der Fleckenbildung wurden makroskopische und mikroskopische Querschnitte aus Zonen der verfärbten und unverfärbten Parkettflächen hergestellt. Die mikroskopischen Studien zeigen, dass in den verfärbten Bereichen hohe Kon-

zentrationen heller, flavonoider Inhaltsstoffe in den Gefäßen (Poren) eingelagert sind (Abbildung 2). Die Inhaltsstoffe sind dabei nicht nur an der Holzoberfläche angereichert, sondern kommen zumeist lokal im gesamten Querschnittsprofil, d. h. auch den inneren Bereichen des Holzgewebes, vor. Auf Grund dieser Verteilung der Inhaltsstoffe können die Verfärbungen nicht durch „einfaches“ Abschleifen und eine neue Versiegelung der Oberflächen entfernt werden, da die freigelegten Extraktstoffe in den inneren Lagen zu neuen Fleckenbildungen führen (Abbildung 2).

Für eine Identifizierung der farbgebenden Inhaltsstoffe wurden chemische (HPLC-Chromatografie) und topochemische Untersuchungen (zelluläre UV-Spektroskopie) durchgeführt. Mithilfe dieser beiden Methoden können die chromophoren Extraktstoffe im Holz von Afzelia eindeutig als Kaempferol-3-Rhamnoside identifiziert werden, wogegen die hell bis gelblichen Inhaltsstoffe im Holzgewebe von Merbau aus Robinetin bestehen (vgl. Koch et al. 2006). Abbildung 3 zeigt repräsentative UV-Spektren der Inhaltsstoffe, die in den Gefäßen der Holzart von Afzelia und Merbau topochemisch detektiert wurden.

## Stressreaktion des Baumes

Die Vorstufen für diese beiden flavonoiden Inhaltsstoffe werden während des Wachstums der Bäume in den lebenden Speicherzellen (Parenchym) des Holzgewebes gebildet. Ihre Synthese und Verteilung ist abhängig von individuellen Wuchsbedingungen und lokalen Standortfaktoren der Bäume, was die Tatsache erklärt, dass die beschriebenen Verfärbungen nicht in allen Hölzern (Parkettstäben) vorkommen. Als Ursache für die lokale Anreicherung dieser Inhaltsstoffe kommen i. d. R. stressphysiologische Reaktionen des Baumes infrage, da die chromophoren Verbindungen auch eine fungizide Wirkung besitzen und als Abwehrstoffe im lebenden Baum gebildet werden.

Detaillierte elektronenmikroskopische und topochemische Untersuchungen zeigen, dass die Vorstufen der farbgebenden Verbindungen vor allem in den Speicherzellen gebildet werden, die an die Gefäße angrenzen, das sog. paratracheale Parenchym. Die noch niedermolekularen Verbindungen werden durch die Tüpfel (Kontaktstellen) in die Gefäße transportiert, wo sie durch Reaktionen mit Luftsauerstoff (Oxidationsreaktionen) oder durch Temperatureinwirkung (z. B. Kondensationsreaktionen bei der technischen Trocknung) in höhermolekulare flavonoide Farbstoffe umgewandelt werden. Die Gefäße sind dabei fast vollständig mit den Inhaltsstoffen ausgefüllt, oder die Extraktstoffe sind lokal an die Gefäßwände angelagert. In beiden Fällen kommt es durch die Eigenfarbe der Flavonoide und Lichtbrechungen an der Holzoberfläche zu den reklamierten fleckenförmigen Verfärbungen. Abbildung 4 zeigt ein Gefäß der Holzart Merbau, an dessen Wand helle Inhaltsstoffe angelagert sind.

## Aktivierung durch UV-Strahlen

Die besondere Problematik, dass die Verfärbungen in vielen Fällen erst nachträglich (z. T. mehrere Wochen nach dem Verlegen) auftreten, kann wissenschaftlich dadurch erklärt werden, dass die beschriebenen Inhaltsstoffe durch fotochemische Reaktionen, d. h. durch die Einwirkung der UV-Strahlung des Sonnenlichtes, aktiviert und in chromophore Verbindungen umgewandelt werden. Um diese Reaktionsmechanismen zu prüfen bzw. nachzustellen, wurden einzelne lackierte Parkettstäbe der drei Holzarten Afzelia, Jatobá und Merbau in einer Belichtungskammer (Lichtquelle: 5 Strahler Ultra-Vitalux à 300 W) 78 h künstlich bestrahlt. Die ausgewählte Bestrahlungsdauer von 78 h entspricht einer natürlichen Son-

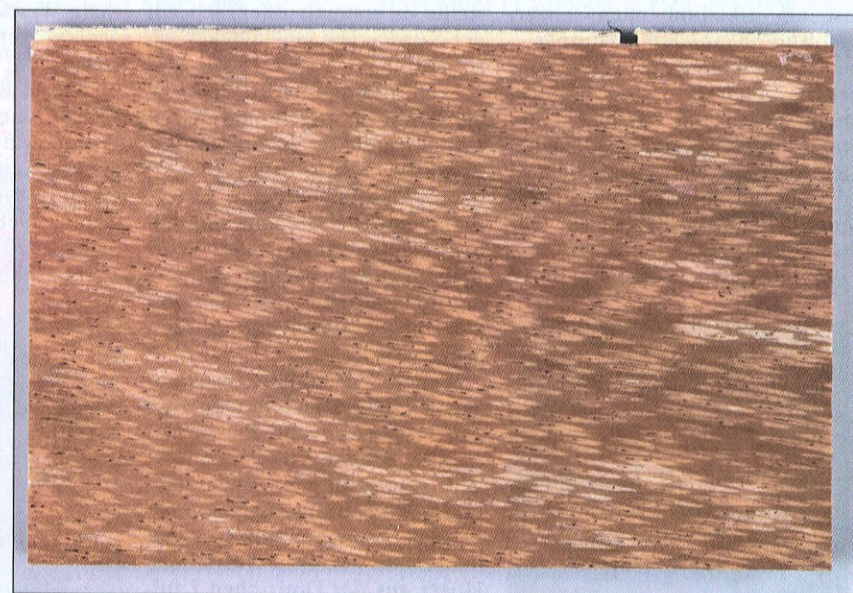


Abbildung 1 Lackierte Parkettoberfläche der Holzart Afzelia/Doussié mit ausgeprägten fleckenförmigen Verfärbungen, die erst mehrere Wochen nach der Verlegung auftraten

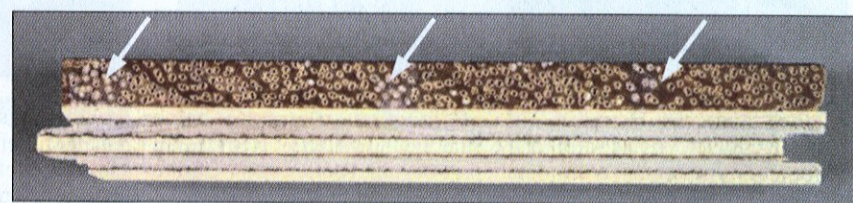


Abbildung 2 Querschnitt eines Parketts mit einer Decklage der Holzart Afzelia/Doussié, das die lokale Einlagerungen von hellen Inhaltsstoffen in den Gefäßen (Poren) zeigt

neneinstrahlung von etwa 910 h (etwa 76 Tagen mit 12 h permanenter Sonneneinstrahlung). Zur objektiven Beschreibung der Farbänderungen wurden Dreibereichs-Farbmessungen mit einem Chroma-Meter CR-200 (Minolta) durchgeführt. Die farbmessungsergebnisse erfolgten nach dem CIE L\*a\*b\*-Koordinatensystem, wobei der L\*-Wert die Helligkeit, a\* (Rot-Grün-Achse) und b\* (Blau-Gelb-Achse) sowohl den Farbton als auch die Sättigung angeben. Der Vergleich der belichteten und unbelichteten Oberflächen (die Kontrollflächen wurden mit Alu-Folie abgedeckt) zeigt, dass die Oberflächen aller drei Hölzer intensiv nachdunkelten (Abnahme der Helligkeitswerte = L\*-Werte von durchschnittlich 53 auf 35 und Zunahme des Rot-Grün-Anteils = a\*-Werte von 16 auf 21 für die Holzart Afzelia).

Neben dem gleichmäßigen Nachdunkeln der Holzoberflächen zeigen einzelne Parkettflächen lokal intensive helle Fleckenbildungen (Abbildung 5), wie sie von der Praxis reklamiert werden. Bei den Verfärbungen handelt es sich um die beschriebenen Einlagerungen der flavonoiden Inhaltsstoffe, die bereits im lebenden Baum gebildet wurden. Durch das Nachdunkeln der Holzoberflächen und die fotochemischen Reaktionen werden diese Verbindungen kontrastreicher und stellen einen erheblichen optischen Mangel im Vergleich zu der homogenen dunkelbraunen Kernholzfarbe der Hölzer dar (Abbildung 5).

## Zusammenfassung

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die Ursache für die nachträgliche Fleckenbildung an den Ober-

flächen hochwertiger Parkettböden (Afzelia, Jatobá und Merbau) auf eine lokale Anreicherung natürlich eingelagerter Inhaltsstoffe im Holzgewebe zurückzuführen ist. Da die flavonoiden Inhaltsstoffe nachträglich durch die Einwirkung des UV-Lichtes fotochemisch reagieren und infolge der natürlichen Lichtalterung (Nachdunkeln des Holzes) stärker kontrastieren, lässt sich die Intensität der Fleckenbildung nur schwer vorhersagen bzw. auf dem Vorwege erkennen. Diese Zusammenhänge erklären die vielen nachträglichen Reklamationen von Verfärbungen, obwohl das Parkett ursprünglich optisch fehlerfrei ausgeliefert wurde.

## Empfehlung für die Praxis

Die vorliegenden Informationen sollen den Herstellern, Händlern, Verarbeitern und Kunden dienen, das besondere Phänomen der nachträglichen Verfärbungen besser beurteilen zu können, um bei Beratungsgesprächen auf die natürlichen Reaktionen der Inhaltsstoffe hinzuweisen. Weiterhin können durch sorgfältigere Begutachtung und Sortierung der Parkettböden, insbesondere durch Ansicht der Querschnittsprofile, Anreicherungen von hellen Inhaltsstoffen in den Gefäßbahnen leichter erkannt werden. Eine frühe Aussortierung dieser Hölzer kann das Problem der nachträglichen Verfärbungen eingrenzen.

## Ergänzende Literatur:

Koch, G.; Richter, H.-G.; Schmitt, U. (2006): Topochemical investigation on phenolic deposits in the vessels of afzelia (*Afzelia* spp.) and merbau (*Intsia* spp.) heartwood. Holzforschung 60, 583-588.

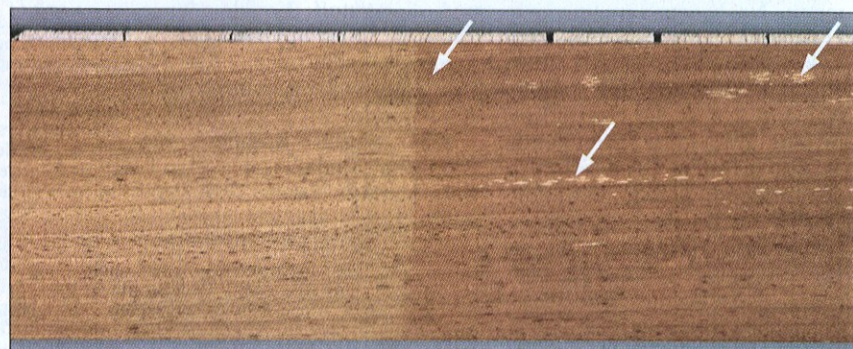


Abbildung 5 Aufnahme einer lackierten Parkettoberfläche der Holzart Afzelia nach künstlicher Belichtung (linke Seite Kontrollfläche, rechte Seite künstlich bestrahltes Holz), die ein intensives Nachdunkeln der Holzoberfläche sowie die Entstehung der hellen fleckenförmigen Verfärbungen zeigt.

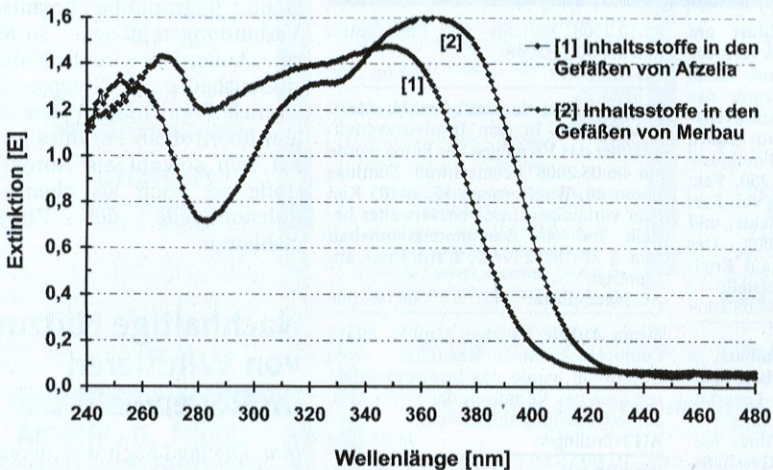


Abbildung 3 Repräsentative UV-Spektren der Inhaltsstoffe in den Gefäßen von Afzelia und Merbau, die für die hellen fleckenförmigen Verfärbungen verantwortlich sind  
Fotos und Grafiken: VTI

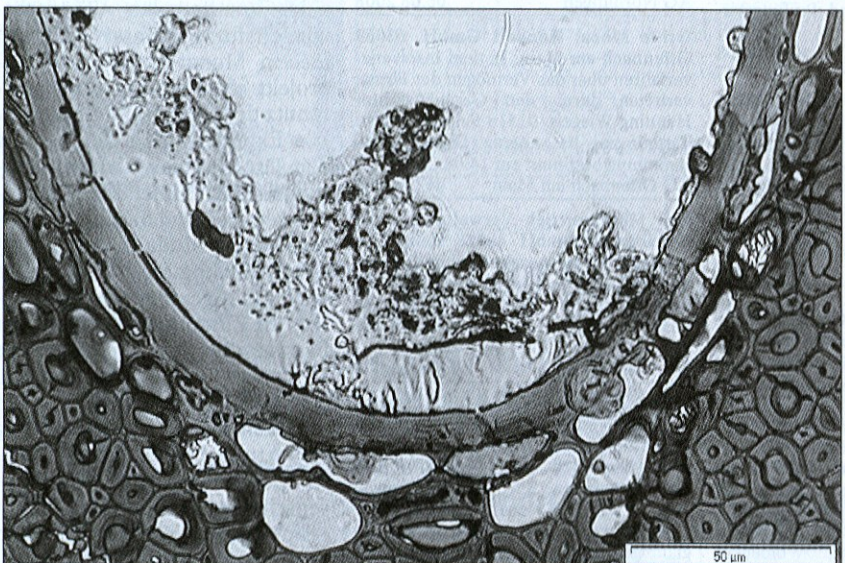


Abbildung 4 Mikroskopische Aufnahme eines Gefäßes der Holzart Merbau (*Intsia* spp.) mit Anlagerungen von Inhaltsstoffen an der Gefäßwand

<sup>1</sup> PD Dr. habil. Gerald Koch und Dr. Uwe Schmitt arbeiten am Institut für Holztechnologie und Holzbiologie des Johann-Heinrich-von-Thünen-Instituts (VTI) in Hamburg.