

# Farbabweichungen bei Black Cherry nehmen zu

Mangel an geeigneten Furnierstämmen – Farbabweichung im Kochprozess nur bedingt beeinflussbar

Von Diplom-Holzwirt Ingo Mayer<sup>1</sup> und  
Privatdozent Dr. Gerald Koch<sup>2</sup>, Hamburg

Der Amerikanische Kirschbaum „Black Cherry“ (*Prunus serotina* Borkh.) zählt zu den wichtigsten europäischen Importhölzern für die Möbelindustrie und den hochwertigen Innenausbau. Das Holz wird insbesondere auf Grund seiner warmgetönten rotbraunen Farbe und feinen Struktur für höchste dekorative Ansprüche auf dem nordamerikanischen und europäischen Markt geschätzt. Die hohe Nachfrage nach Black Cherry hat aber dazu geführt, dass die für die Furnierherstellung geeigneten Qualitäten in Stammform und Farbe in den natürlichen Verbreitungsgebieten (Nordosten der USA) stark zurückgegangen sind und zunehmend Holz auf den europäischen Markt kommt, das z. T. erhebliche Farbvariationen aufweist.

Die alternative holzwirtschaftliche Nutzung der einheimischen Art *Prunus avium* Mill. (Europäischer Traubenkirschbaum) ist auf Grund des vergleichsweise geringen mengenmäßigen Aufkommens und der geringeren Stammdimensionen stark begrenzt. Bei der Be- und Verarbeitung von Black Cherry werden zunehmend ungleichmäßige Farbänderungen reklamiert, die zu hohen wirtschaftlichen Verlusten in der Furnier- und Möbelindustrie führen. Im Rahmen eines Forschungsvorhabens wurde die Farbentstehung im lebenden Baum, die Ursachen für die unterschiedliche Farbausprägung sowie das Farbverhalten im Produktionsprozess der Furnierherstellung grundlegend untersucht.

## Untersuchungsmaterial

Für die Untersuchungen standen Furnierstämme aus dem natürlichen Verbreitungsgebiet von Black Cherry (östl. Nordamerika) zur Verfügung. Hierbei handelte es sich um Stämme in Furnierqualität (astfrei, geradschäftig, gleichmäßige Jahrringstruktur) aus den Wuchsgebieten Pennsylvania (17 Stämme) und West Virginia (10 Stämme) mit Durchmessern zwischen 40 und 69 cm und einem Alter zwischen 60 und 104 Jahren (Abbildung 1 auf Seite 202). Die Stammschnitte wurden während der Lagerung (nach Containerschiffung, vgl. Koch und v. Lange 2003) und im industriellen Prozess der Furnierherstellung zwischen den einzelnen Pro-

zessabschnitten (Abrichten, Holzkochung, Furniermessern, technische Trocknung) beprobt und Furnierblätter ausgewählter Abschnitte im Anschluss an die technische Trocknung entnommen. Dadurch konnten sowohl die Verteilung als auch die Farbreaktionen der Inhaltsstoffe während des gesamten Be- und Verarbeitungsprozesses untersucht werden. Einige Stammscheiben sowie die dazugehörigen Furnierblätter zeigten zum Teil deutlich ausgeprägte streifige Farbabweichungen und Flecken (Gumenbildung) auf den Quer- und Tangentialschnitten (Abbildungen 2 und 3).

## Holzfarbe

Für die Aufklärung der Farbentstehung im lebenden Baum sowie der dabei auftretenden Farbabweichungen wurden umfangreiche mikroskopische (Lichtmikroskopie und zelluläre UV-/Vis-Spektroskopie) und chemische (RP-HPL-Chromatographie, gekoppelt mit UV- und Massenspektroskopie) Untersuchungen durchgeführt. Zusätzlich erfolgten Farbwertmessungen über ein Oberflächen-Spektrofotometer nach dem dreidimensionalen CIEL\*a\*b\*-Farbraum mit den Achsen L\* (Helligkeit), a\* (Rot-Grün-Achse) und b\* (Gelb-Blau-Achse) zur objektiven Bestimmung der Farbeigenschaften des unbehandelten Holzes sowie der Furnierblätter.

## Akzessorische Inhaltsstoffe

Lichtmikroskopische und zelluläre UV-spektroskopische Untersuchungen belegen das Vorhandensein von farbigen, aromatischen Agglomeraten in den Speicherzellen (Syntheseorte der Inhaltsstoffe) sowie den Gefäßen des regelmäßig gebildeten Kernholzes von Black Cherry (Abbildung 4). Darüber hinaus verdeutlichen zelluläre spektroskopische Untersuchungen im sichtbaren Bereich des Lichtes die zentrale Bedeutung dieser Stoffe für die Farbgebung des Kernholzes. Eine Einlagerung der Inhaltsstoffe in die Zellwände des Fasergrundgewebes kann hingegen

nicht beobachtet werden. Zur Untersuchung der akzessorischen (farbgebenden) Inhaltsstoffe wurden diese mithilfe von Lösungsmitteln aus dem Holzgewebe extrahiert. Das Splintholzextrakt erscheint – wie auch das Splintholz selbst – nur schwach farbig. Dennoch können hohe Konzentrationen von Inhaltsstoffen im inneren Bereich des Splintholzes (etwa 6 %, bezogen auf das Dargewicht) nachgewiesen werden (Mayer et al. 2006) (Abbildung 5). Es handelt sich hierbei um farblose Vorstufen von Kernstoffen, die bei der Kernholzbildung umgewandelt werden. Der Extraktstoffgehalt (Aceton/Wasser-Extraktion) im Holzgewebe erreicht ein Maximum im Bereich der Übergangszone vom Splint- zum Kernholz (etwa 10 %). In diesem Bereich findet im Rahmen der natürlichen Vorgänge bei der obligaten Farbkernbildung eine Umwandlung der im Splintbereich gebildeten Vorstufen zu zum Teil farbigen Kernstoffen statt. Extrakte aus dem Kernbereich sind auf Grund der extrahierten farbigen Kernstoffe rötlich eingefärbt. Der Extraktstoffgehalt im Kern liegt zwischen 4 und 6 %. Insgesamt können etwa 50 verschiedene Stoffe in den Aceton-/Wasser-Extrakten detektiert werden (Mayer et al. 2006).

Alle identifizierten Substanzen besitzen eine flavonoide Grundstruktur (Flavonoide sind in der Natur häufig vorkommende Farbstoffe) und belegen den farbgebenden Charakter der Inhaltsstoffe von Black Cherry. Sie können durch Oxidation in o-Chinone und weiter in höher aggregierte Stoffe übergehen und sind für die Farbausprägung verantwortlich (z. B. Hathway 1962). So dient z. B. die identifizierte Substanz Catechin in der Farbstoff-Biosynthese als Farbstoff-Vorstufe und trägt zur Holzfarbe durch Oxidation zu farbigen polymeren Substanzen bei, die in vielen Holzarten beschriebenen „kondensierten Gerbstoffen“ (sog. „Proanthocyanidine“). Diese Vorgänge können durch eine deutliche Konzentrationsabnahme des Catechins an der Splint-/Kern-Grenze der untersuchten Stammabschnitte von Black Cherry nachvollzogen werden. Andere identifizierte Substanzen (z. B. Taxifolin und Aromadendrin) werden erst an der Splint-/Kern-Grenze gebildet und sind ausschließlich im Kernholz nachweisbar (Mayer et al. 2006).

## Ursachen der Farbabweichung

Die Farbgebung des Kernholzes hängt von der Konzentration und Verteilung der identifizierten und beschriebenen Inhaltsstoffe im Holzgewebe ab. Dies trifft vor allem auf das Catechin zu: In intensiv dunklen Kernholz-Bereichen ist die Konzentration dieser Verbindung deutlich höher als in normal gefärbtem Kernholz mit hellbraunem Farbton oder in auffällig hell ausgeprägten Bereichen (Mayer et al. 2006).

Fortsetzung auf Seite 202



Abbildung 2 Natürliche homogene (links) und inhomogene (rechts) Farbausprägung in Black Cherry.

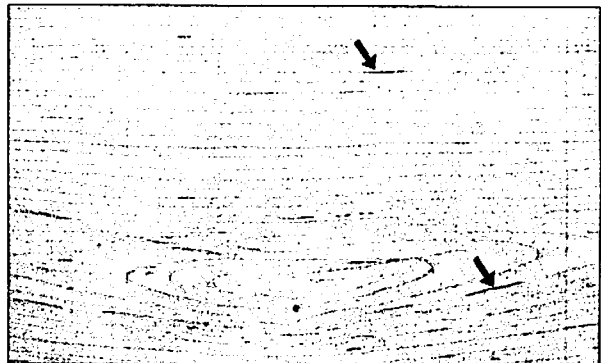


Abbildung 3 Ausschnitt aus einem Furnierblatt von Black Cherry mit starken Farbabweichungen und Harzeinlagerungen (Gumenbildung, siehe Pfeile)

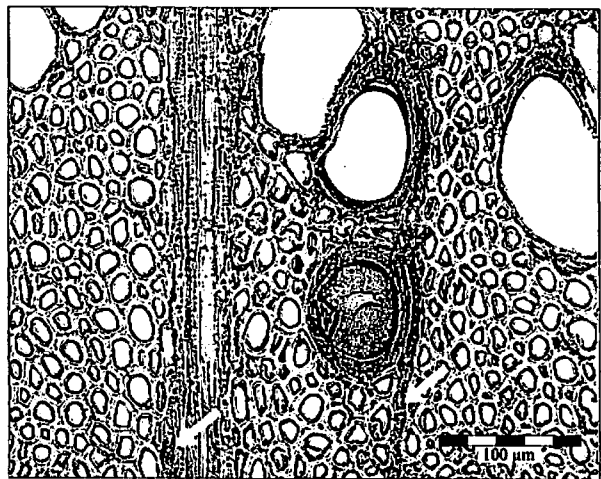


Abbildung 4 Querschnitt von Black-Cherry-Gewebe aus dem Kernholz mit Einlagerungen von farbgebenden flavonoiden Inhaltsstoffen im Holzstrahlparenchym (gelbe Pfeile) und den Gefäßen (blaue Pfeile).

## Künftige Plattform der internationalen Furnierbranche

Fortsetzung von Seite 199

ge des Preises. Der Käufer erwirbt auch für 30 Euro eine Tür, die hochwertiger ist als ein kunststoffbeschichtetes Produkt. Natürlich sind die Anwendungen von Furnier in punkto Qualität und Preis weit gespreizt. Uns kann es nur recht sein, wenn es auch preiswerte Türen mit Furnier- und nicht nur mit Plastikoberfläche gibt. Da ein gemessener Stamm auch viele verschiedene Qualitäten an Furnier ergibt, brauchen wir beide Pole, das preiswerte Massengeschäft ebenso wie das hochwertige Qualitätssegment.

HZ: Die Dekorbranche schafft es immer besser, ihre Produkte dem Furnier anzugleichen, sodass selbst Fachleute Original und Fälschung kaum noch unterscheiden können. Das einzige

optisch wahrnehmbare Unterscheidungskriterium ist also das Furniersiegel?

Von Gagem: Das Echtheitskriterium ist einfach das Echtheitskriterium. Das ist genauso wie beim Kochen. Wenn auf einer Konservendose steht „Schmeckt wie selbst gemacht“ glauben Sie das ja auch nicht, oder?

HZ: Die Drucker stecken auch sehr viel Energie in die Ausgestaltung der Oberflächen und damit auf das haptische Erlebnis ihrer Produkte. Furnier wird zumeist – mit einem Kunststoff – lackiert. Die Botschaft an den Verbraucher geht also allein über den Rauten: Das ist Furnier, aber fühlen kannst Du es nicht!

Von Gagem: Man kann auf keinen Fall sagen, dass die Haptik bei Furnier durch die Weiterbehandlung verloren geht! Es gibt Hölzer wie Eiche und Esche, die eine grobporige Struktur aufweisen und trotz ihrer Weiterbehandlung als natürliche Oberfläche „erfühlbar“ bleiben. Andere Arten wie Buche verfügen schon von ihrer Holzstruktur her über eine glatte Oberfläche, die durch die Veredelung noch betont wird. Hinzu kommt, dass bei der Oberflächenbehandlung zahlreiche Variationsmöglichkeiten bestehen: Es gibt eine Vielfalt von Lackarten, die dem Bedarf der Kunden und auch der Holzarten Rechnung tragen. Die Effekte reichen von seidenmatt bis Glanzlack. Häufig kommt ein Lack mit Rohholzeffekt zum Einsatz, der die Holzstruktur noch besonders hervorhebt.

HZ: Sie haben am 31. Mai 2005 den

Vorsitz der IFN übernommen (vgl. HZ Nr. 50 vom 24. Juni 2005). Was haben Sie seitdem an Initiativen anstoßen können. Was planen Sie bzw. der Verband für die Zukunft?

Von Gagem: Ich arbeite schon seit vielen Jahren im Vorstand der IFN mit. Die Übernahme des Vorsitzes hat deshalb keine wesentlichen Veränderungen mit sich gebracht. Geschäftsführung und Vorstand bilden nach wie vor ein gutes Team. Wir haben wichtige Initiativen angestoßen, um die Aufmerksamkeit für Furnier weiter zu erhöhen. Durch die neue Fördermitgliedschaft in der IFN wollen wir unsere Kooperationspartner, etwa aus Möbelindustrie, Möbelhandel oder Holz verarbeitendem Handwerk, stärker in unsere Aktivitäten einbinden und das Furniersiegel „Echt Holz Furnier“ noch bekannter machen. Die Fördermitgliedschaft soll außerdem dazu beitra-

gen, das Furniersiegel im europäischen Ausland zu verbreiten. Gemeinsam mit dem „Europäischen Furniertag“ als Drehscheibe für die internationale Branche soll sich die IFN so weiter internationalisieren. Auf diese neuen Initiativen wollen wir uns zunächst einmal konzentrieren.

HZ: Wie sieht Ihre persönliche Bilanz nach 20 Monaten aus? Sie waren ja bereits vorher ein gut beschäftigter Mann?

Von Gagem: Verlässliche und gute Information über Furnier zu liefern und erfolgreich für das Produkt zu werben, ist mir ein persönliches Anliegen – wie allen anderen, die bei der IFN aktiv sind. So wie Herr Siebeck unermüdlich für hohe Kochkunst und die Verwendung hochwertiger und vor allem biologisch produzierter Lebensmittel wirbt, so werben wir für Furnier.

**Farbabweichungen bei Black Cherry nehmen zu**

Fortsetzung von Seite 200

Die Ursachen für die unregelmäßige Synthese der Inhaltsstoffe und Konzentration im Kernholz von Black Cherry müssen grundlegend auf exogene Faktoren z. B. Klima, Standort, stressphysiologische Reaktionen und Bodenverhältnisse (pH-Wert, Verfügbarkeit von Nährlementen) zurückgeführt werden. Bestimmte Spurenelemente wie z. B. Eisen und Mangan besitzen hierbei eine besondere Bedeutung, da sie an enzymatisch gesteuerten Reaktionen der Kernstoff-Biosynthese maßgeblichen Anteil besitzen (z. B. Forkmann et al. 1980) oder durch ihre komplexierende Wirkung bestimmte phenolische Inhaltsstoffe zu farbigen Komplexen binden können (Krilov and Gref 1986).

Im Rahmen von elementanalytischen Untersuchungen (optische Emissions-Spektroskopie ICP-OES) konnten deutliche Unterschiede zwischen Stämmen aus unterschiedlichen Wuchsgebieten festgestellt werden. Ein Vergleich dieser Werte mit Ergebnissen aus der Farbmessung zeigt, dass erhöhte Schwankungen bei der Konzentration an Makro- und Mikronährlementen im Holzgewebe der Furnierstämmen mit stärkeren Abweichungen der Holzfarbe einhergehen. Auch der pH-Wert von Black-Cherry-Kernholz schwankt bei Stämmen mit stärkeren Farbabweichungen in höherem Maße. Üblicherweise nimmt der pH-Wert im Holz-

gewebe von Black Cherry bei der Verkerung von etwa pH 5,0 (Splintbereich) auf ca. pH 4,0 (Kernholz), bedingt durch die Bildung von sauren Kernstoffen ab. Schwankungen des pH-Wertes im Kernholz weisen auf eine ungleichmäßigere Synthese der Kerninhaltsstoffe mit den beschriebenen Auswirkungen auf die Holzfarbe hin.

**Farbverhalten im Kochprozess**

Im industriellen Prozess der Furnierherstellung dient die Holzkochung der Furnierstämmen (thermische Behandlung des Holzes in Wasserbädern unter holzartenspezifischen Bedingungen, Dauer: 24 h bis mehreren Wochen; Temperatur: 40 bis 98°C) der Erweichung und dem Spannungsabbau des Holzes (z. B. Teichgräber 1966). Gleichzeitig kann holzartenspezifisch eine gezielte Veränderung und Homogenisierung der Holzfarbe erreicht werden. Die dabei möglichen Farbveränderungen im Holzgewebe sind grundsätzlich auf Reaktionen des Lignins (z. B. Wegener and Fengel 1988), der Kernstoffe (z. B. Charrier et al. 1995, 2002; Burtin et al. 2000) und von Kohlenhydraten und Aminosäuren nach dem Amadori-Maillard-Prinzip zurückzuführen (McDonald et al. 1997). Bei der Holzkochung von Black Cherry werden vergleichsweise milde Prozessbedin-



Abbildung 1 Rundholzplatz mit ausgelegten Stammabschnitten von Black Cherry (Pennsylvania/USA).

gungen gewählt und die Stammabschnitte nicht länger als drei Tage bei weniger als 70°C erhitzt, wodurch eine sehr helle braunrote Farbe entsteht. Eine zu rötliche und dunkle Ausprägung der Holzfarbe bei Black-Cherry-Furnieren wird derzeit am Markt nicht geschätzt.

Durch praxisnahe Versuche im industriellen Maßstab wurde das Farbverhalten von Black Cherry im Prozess der Kochung mit variierenden Temperaturen und der Einfluss von Wartezeiten (Standzeiten zwischen Kochung, Messern und technischer Trocknung) im weiteren Produktionsprozess untersucht. Die Holzkochung bei 60°C induziert einen raschen Farbumschlag im Kernholz von Black Cherry (Abbildung 6). Mit zunehmender Kochdauer sinkt die Helligkeit ( $L^*$ ) und der Rotanteil ( $a^*$ -Parameter). Die Farbe wird intensiviert (positiver  $a^*$ -Parameter). Eine Erhöhung der Kochtemperatur auf 70°C beschleunigt diese Entwicklung. Die Farbänderungen sind in diesem Fall auf strukturelle Veränderungen (Oxidation und/oder Polymerisation) der identifizierten Inhaltsstoffe zurückzuführen. Über HPLC-MS und zelluläre UV-spektroskopische Untersuchungen lassen sich Polymerisationsvorgänge der flavonoiden Inhaltsstoffe bei der Holzkochung von Black-Cherry-Kernholz nachweisen (Mayer et al. 2006), die belegen, dass Farbänderungen bei der Holzkochung (bei Temperaturen bis 70°C) maßgeblich auf Reaktionen der Holzinhaltsstoffe zurückzuführen sind.

Die mit zunehmender Temperatur und Dauer voranschreitenden Veränderungen der Holzfarbe von Black Cherry erfordern exakte Prozesseinstellungen bei der thermischen Behandlung in allen Bereichen der Holzverarbeitung. Nur möglichst gleichmäßige Reaktionsbedingungen über den Stammquerschnitt (Dauer und Intensität der Temperatureinwirkung) ermöglichen eine homogene Farbentwicklung während der thermischen Behandlung. Bei Wartezeiten im Produktionsprozess nach der Holzkochung von bis zu 8 Stunden (zwischen Holzkochung und Messervorgang sowie vor der technischen Trocknung) konnte kein signifikanter Einfluss auf die Holzfarbe festgestellt werden. Vermutlich ist dies auf die zu diesem Zeitpunkt schon verringerte Temperatur im Holzgewebe (50°C) zurückzuführen, bei der keine weiteren Farbreaktionen mehr ausgelöst werden. Der Einfluss der Prozessbedingungen bei der technischen Trocknung der Furniere wurde nicht weiter untersucht. Die praktischen Erfahrungen haben gezeigt, dass bei Black Cherry während der kurzen Trocknungszeit der Furnierblätter in den Düsen-Bügeltröcknern (etwa 2 Min.) keine Intensivierung der Farbabweichungen auftritt. Durch Laborversuche konnte das Farbverhalten von farblich verschiedenen Gewebebereichen innerhalb einzelner Stämme während der thermischen Behandlung aufgeklärt werden. Im untersuchten Temperatur- (60 bzw. 70°C) und Kochzeitbereich (0-72 h) war keine Homogenisierung, d. h. Angleichung der Holzfarbe der farblich verschiedenen Bereiche innerhalb einzelner Stämme zu erkennen. Dieses Ergebnis unterstreicht die Bedeutung der natürlichen Ausprägung und Homogenität der im lebenden Baum gebildeten Holzfarbe

über den Stammquerschnitt für das Endprodukt der verarbeitenden Industrien.

**Natürliche Lichtalterung**

Die natürliche Lichtalterung der Holzoberflächen infolge von Sonneneinstrahlung wurde durch eine Simulation mithilfe von Speziallampen unter definierten Bedingungen an repräsentativen Furnieren untersucht (Lichtquelle: 5 Osram-Ultra-Vitalux-Strahler, je 300 W). Die dabei gewählte maximale Belichtungsdauer von 10 Stunden entspricht etwa 116 Stunden direkter, ungeschützter Sonneneinstrahlung. Die Holzoberfläche von Black Cherry lässt bei zunehmender Belichtungsdauer eine rasche Helligkeitsabnahme ( $L^*$ -Wert) erkennen (Abbildung 7). Die Farbtintensität nimmt bei kurzen Belichtungszeiten zunächst leicht ab und anschließend mit andauernder Zeit deutlich zu (Erhöhung der  $a^*$ - und  $b^*$ -Werte). Bei längerer Belichtungsdauer wird somit eine Farbveränderung ähnlichen Charakters hervorgerufen wie bei der Holzkochung, allerdings mit einer stärkeren Abnahme der Helligkeitswerte. Die Ergebnisse zeigen ein typisches, auch für anderen Holzarten beschriebenes Farbverhalten bei Lichtalterung (Tolvaj and Faix 1995, Ayadi et al. 2003), allerdings mit einer ungewöhnlich raschen Farbveränderung. Dies belegt die hohe Reaktivität der flavonoiden Inhaltsstoffe im Kernholz von Black Cherry und deren Neigung zur Foto-Oxidation unter Einfluss von direkter Sonneneinstrahlung.

Die Auswertung der Farbmessungen zeigen, dass die bei der Holzkochung mit unterschiedlichen Einstellungen der Prozessparameter erzeugten Farbuterschiede sich während der Lichtalterung nicht angleichen. Die Helligkeiten der Blätter aus „intensiv“ geführten Kochprozessen (70°C, 46 h) nehmen bei zunehmender Belichtungsdauer stärker ab als die Helligkeitswerte von Furnierblättern aus „schonender“ geführten Kochprozessen (60°C, 12 h und 48 h). Diese Ergebnisse unterstreichen die Bedeutung der Prozessführung bei der thermischen Behandlung für die Farbeinstellung der Holzoberflächen und deren weiteren Verwendung im dekorativen Bereich.

**Zusammenfassung**

Die Farbabweichungen im Kernholz von Black Cherry sind auf eine unterschiedlich hohe Konzentration und die Verteilung der farbgebenden flavonoiden Inhaltsstoffe zurückzuführen. Exogene Einflüsse und insbesondere die Bodenbeschaffenheit beeinflussen grundlegend die Bildung dieser Stoffe und somit die Entwicklung der Holzfarbe im lebenden Baum. Die auf diese Weise entstandenen Farbuterschiede können im Prozess der Furnierherstellung durch eine thermische Behandlung vor der Aufarbeitung zu Furnieren nicht verringert bzw. angeglichen werden. Grundlage für ein farblich gleichmäßiges Furnierblatt ist eine homogene Farbausprägung des Holzes im lebenden Baum. Allerdings können durch eine thermische Behandlung die Farbeigenschaften von Black Cherry insgesamt beeinflusst werden. Intensivere Prozessbedin-

gen bei der Kochung haben eine Helligkeitsabnahme und eine Intensivierung der Holzfarbe zur Folge. Allerdings ist die thermische Behandlung aus produktionstechnischen Gründen unerlässlich, sodass die Furnierhersteller zwischen den Vorteilen (Oberflächengüte der Furnierblätter) und Nachteilen (evtl. unerwünschte Farbentwicklung) einer intensiven thermischen Behandlung abwägen müssen. Die durch Veränderung der Prozessbedingungen entstehenden unterschiedlichen Farbausprägungen gleichen sich während der technischen Trocknung und der nachträglichen Lichtalterung nicht an. Die schnelle und intensive Farbänderung während der Lichtalterung belegt die hohe Reaktivität von technisch getrocknetem Black-Cherry-Kernholz, die auf der hohen Konzentration an Inhaltsstoffen im Holz beruht.

Das Forschungsvorhaben wurde durch die DGH (Deutsche Gesellschaft für Holzforschung)/AIP (Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“) mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie gefördert. Die Autoren danken darüber hinaus der Furnierwerk Winsen GmbH, der R. Ullrich & Co GmbH und der Furnierwerk Prignitz GmbH für die technische Unterstützung sowie die Bereitstellung von Probenmaterial und ganz besonders Hr. von Lange (Winsen/Luhe) für die Bereitstellung von Versuchsstämmen.

**Literatur:**  
 Ayadi, N.; Lejeune, F.; Charrier, F.; Charrier, B.; Merin, A. (2005): Color stability of heat treated wood during artificial weathering. Holz Roh- und Werkstoff 61, S. 221-9226  
 Burtin, P.; Jay-Allemand, Ch.; Charpentier, J.P.; Janin, G. (2000): Modifications of hybrid walnut (*Juglans nigra* L. × *Juglans regia* L.) wood colour and phenolic composition under various steaming conditions. Holzforschung 54, S. 33-38  
 Charrier, B.; Haluk, J.P.; Metche, M. (1995): Characterization of European oakwood constituents acting in the brown discoloration during kiln drying. Holzforschung 49, S. 168-172  
 Charrier, B.; Charrier, F.; Janin, G.; Kamdem, D.P.; Imouli, M.; Gonzalez, J. (2002): Study of industrial boiling process on walnut colour: Experimental study under industrial conditions. Holz Roh- und Werkstoff 60, S. 259-264  
 Forkmann, G.; Heller, W.; Grisebach, H. (1980): Anthocyanin biosynthesis in flowers of *Malotha incana*. Flavonone 3- and flavonoid 3-prime-hydroxylases. Z Naturforsch Teil C 35, S. 691-695  
 Koch, G.; v. Lange, F. (2004): Investigation on climatic conditions during overseas shipment of container stored veneer round wood. Holz Roh- und Werkstoff 62, S. 153-154  
 Krilov, A.; Gref, R. (1986): Mechanism of sawblade corrosion by polyphenolic compounds. Wood Sci Technol 20, S. 369-375  
 Mayer, I.; Koch, G.; Puls, J. (2006): Topochemical investigations on wood extractives and their influence on colour changes in American black cherry (*Prunus serotina* Borkh.). Holzforschung 60, S. 589-594  
 McDonald, A. G.; Fernandez, M.; Kreber, B. (1997): Chemical and UVVIS spectroscopic study on kiln brown stain formation in red data pine. In: Proc. 9th Inter. Symp. Wood Pulping Chem. CCPA, Montreal, Quebec, Canada  
 Teichgräber, R. (1966): Beitrag zur Kenntnis der Eigenschaftsänderungen des Holzes beim Dämpfen. Holz Roh- und Werkstoff 24, S. 548-551  
 Tolvaj, L.; Faix, O. (1995): Artificial ageing of wood monitored by DRIFT spectroscopy and CIEL  $L^*a^*b^*$  color measurements. Holzforschung 49, S. 397-404  
 Wegener, G.; Fengel, D. (1988): Zum Stand der chemischen und mikroskopischen Untersuchungen an trocknungsverfärbtem Eichen-

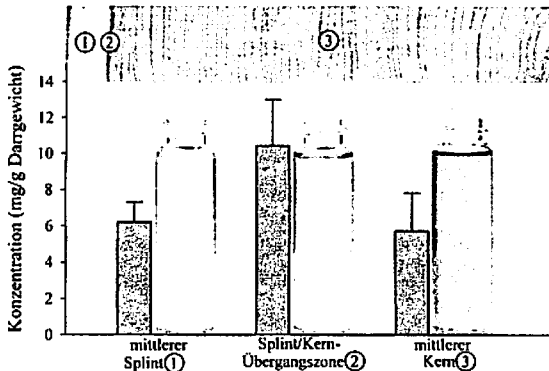


Abbildung 5 Quantitativer Vergleich des Extraktstoffgehaltes von Black Cherry über den Stammquerschnitt mit einer Ansicht der entsprechenden Aceton-/Wasser-Extrakte.

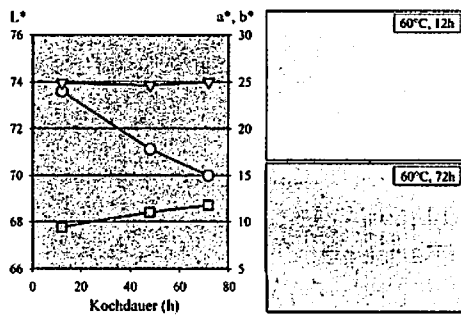


Abbildung 6 Entwicklung der Farbwerte ( $L^*$ ,  $a^*$  und  $b^*$ ) von Furnieroberflächen mit zunehmender Kochdauer der Stammabschnitte bei 60°C.

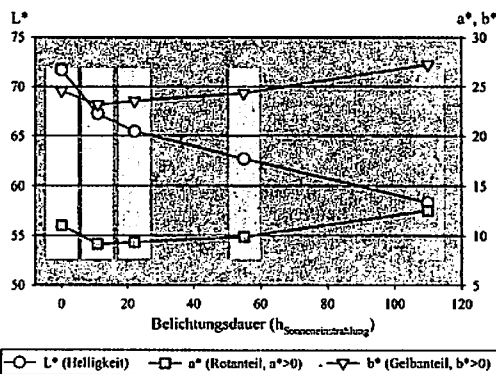


Abbildung 7 Entwicklung der Farbwerte ( $L^*$ ,  $a^*$  und  $b^*$ ) von Furnieroberflächen bei Lichteinwirkung.