

# Neues Trocknungsverfahren spart 50 % Energie

Trocknung von Wasserlacken und wässrigen Beschichtungen auf Holz- und Holzwerkstoffen mittels Hochfrequenz-Streifelfeld

Von Detlef Kleber<sup>1)</sup>, Rico Emmler<sup>1)</sup>, Bernd Brendler<sup>1)</sup>, Dresden; Alfred Gerber<sup>2)</sup>, Freimersheim; Hans-Jürgen Multhammer<sup>3)</sup>, Landshut; und Dr. Albert Rössler<sup>4)</sup>, Schwaz (Österreich)

**Die Trocknung von Wasserlacken ist zeit- und energieaufwendig. In den letzten Jahren wurden zahlreiche Trocknungsverfahren für Wasserlacke auf Holz- und Holzwerkstoffen entwickelt, um diesen Prozess zu optimieren. Ein Trocknungssystem, entwickelt von Prof. Dr.-Ing. Josef Gefahrt und Alfred Gerber, bietet unter Nutzung hochfrequenter elektrischer Felder dafür eine sehr effektive Lösung. Dies wurde durch Untersuchungen am IHD nachgewiesen, die auch Vorteile gegenüber Mikrowellenverfahren aufzeigten.**

Wasserlacke stellen in vielen Bereichen eine häufig eingesetzte Alternative zu lösemittelhaltigen Beschichtungssystemen dar [1]. Strengere Umweltschutzbestimmungen lassen erwarten, dass der Anteil an wasserbasierten Lacken stetig steigen wird. Bei der Lackierung von Holz- und Holzwerkstoffen mit Wasserlacken kommt es durch die Wechselwirkung mit Wasser zu einer verstärkten Faseraufquellung, die von der Dauer des Verbleibs der wässrigen Phase auf dem Substrat abhängt [1]. Durch den Einsatz forcierter Trocknungsmethoden lässt sich die Einwirkzeit des Wassers auf die Oberfläche verringern, was

primär zeit- und energieaufwendig. In den letzten Jahren wurden zahlreiche Trocknungsverfahren für Wasserlacke auf Holz- und Holzwerkstoffen entwickelt, um diesen Prozess zu optimieren. Ein Trocknungssystem, entwickelt von Prof. Dr.-Ing. Josef Gefahrt und Alfred Gerber, bietet unter Nutzung hochfrequenter elektrischer Felder dafür eine sehr effektive Lösung [5]. Die Trocknung erfolgt kapazitiv in einer Trocknungseinheit, in der ein hochfrequentes elektrisches Wechselfeld mit einer Frequenz von 27,12 MHz erzeugt wird, unter Nutzung der HF-Streifelfeldeigenschaften. Diese Anwendung stellt dabei eine neue Möglichkeit zur effizienten

den nassen Lackfilm an der Oberfläche des Substrates zu erwärmen und diesen so von innen nach außen zu trocknen (vgl. Abbildungen 1 und 2).

Zur Durchführung von anwendungsorientierten Untersuchungen der Trocknung unter Nutzung von hochfrequenten Wechselfeldern wurde ein HF-Trocknungsmodul für Wasserlacke auf Holz- und Holzwerkstoffen neu konzipiert und weitgehend automatisiert aufgebaut. In einem praxisrelevanten Prozess erfolgte so die verfahrenstechnisch-technologische Erprobung. Das HF-Trocknungsmodul ist als Bestandteil einer vollständigen Lackieranlage einschließlich Lackiertechnik und UV-Härtung bei der Firma Gerber Ingenieure GmbH in Freimersheim technisch umgesetzt. Dort erfolgte auch der Technikumsbetrieb mit der Demonstrationsanlage. Die Lösungen zur Automatisierung und Prozessvisualisierung der Versuchseinrichtungen sowie für den Einbau der Prozessmesstechnik wurden nach den von der Firma Gerber aufgestellten Kriterien von der Firma ASIS Automation Systems & Intelligent Solutions GmbH aus Landshut entwickelt und realisiert. Die Durchführung der technologischen Versuche erfolgte unter Federführung des Instituts für Holztechnologie Dresden gemeinnützige GmbH (IHD) gemeinsam mit der Firma Gerber. Die Firma Adler-Werk Lackfabrik Johann Berghofer GmbH & Co KG aus Schwaz (Österreich) stellte für die HF-Trocknung weiterentwickelte Lacksysteme zur Verfügung.

## Hochfrequenztrocker

Der innovative Hochfrequenztrocker besteht aus dem Hochfrequenzgenerator, der Übertragungseinheit, der Abschirmkabine inklusive Ein- und Auslaufkanal sowie den dazugehörigen Elektroden. Der Werkstücktransport erfolgt kontinuierlich auf einem dielektrisch verlustarmen Förderband. Die Vorteile dieser Technik sind:

- ◆ hohe Energieeffizienz
- ◆ geringe Kosten für Elektrizität
- ◆ Energieeintrag nur bei Trocknerbelegung (keine Aufheizphasen)
- ◆ gleichmäßiger Wärmeeintrag auf die Lackschicht und schonende Trocknung von innen nach außen
- ◆ Erwärmung erfolgt nur in der Lackschicht, geringe Substratbelastung
- ◆ Keine anschließende Kühlung notwendig.

Der Hochfrequenztrocker mit einer Arbeitsbreite von 1300 mm wurde mit weiterentwickelter HF-Gerätetechnik (Firma Gerber) und einem werkstückabhängig automatisiert einstellbaren HF-Elektrodensystem aufgebaut. Dafür wurde eine neue Steuerungseinrichtung für den automatisierten Betrieb mit Prozessmesseinrichtungen einschließlich visualisierter Bedienung (Wonderware Intouch-System) und Prozesskontrolle entwickelt. Die neue Steuerung ermöglichte einen reproduzierbaren und protokollierbaren Betrieb der HF-Trocknungsanlage. Neben Anodenstrom und Feldstärke des HF-Generators werden Elektrodeneinstellung, Sicherheitstechnik und die Antriebseinheiten des Förder- und Zuluftsystems (Zuführung, Erwärmung) überwacht und gesteuert.

Die Temperatur auf der Werkstückoberfläche wird im HF-Trockner alle 500 mm erfasst und angezeigt. Für die Aufzeichnung und Protokollierung der Prozessdaten erfolgte die Erstellung



Abbildung 3 Lackierte Musterteile im Einlauf des HF-Streifelfeldtrockners

entsprechender Module und eine Prozessdatenbank wurde angelegt. Mit der Installation eines Schleifplatzes zur Vorbehandlung der Substrate, Lackauftragsgeräten (Handspritzwand, Spritzautomat, Spritz- und Lackversorgungs-technik) sowie einer Einrichtung zur Härtung von UV-Lacken entstand mit dem integrierten HF-Trocknungsmodul eine technologisch komplette Technikumsanlage zur praxisrelevanten Erprobung der neuen HF-Trocknungstechnik.

Neben der Realisierung des maschinellen Aufbaus und der Steuerungs- und Regelungstechnik der Trocknungsanlage wurden die technologischen Rahmenbedingungen ermittelt und Einflussgrößen (wie Anodenstrom und Anodenabstand) auf die Oberflächeneigenschaften systematisch untersucht. Dabei kamen industrielle Standard-Möbellacke (1K- und UV-Systeme) und speziell für die HF-Trocknung modifizierte Lacksysteme auf MDF und profilierten Holzbauteilen mit variiertem Dicke zur Anwendung. Zur Bewertung der erzielten Oberflächenqualitäten wurden Eigenschaften gemäß DIN 68861 Teil 1, 2, 4, 7, 8 bzw. Ö-Norm A 1605-12 bestimmt – Bestimmung der Schichtstärke, der Haftfestigkeit (Gitterschnitt), des Glanzes, der Beständigkeit gegen chemische Einwirkungen, der Abrieb- und Kratzfestigkeit sowie der Mikrohärtigkeit. Mit Hilfe von Probanden wurden visuell die getrockneten Beschichtungen bewertet und verglichen.

## Ergebnisse der Untersuchungen

Es konnte der Nachweis der Funktionsfähigkeit einer effizienten Trocknung im HF-Streifelfeld erbracht werden. Die wirtschaftlichen Vorteile konnten anhand eines vergleichenden Versuches beim Auftrag von Möbellacken auf realen Bauteilen (Schubkastenfronten für Küchen) aufgezeigt werden (vgl. Abbildungen 3). Dabei wurden äquivalente oder sogar bessere Oberflächenqualitäten mit der um die Hälfte reduzierten Trockenzeit im Vergleich zum Mikrowellenverfahren erreicht. Die Energieeinsparung betrug dabei etwa 50%. Dass heißt, in Industrieanlagen könnte bei gleichem Energieeinsatz ohne Qualitätseinschränkungen eine Kapazitätsverdoppelung erzielt werden.

Die Beschichtungsversuche haben insbesondere gezeigt, dass bei Einhaltung der produktspezifischen Lackauftragsmengen (etwa 100 g/m<sup>2</sup> bis 130 g/m<sup>2</sup>) die ermittelten Oberflächeneigenschaften mit den Ergebnissen anderer forcierter Trocknungsverfahren vergleichbar und teilweise (z. B. Chemikalienbeständigkeiten) besser als bei reiner nicht forcierter Lufttrocknung waren. Bindemittelzerstörende Einflüsse durch die HF-Trocknung wurden nicht festgestellt. Die Erhöhung des

Energieeintrags (höherer Anodenstrom und/oder geringerer Abstand 25 mm bis 30 mm) wirkt sich erhöhend auf die Härte, Chemikalienbeständigkeit und Kratzfestigkeit aus. Es wurden auch Parameter abgeleitet, die das Auftreten von Trocknungsrisen verhindern. Das visuelle Aussehen der forciert getrockneten Flächen war mit luftgetrockneten Flächen vergleichbar.

## Zusammenfassung

Anhand der erzielten Ergebnisse konnte für die HF-Streifelfeldtrocknung der Nachweis der industriellen Anwendbarkeit dieser Technologie zur forcieren Trocknung wässriger Lacksysteme auf temperatursensiblen Substraten wie Holz und Holzwerkstoffen erbracht werden. Es wurden geeignete Trocknungsprogramme abgeleitet, um das im Lack enthaltene Wasser homogen ohne Trocknungsrisse und Aufkocher auszutragen. Gegenüber vergleichbaren Trocknungsprozessen wurden die Trocknungszeiten um 30 % bis 50 % auf etwa vier Minuten gesenkt. Dadurch wird die Voraussetzung für einen höheren Durchsatz mit niedrigeren Trocknungskosten geschaffen. Die Substratbelastung war gering, da durch die HF-Trocknung nur der Lackfilm erwärmt wurde. Die Oberflächenprüfungen zeigten, dass die vom Markt geforderten Eigenschaften erreicht wurden. Eine antragsbezogene Fertigung mit verschiedenen Materialdicken war zudem möglich.

## Ausblick

Das beschriebene HF-Trocknungsverfahren lässt aufbauend auf den Erfahrungen der Firma Gerber neben der Trocknung der wässrigen Beschichtung von Holz und Holzwerkstoffen auch vielversprechende Einsatzmöglichkeiten für Trägermaterialien wie Kunststoffolie, Kunststoffe (z.B. in der Automobilindustrie) und Papier erwarten.

## Literatur:

- 1) Emmler, R.; Swaboda, Ch.; Kleber, D.: Effiziente forcierter Wasserlacktrocknung bei Möbeloberflächen - DFO-Leitfaden, Dresden, 2010
- 2) Kleber, D.; Emmler, R.: Entwicklung eines Trocknungsmoduls zur effizienten ressourcenschonenden Trocknung von Wasserlacken auf temperatursensiblen Untergründen, wie Holz- / Holzwerkstoffen mittels Hochfrequenzfeld, Abschlussbericht zum ZIM-KF-Forschungsprojekt (Förderkennzeichen KF2178702WZ9), Dresden, 2011
- 3) Stollmaier, F.; Bhattacharjee, D.: Hochleistung auch ohne VOC, Farbe und Lack 2006, 6, 22
- 4) Swaboda, C.; Emmler, R.: Trocknungsverfahren für Wasserlacke im technologischen und ökonomischen Vergleich, besser lackieren 2008, 20, 10
- 5) Patent DE 000004106573 C1 Vorrichtung zur kapazitiven Streifelfeldtrocknung von Wasserlacken auf ebenen Holz- und Holzwerkstoffflächen bei Arbeitsbreiten größer 500 mm

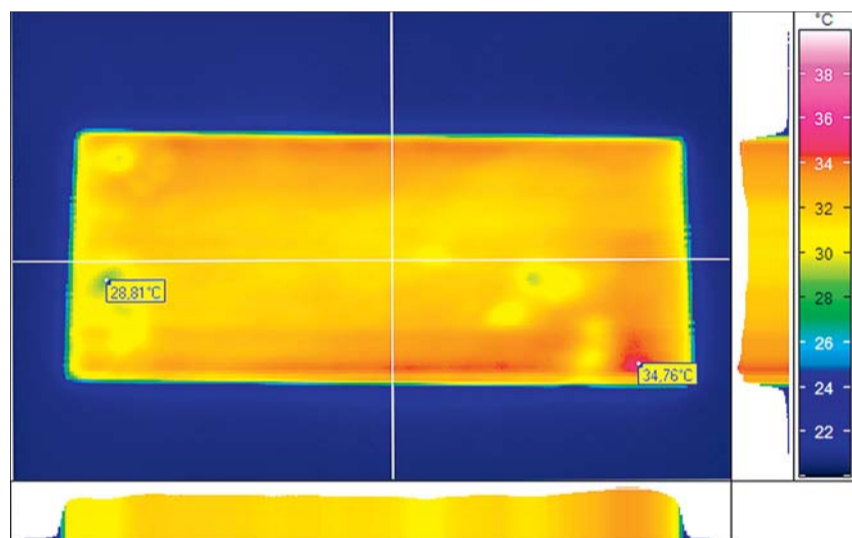


Abbildung 1 Thermografiebild der Rückseite eines Kiefernvollholzes nach Trocknung im HF-Streifelfeld (maximale Temperatur etwa 35 °C, gleichmäßige Trocknung)

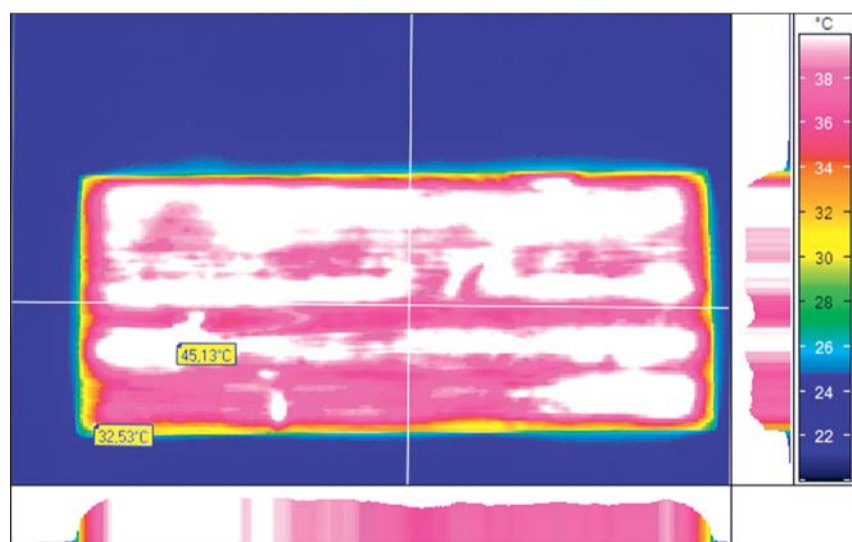


Abbildung 2 Thermografiebild der Rückseite eines Kiefernvollholzes nach Trocknung mittels Mikrowelle (maximal Temperatur etwa 45 °C, ungleichmäßige Trocknung)

zu einer geringeren Quellung der Holzfasern führt. Letztendlich vermindert sich dadurch der Schleifaufwand und ermöglicht eine schnellere Weiterverarbeitung [1], [2], [3], [4].

Die Trocknung von Wasserlacken ist

Trocknung dar. Während bei der Mikrowellentechnik, wie auch bei anderen forcieren Trocknungsmethoden, das gesamte Substrat auch in der Tiefe erwärmt wird, gelingt es hier mit der speziellen elektrischen HF-Streifelfeld

1) Dr.-Ing. Rico Emmler leitet das Ressort Oberflächen am Institut für Holztechnologie Dresden gemeinnützige GmbH (IHD), Detlef Kleber ist dort Spezialist für Applikation von Pulverlack und Elektrostatik, Bernd Brendler ist Mitarbeiter des IHD.

2) Alfred Gerber ist Geschäftsführer der Gerber Ingenieure GmbH

3) Hans-Jürgen Multhammer ist Geschäftsführer der ASIS Automation Systems & Intelligent Solutions GmbH

4) Dr. Albert Rössler ist bei Adler-Werk Lackfabrik Johann Berghofer GmbH & Co KG zuständig für ????

5) Der Beitrag beruht auf den Ergebnissen der vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie auf Grund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages geförderten AiF-ZIM KF-Projekte KF2178702WZ9, KF2194901WZ9 und KF 2195001WZ9