



AD-Plasma-Behandlung von Holzoberflächen

Oberflächen unterschiedlichster Materialien werden mit einer Plasma-Behandlung im Vakuum und bei Atmosphärendruck (AD) gereinigt, erwärmt und aktiviert. Dabei entfernen die im Plasma enthaltenen Ionen, Elektronen, Moleküle und Radikale an den Oberflächen anhaftende Schmutzpartikel durch direkte Impulsübertragung, beseitigen Fremdschichten und erzeugen durch chemische Reaktionen gezielt neue chemische Gruppen. Ein wesentliches Ziel dieser Oberflächenmodifikation ist die Erhöhung der Oberflächenenergie und der chemischen Aktivität der Oberfläche, da hierdurch die Haftungseigenschaften aufgebracht werden und Kleber verbessert werden, so dass z.B. auf Haftvermittler verzichtet werden kann.

In der industriellen Praxis werden mit Gasentladungen erzeugte Plasmen heute in vielfältiger Weise zur gezielten Veränderung der Oberflächeneigenschaften von Metallen, Gläsern und insbesondere von Kunststoffen eingesetzt, ohne deren Volumeneigenschaften zu beeinflussen. Insbesondere ist es möglich, wasserabweisendes (hydrophobes) oder wasseranziehendes (hydrophiles) Verhalten zu erzeugen und die Oberflächen definiert mit (chemisch) funktionellen Gruppen auszurüsten.

Bei Holzwerkstoffen wurde diese Technik in der Vergangenheit nicht eingesetzt, da diese aufgrund ihrer oft großen Abmessungen, der Empfindlichkeit gegenüber Hitze und der nicht vorhandenen Vakuumtauglichkeit große Probleme in der technischen Umsetzung in den bisher üblichen Vakuumprozessen bereiteten. Mit der Weiterentwicklung der Atmosphärendruck-Plasma-Technologie auf die Bedürfnisse der holzverarbeitenden Industrie wurden diese Schwierigkeiten jetzt überwunden, so dass die Plasma-Vorbehandlung in das Interesse der Holzverarbeiter gerückt ist. Mit der Weiterentwicklung der (an sich bekannten) dielektrisch behinderten Entladung (DBD/Koronaentladung), die offen unter Atmosphärendruck und an Umgebungsluft stattfindet, konnten an der HAWK (s.u.) beachtliche Effekte erzeugt werden: durch Beschleunigung der Absorption und Erhöhung der Eindringtiefe aufgetragener Farben, Lacke, Leime werden:

- Prozesszeiten verringert,
- Haftfestigkeiten erhöht,

so dass

- die Bruchfestigkeit von Leimholz erhöht wird,
- der Leimverbrauch verringert wird,
- die Funktionalität und Dauerhaftigkeit der herkömmlichen Holzkonservierung durch Anstrich oder Imprägnierung verbessert wird und
- völlig neue Hölzer, Materialien und Materialkombinationen eingesetzt werden können.

Hierbei sind die erzielten Ergebnisse z.T. unabhängig von Art und Feuchtegehalt des Holzes.

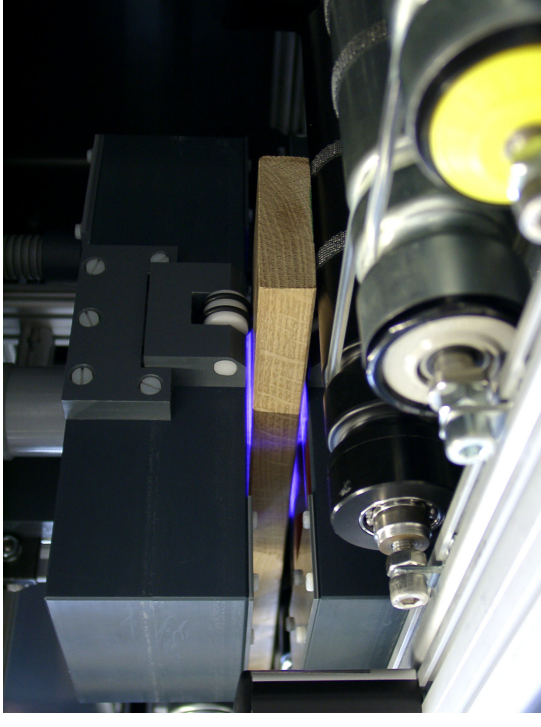


Abb. 1a: Ansicht

Aufbau der Vorbehandlungsanlage

Bei der an der HAWK entwickelten Anlage werden die Holzplatten durch einen Spalt aus zwei beweglichen Elektrodenpaaren geführt, so dass in einem Arbeitsgang beide Seiten gleichzeitig behandelt werden (Abb. 1).

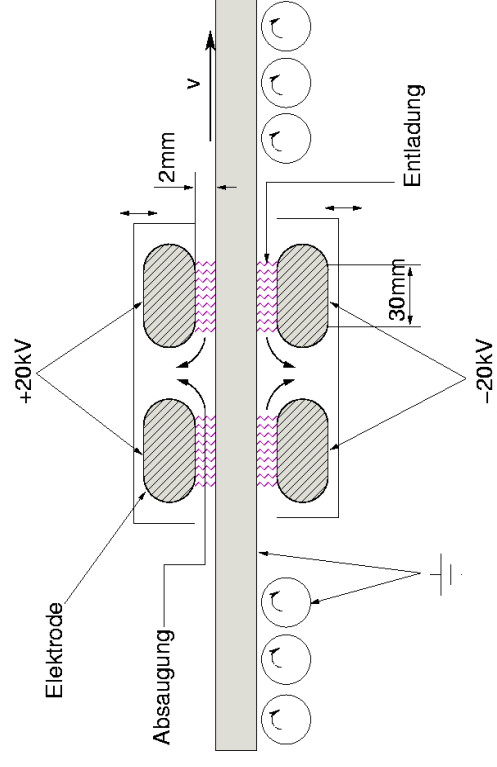


Abb. 1b: Prinzipskizze

Zwischen den Elektrodenstäben und der Holzoberfläche befindet sich der Entladungsspalt von ca. 2 mm Weite. Die hochspannungsführenden Elektroden sind berührungssicher montiert und werden mit einem kräftigen Luftstrom gekühlt; gleichzeitig wird entstehendes Ozon abgeführt und ggf. einem Absorber zugeführt. Während das Holz über die Führungswalzen elektrisch geerdet ist, werden die Elektroden mit einer Hochspannung mit einer Frequenz von typischerweise 30 kHz gegenphasig gespeist. Bei einer Entladungsstrecke von 2 mal 30 mm variiert die Behandlungszeit zwischen 0,2 s und 1 s. Die ovale Form der Elektroden, der gleichmäßige Luftstrom und die exakte Ausrichtung der oberen und unteren Elektroden führen zu einer homogenen Entladung, ohne dass heiße Filamente in der Entladung auftreten. Aufgrund der geringen Gastemperaturen unter 100°C ist eine thermische Belastung des Holzes (Pyrolyse) bei diesem Aufbau ausgeschlossen. Zum Betrieb bei höheren Geschwindigkeiten können mehrere Elektrodenpaare hintereinander geschaltet werden.

Test des Behandlungserfolges durch Messung der Wasseraufnahme

Um die verbesserten Oberflächeneigenschaften, bzw. die gesteigerte Hydrophilität oder Hydrophobität der Holzoberfläche nachzuweisen, musste eine einfache und zuverlässige Methode neu entwickelt werden. Als geeignet hat sich eine Tröpfchenmethode erwiesen, bei der ein 50 µl Wassertropfen auf die Holzoberfläche aufgesetzt und die Zeit bis zur vollständigen Absorption (keine sichtbare Reflexion mehr auf der Oberfläche) gemessen wird.

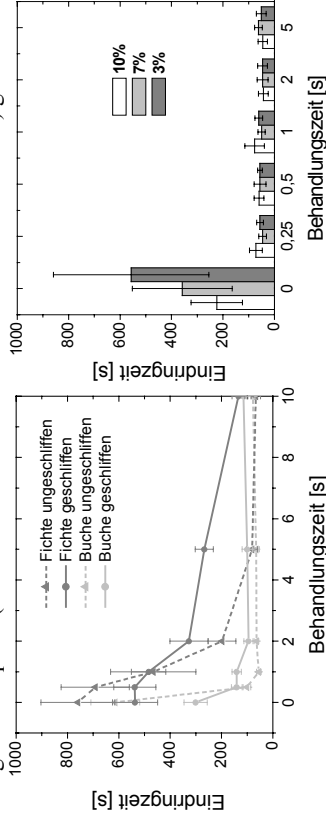


Abb. 2: Tröpfchentest auf frisch geschliffener und ungeschliffener Buche und Fichte

In Abb. 2 und 3 ist eine deutlich reduzierte Eindringzeit mit zunehmender Behandlungsdauer zu erkennen. Es zeigt sich auch, dass unterschiedliche Holzarten und Bearbeitungszustände andere Behandlungszeiten erfordern und unterschiedlich starke Effekte zur Folge haben. Da die Plasma-Behandlung effektiver als ein vorangehender Schleifprozess zur Oberflächenauffrischung ist, kann bei Einsatz einer Plasma-Vorbehandlung der Schleifprozess eingespart werden. Die Holzfeuchte hat wenig Einfluss auf das erzielte Ergebnis, so dass die Plasma-Behandlung Anforderungen an die Lagerung senkt und die Produktqualität verbessert.

Abb. 3: Tröpfchentest auf Buche bei verschiedenen Holzfeuchten

Haftungsverbesserung durch Plasma-Vorbehandlung

Eine Plasma-Behandlung erhöht die Zugfestigkeit von Leimholz insbesondere nach belastender Lagerung (Abb. 4), so dass besonders die Lebensdauer und Tragkraft verbessert werden.

Für die Untersuchungen wurden verleimte Eichen- und Robinienproben zwei unterschiedlichen Lagerungsfolgen L1 und L2 unterzogen:

L1: 24h gewässert, Test nass

L2: 24h gewässert; 24 h gefroren (-18°C), 6 h getrocknet (60°C), 24h gewässert, Test nass

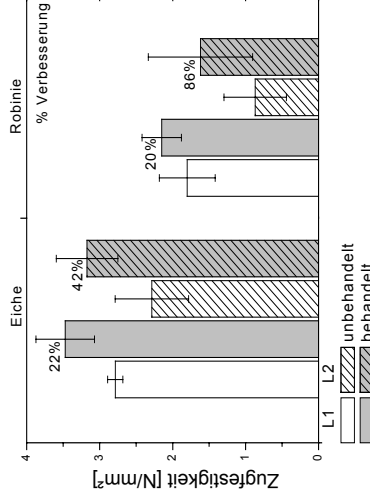


Abb. 4: Zugfestigkeit von verleimter Eiche nach DIN EN 302

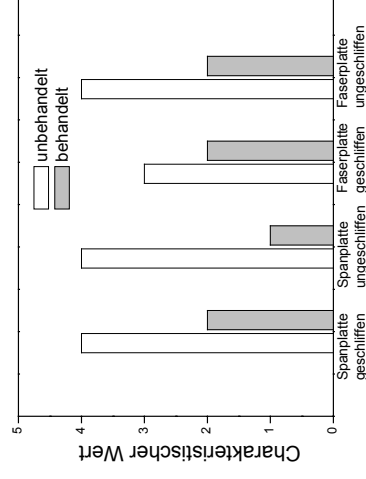


Abb. 5: Gitterschnitttest an aufgeklebter Kunststoffdekorfolie

Eine Plasma-Vorbehandlung steigert auch die Haftfestigkeit von aufgeklebten Dekorfolien aus Papier und Kunststoff auf Span- und Faserplatten (Abb. 5). Als Testmethode empfiehlt sich hier der Gitterschnitttest nach DIN EN ISO 2409. Hierbei wird das aufgeklebte Furnier, die Dekorfolie oder der aufgetragene Lack bis auf den Untergrund angeritzt, so dass ein Gittermuster entsteht. Anschließend wird ein Klebestreifen aufgeklebt, abgezogen und die delaminierte Fläche bewertet. Die Ergebnisse werden in charakteristischen Werten angegeben, wobei der Wert 1 gleichbedeutend mit 0 – 20 % und der Wert 5 gleichbedeutend mit 80 – 100 % Delamination ist.

Weiterhin ermöglicht eine Plasma-Vorbehandlung eine Reduktion des Leimauftrages (Abb. 6). In diesem Zusammenhang ist auch ein Verzicht auf häufig verwendete Haftvermittler vorstellbar, aber auch völlig neue Arten der Materialpaarung sind denkbar.

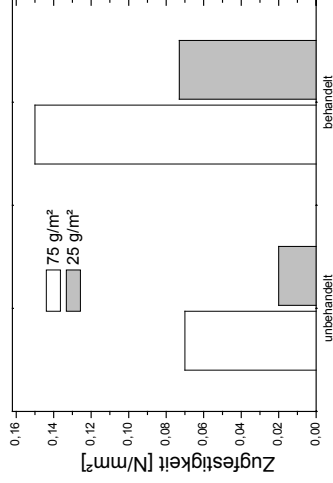


Abb. 6: Bei der Aufleimung von Kunststoffdekorfolien auf Faserplatten kann die benötigte Leimmenge, bei gleicher Haftfestigkeit, auf 1/3 reduziert werden.

Durch mikroskopische Aufnahmen konnte gezeigt werden, dass mit einer Plasma-Behandlung lose aufliegende, durch die mechanische Bearbeitung entstandene Holzfasern durch die Plasma-Behandlung entfernt werden und so bei der Verleimung oder Lackierung nicht mehr stören. Darüber hinaus werden an der Oberfläche Harze abgebaut, so dass sie durch ihre hydrophoben Eigenschaften einer Beschichtung nicht mehr entgegenwirken. Da die Harze bei einer anschließenden Lagerung an die Oberfläche migrieren, lässt der Vorbehandlungseffekt nach, so dass die Integration einer Plasma-Anlage in die Produktionslinie anzustreben ist, bzw. die Lagerung der Teile über den Tag der Vorbehandlung hinaus zu vermeiden ist.

Die Erhöhung der Benetzbarkeit durch die Plasma-Vorbehandlung führt dazu, dass angeschnittene Poren in der Holzoberfläche mit dem flüssigen Kleber ausgefüllt werden. Aufgrund der vergrößerten Kontaktfläche und der mechanischen Verankerung nach dem Aushärten wird die Haftung deutlich verbessert (Abb. 7).

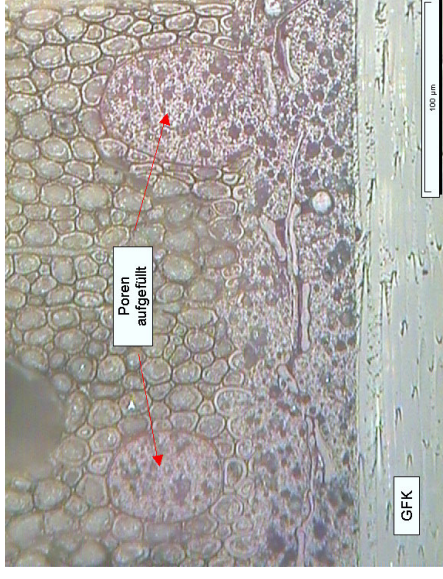


Abb. 7: Querschnitt einer Klebung: oben: Holz, lila: Kleber

Das vorgestellte industrielle Verfahren zur Plasma-Behandlung von Holzwerkstoffen wurde in Zusammenarbeit zwischen der Fachhochschule Göttingen und der Fa. TIGRES entwickelt und patentiert [1]. Das Verfahren beruht auf einer dielektrisch behinderten Entladung (DBD/Koronaentladung) und wurde für die großflächige Behandlung von Holzwerkstoffen weiterentwickelt. Die Plasma-Behandlung ist eine industriell bewährte Technologie. Sie kann in der Regel ohne großen Aufwand in bestehende Produktionslinien integriert werden.

[1] W. Viöl: Method for modifying wooden surfaces by electrical discharges at atmospheric pressure, European patent EP 1233 854 B1 (2004)

Kontakte:

Dr. Gerstenberg, TIGRES GmbH, Mühlenstraße 12, D-25462 Rellingen bei Hamburg,
T 04101 - 7778 - 88, gerstenberg@tigres.de, www.tigres.de
Prof. Dr. Wolfgang Viöl, HAWK, FH HHG, Fakultät N, Von-Ossietzky-Str. 99, D-37085 Göttingen,
T 0551 – 3705 - 218, vioel@hawk-hhg.de