Internationaler Verein für Technische Holzfragen

# Prüfung und Verbesserung der Leistungsfähigkeit verschiedener Oberflächenmodifikationen von Holz-Polymer-Verbundwerkstoffen (WPC)

**Dr. rer. nat. habil. Mario Beyer**

Institut für Holztechnologie Dresden gemeinnützige GmbH
Zellescher Weg 24
D-01217 Dresden

## Einleitung

Holz-Polymer-Komposite (wood polymer composites: WPC) auf der Basis von Polyolefinen werden in zunehmendem Maße im deutschen wie im europäischen Markt etabliert. Ihr Einsatz erfolgt größtenteils im Außenbereich. Übliche Anwendungen sind Terrassenbeläge und Fassadenverkleidungen. Eine Erweiterung ihres Anwendungspotenzials wird angestrebt, ist aber derzeit durch eine Reihe von Eigenschaften stark einschränkt. Dazu gehört ihre geringe Oberflächenenergie, die eine Verklebung oder Beschichtung weitgehend ausschließt. Im vorliegenden Projekt sollte darum untersucht werden, inwieweit sich WPC-Komponenten auf Basis von Polypropylen (PP) oder Polyethylen (PE) zur Verklebung eignen, bzw. wie die Oberflächen von WPC-Materialien chemisch oder physikalisch beeinflusst werden können, um gute Verklebungseigenschaften mit unterschiedlichen Materialien zu erzielen. Dazu wurden die Oberflächeneigenschaften verschiedener WPC-Varianten mit unterschiedlichen polymeren Bindemitteln (PE und PP) und Zuschlagstoffen vor und nach Anwendung verschiedener Behandlungsmethoden untersucht und ein Zusammenhang zwischen den Oberflächeneigenschaften und der Verklebbarkeit hergestellt. Zur Untersuchung kamen dabei verschiedene Klebstofftypen wobei auch die Verklebbarkeit von WPC mit anderen Werkstoffen geprüft wurde. Dazu gehörten Holz, Furnier und Metall.
Ziel war es, einfach anwendbare, u.a. auch für den Handwerksbereich geeignete Vorbehandlungsmethoden zu finden, mit der haftfeste, z.T. witterungsbeständige Verklebungen von WPC-Oberflächen möglich sind.

## Material und Methoden

### Materialien

Die verwendeten WPC-Produkte variierten im Gehalt an Holzpartikeln (50 – 73 %), im verwendeten polymerem Matrixmaterial (PE oder PP) sowie im Gehalt an Funktionsadditiven (Lichtschutzmittel, Pigmente).

Als Klebstoffe wurden einkomponentige und zweikomponentige Systeme auf der Basis von Polyurethan, Epoxidharz, Cyanacrylat, Polyvinylacetat sowie doppelseitige Klebebänder und Polyacrylatklebfilme verwendet.

### Vorbehandlungsmethoden

Die angewendeten Verfahren waren:

- Beflammung
- Beflammung mit Silandotierung („Pyrosil-Verfahren“)
- Plasmabehandlung,
- Plasmabehandlung mit Silandotierung
- Gasphasenfluorierung

## Ergebnisse

Die angewendeten Verfahren führten zu einer Erhöhung der Oberflächenenergie der WPC und sind in unterschiedlichem Maße geeignet, die Vielfalt an WPC-Formulierungen so zu aktivieren, dass auch längere Zeit nach der Vorbehandlung noch eine feste Verklebung möglich ist.

**Abb. 1 Beispiel für die Beflammung einer niederenergetischen Oberfläche**

Die Beflammung hat sich dabei als besonders einfaches und flexibel einsetzbares Verfahren erwiesen. Sowohl bei Verwendung von Handgeräten als auch von automatisch gesteuerten Anlagen war es für fast alle untersuchten Klebungen möglich, die Eigenfestigkeit der verklebten WPC zu überschreiten (Abb. 1).

Die Pyrosil-Behandlung als Spezialfall der Beflammung bringt gegenüber der undotierten Beflammung nur in wenigen Anwendungsfällen Vorteile. Sie ist mit einem

höheren Aufwand verbunden und sollte nur in speziellen Fällen angewendet werden (Abb. 2).

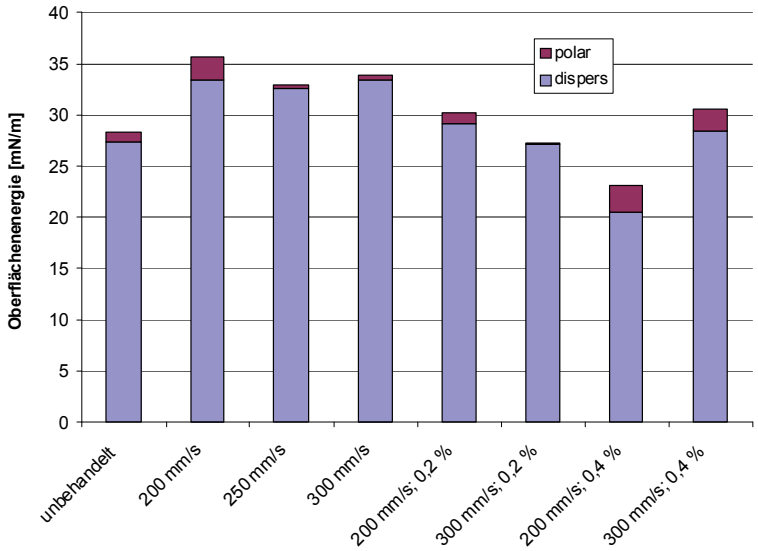


**Abb. 2 Oberflächenspannung von WPC mit 38 % PP nach Beflammung bzw. Pyrosil-Behandlung**

Die Gasphasenfluorierung erbrachte sowohl sehr gute spezifische Oberflächenenergien als auch die höchsten Werte bei der Festigkeit der Verklebungen. Außerdem konnten mit der Gasphasenfluorierung alle untersuchten Materialien vorbehandelt werden (Abb. 3). Die fluorierten Oberflächen zeichnen sich durch eine lange Haltbarkeit aus, weshalb diese Methode für eine Vorbehandlung von WPC-Profilen geeignet ist, die vor der Verklebung länger gelagert werden sollen. Allerdings wird für diese Technologie der höchste technische Aufwand benötigt, wodurch sie für eine Vorbehandlung vor der Verklebung auf einer Baustelle oder in einer kleinen Werkstatt nur begrenzt einsetzbar ist.

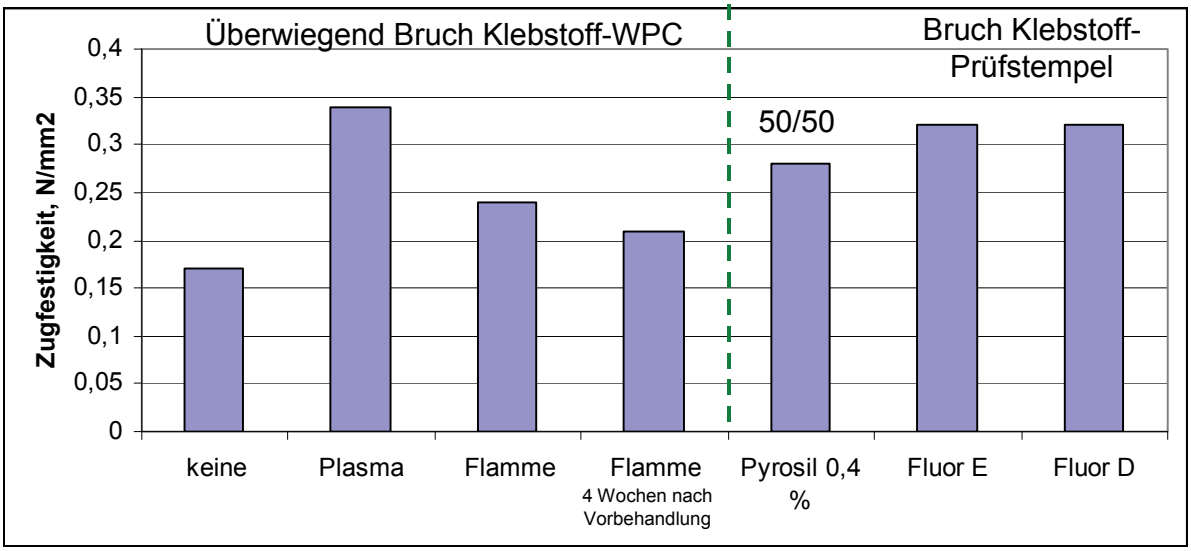


**Abb. 3 Klebfestigkeiten und Bruchbild von mit doppelseitigem Klebeband auf WPC geklebten Metallbeschlägen**

Die Atmosphärendruckplasmabehandlung (Abb. 4) ergab sehr hohe spezifische Oberflächenenergien mit sehr hohem polaren Anteil. Auch die erreichbaren Festigkeiten der Verklebung waren bei Anwendung der richtigen Behandlungsparameter sehr gut und überstiegen die Eigenfestigkeit des WPC.

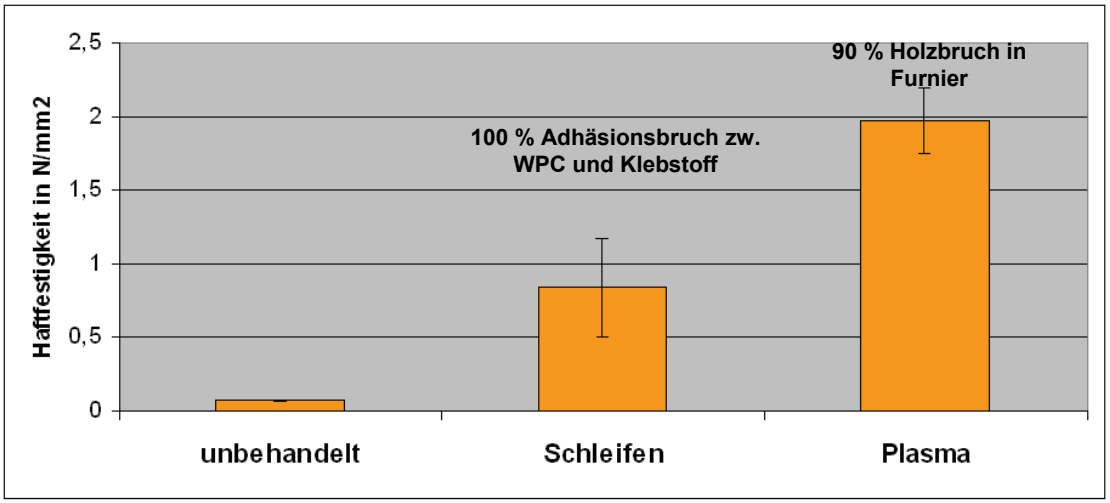


**Abb. 4 Laboreinrichtung zur Plasmavorbehandlung**

Allerdings war die Plasmabehandlung stark abhängig von der Wahl der richtigen Parameter. Hier hat sich eine hohe Plasmaleistung und eine geringe Behandlungsgeschwindigkeit als besonders günstig erwiesen. Dadurch wird das Verfahren vergleichsweise zeitaufwändig und empfindlich.
Der Effekt der Vorbehandlungen wurde an unterschiedlichen Verklebungskonstellationen überprüft. So wurden neben flächigen WPC-WPC-Klebungen auch Eckverbindungen sowie Verbindungen zwischen WPC und Massivholz, Furnier (Abb. 5) und Metall untersucht. Dabei kamen verschiedene Klebstoffsysteme sowie Klebebänder zum Einsatz. Geklebte Materialien wurden hinsichtlich Bewitterungs- und Temperaturstabilität der Klebungen geprüft.

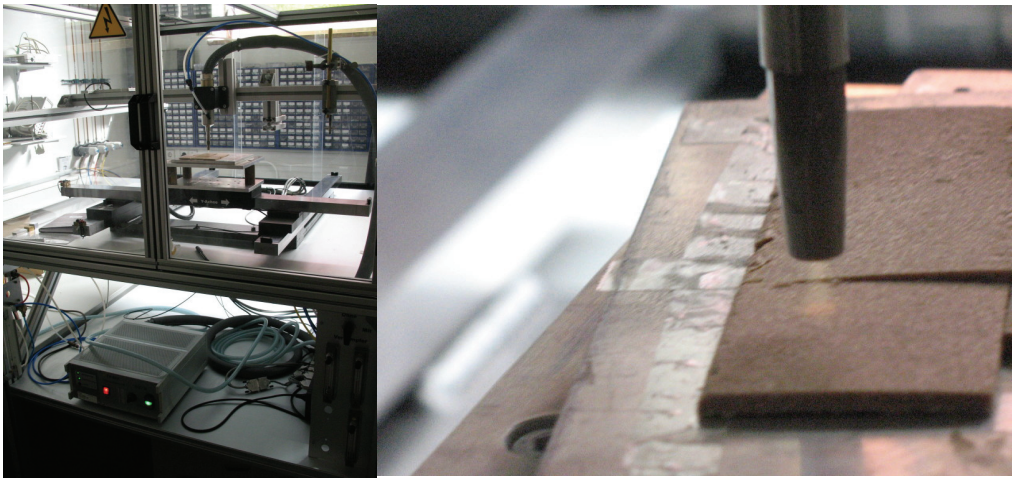

**Abb. 5 Haftfestigkeit eines mit 2K-PUR-Klebstoff geklebten Eschenfurniers auf WPC mit 38 % PP nach Einsatz verschiedener Vorbehandlungsmethoden**

Der Einsatz eines neuen Matrixmaterials für WPC auf Basis von ASA mit hoher Witterungsbeständigkeit wurde erfolgreich getestet, wobei sich zeigte, dass der Einsatz eines Kopplungsmittels auch hier notwendig ist, um den Qualitätsanforderungen hinsichtlich Wasseraufnahme und Dimensionsstabilität zu genügen.

**Schlussfolgerungen**

Die Oberflächen von Holz-Polymer-Kompositen auf der Basis von Polyolefinen können durch den Einsatz von physikalischen bzw. chemischen Vorbehandlungsmethoden ausreichend aktiviert werden, dass diese Materialien durch Kleben mit einer Reihe weiterer Werkstoffe verbunden werden können. Zwei Verfahren zur Vorbehandlung von WPC lassen sich als besonders geeignet herausstellen: Mit der Gasphasenfluorierung werden zuverlässige Klebungen und höchste Festigkeitswerte erzielt. Mit dieser Methode lassen sich alle untersuchten Materialien vorbehandeln. Sie ist allerdings nur für eine industrielle Applikation geeignet. Die undotierte Beflammung liefert ausreichend gute Werte. Sie zeichnet sich zudem durch eine besonders einfache Anwendung aus, so dass sie auch im handwerklichen Bereich zur Anwendung kommen kann.

**Danksagung**

Die Untersuchungen wurden vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) über die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF), die Deutsche Gesellschaft für Holzforschung e.V. (DGfH) und den Internationalen Verein für Technische Holzfragen (iVTH) gefördert. Förderkennzeichen: 4 EBR

Der vollständige Bericht kann bestellt werden bei:
»Internationaler Verein für Technische Holzfragen e. V.«
Bienroder Weg 54 E
38108 Braunschweig