

# Einfluss von Spangröße und oberflächenspezifischer Klebstoffmenge auf die Eigenschaften von Spanplatten

Nick Engehausen, Jan T. Benthien, Jan Lüdtké  
(Thünen-Institut für Holzforschung)

## EINLEITUNG

Die Einflussfaktoren auf die Eigenschaften von Spanplatten werden seit deren Erfindung zu Beginn des 20. Jahrhunderts erforscht und scheinen weitestgehend bekannt zu sein (Abb. 1). Defizite liegen beim Wissen um den exakten Einfluss der Spangeometrie auf die Platteneigenschaften. Bisher konnten Spanabmessungen nur undifferenziert durch Siebanalyse, in lediglich begrenztem Umfang durch 2D-Bildanalyse oder mit enormem Personalaufwand bzw. fehlender Reproduzierbarkeit in manueller Einzelmessung erfasst werden. Bei der 3D-Bildkonstruktion auf Basis frei fallender Partikel werden für wiederholt gemessene Partikel – je nach Orientierung zu den Kameras – unterschiedliche Ergebnisse. Eine Übersicht zu den Spanvermessungsverfahren mit Gerätebeispielen zeigt Abbildung 2. Die Größe und die Abmessungen von Spänen beeinflussen direkt und indirekt die Eigenschaften von Spanplatten. Die direkten Auswirkungen lassen sich beispielsweise an den Eigenschaftsunterschieden zwischen Spanplatten und Oriented Strand Boards (OSB) erkennen. Indirekt beeinflusst das Oberfläche-zu-Volumen-Verhältnis der Späne die Verfügbarkeit des eingesetzten Klebstoffes zur Verbindung der Späne untereinander. Zur Untersuchung dieser Einflüsse kann mittels 3D Lasertechnik eine automa-

tisierte Bestimmung der Abmessungen von Spänen durchgeführt werden. Geräte, wie der 3D Particleview (Fagus-GreCon Greten GmbH & Co. KG, Alfeld), machen somit zielgerichtete Forschung möglich.

Neben dem grundsätzlichen Fehlen einer geeigneten Spanvermessung hatten bisherige Forschungsansätze gemein, dass deren Versuchsaufbauten keine isolierte Betrachtung des Einflusses der Spanabmessungen zuließen. Beispielsweise wurden dreischichtige Spanplatten untersucht, bei denen in Deck- bzw. Mittelschicht die Spanabmessungen variiert wurden (Istek et al. 2018). Hierdurch kann der Einfluss der Spanabmessungen überlagert und damit eine isolierte Betrachtung behindert sein. Gleiches gilt, wenn Versuchsplatten ein Rohdichteprofil aufweisen (Wong et al. 199). Weiter wurde die zwangsläufige Veränderung der oberflächenspezifischen Klebstoffmenge bei Variation der Spanabmessungen nicht berücksichtigt (Kimoto et al. 1964).

Das Ziel der vorliegenden Untersuchung bestand darin, den Einfluss der Spangröße und der oberflächenspezifischen Klebstoffmenge auf die mechanischen Eigenschaften von Spanplatten zu isolieren und unabhängig von anderen Faktoren zu untersuchen. Mit dem gewählten Vorgehen soll ein systematischer Ansatz bereitgestellt werden.

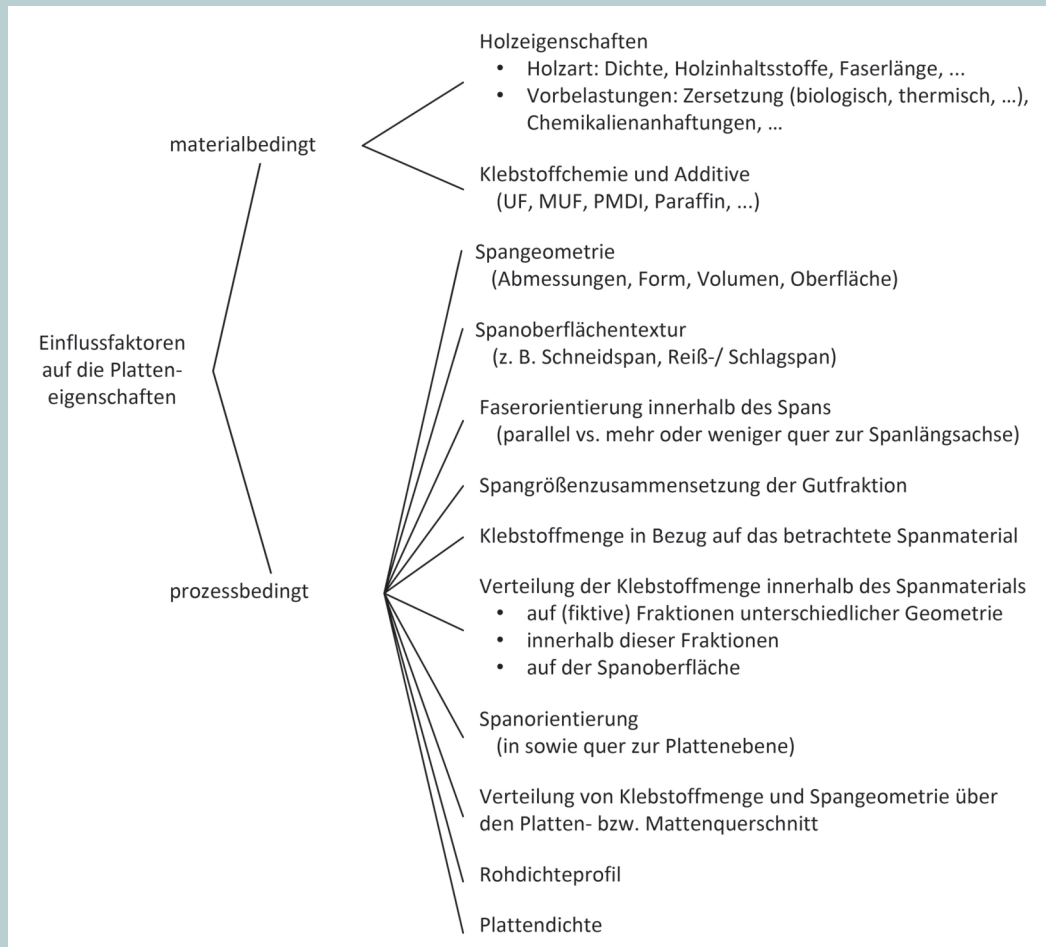


Abb. 1: Einflussfaktoren auf die Eigenschaften von Spanplatten (Benthien et al. 2022)

Verfahren	Methode	Beispielgeräte
Händische Vermessung		Messschieber, Dickentaster
Siebanalyse		„Plansiebmaschine AS 400 Control“ (Retsch GmbH; Haan, D)
2D Bildanalyse	Mit Ablage der Späne auf einer ebenen Fläche	<ul style="list-style-type: none"> <li>„Fibreshape automatic“ (IST AG; Vilters, CH)</li> <li>„Haver CPA 4 Conveyor“ (Haver &amp; Böcker OHG; Oelden, D)</li> </ul>
	Ohne Ablage der Späne auf einer ebenen Fläche (freier Fall)	<ul style="list-style-type: none"> <li>„Camsizer“ (Microtrac Retsch GmbH; Haan, D);</li> <li>„QicPic“ (Sympatec GmbH; Clausthal-Zellerfeld, D)</li> </ul>
3D Bildkonstruktion	Ohne Ablage der Späne auf einer ebenen Fläche (freier Fall)	„Partimac 3D XL“ (BASF SE; Ludwigshafen, D)
3D Lasertechnik		„3D Particleview“ (Fagus-GreCon Greten GmbH & Co. KG.; Alfeld, D)

Abb. 2: Übersicht von Verfahren zur Spanvermessung mit Gerätebeispielen (Benthien et al. 2022)

## MATERIAL & METHODEN

Zur Untersuchung des isolierten Einflusses der Spangröße wurden einschichtige Laborspanplatten mit homogenem Rohdichteprofil und definierter oberflächenspezifischer Klebstoffmenge hergestellt. Als Spanmaterial unterschiedlicher Größe wurden (feine) Deckschichtspäne (DS) und (grobe) Mittelschichtspäne (MS) eines industriellen Spanplattenherstellers eingesetzt. Als Bindemittel diente Harnstoff-Formaldehyd-Klebstoff mit Ammonium-Nitrat-Lösung als Härter. Die Berechnung der oberflächenspezifischen Klebstoffmenge erfolgte nach einer Vermessung der Deck- und Mittelschichtspäne mit einem 3D Particleview und wurde basierend auf der spezifischen Spanoberfläche (Spanoberfläche/ Spantrockenmasse) eingestellt.

Die Herstellung der Platten erfolgte in einer Laborheißpresse nach dem in Tabelle 1 dargestellten Versuchsplan. Je Plattentyp wurden 3 Replikate hergestellt. Um ein homogenes Rohdichteprofil zu realisieren, wurden die Platten kalt auf eine Zieldicke von 15 mm verdichtet und die Temperatur

über einen Zeitraum von 60 Minuten bis auf 120 °C erhöht.

Aus der kombinierten Betrachtung der Platteneigenschaften von Plattentyp (PT) 1 und PT 3 sowie PT 2 und PT 4 lässt sich der Einfluss der Spangröße auf die Platteneigenschaften ableiten, da hier neben der Dichte auch die oberflächenspezifische Klebstoffmenge konstant gehalten wurde. Aus der Betrachtung von PT 1 und PT 4 sowie PT 2 und PT 3 lässt sich der Einfluss des oberflächenspezifischen Klebstoffmenge ableiten, da hier die Spangröße konstant gehalten wurde.

Die Platten wurden nach ihrer Herstellung bei 20 °C und 65 % rel. Luftfeuchte konditioniert und, nach Erreichen der Massenkonzanz, je Platte zugeschnitten:

- 6 Prüfkörper ((350 x 50 x 15) mm) zur Bestimmung von Biegefestigkeit und Biege-E-Modul nach DIN EN 310:1993-08
- 12 Prüfkörper ((50 x 50 x 15) mm) zur Bestimmung der Querkzugfestigkeit nach DIN EN 319:1993-08

Tab. 1: Details zu den hergestellten Plattentypen.

Plattentyp	Dichte (kg/m <sup>3</sup> )	Spanmaterial	Klebstoffanteil (%)	Oberflächenspez. Klebstoffmenge (g/m <sup>2</sup> )
1	650	MS	8	12,5
2	650	DS	8	8,2
3	650	DS	12,2	12,5
4	650	MS	5,3	8,2

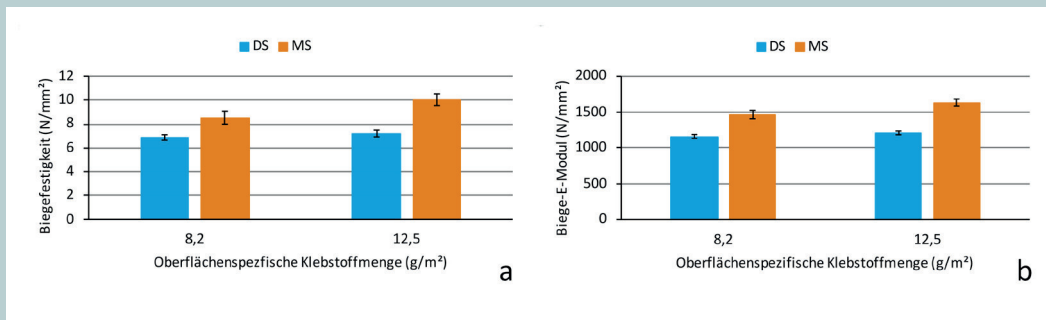


Abb. 3: Biegefestigkeit (a) und Biege-Elastizitätsmodul (b) von einschichtigen Spanplatten mit homogenem Rohdichteprofil aus Deck- bzw. Mittelschichtspänen

## ERGEBNISSE

In den folgenden Abbildungen (Abb. 3 und 4) sind die Ergebnisse (Mittelwert und Standardabweichung je Plattentyp) der Biege- und Querkzugfestigkeitsprüfung dargestellt. Die Biegefestigkeit (Abb. 3a) und der Biege-Elastizitätsmodul (Abb. 3b) nehmen bei konstanter oberflächenspezifischer Klebstoffmenge mit der Spangröße statistisch signifikant zu. Dies gilt sowohl für eine oberflächenspezifische Klebstoffmenge von 8,2 g/m² als auch 12,5 g/m². Beim Vergleich von Platten aus dem jeweils gleichen Spanmaterial (DS zu DS bzw. MS zu MS) wird deutlich, dass die Biegeeigenschaften mit der oberflächenspezifischen Klebstoffmenge ebenfalls (statistisch signifikant) zunehmen.

Die Querkzugfestigkeit (Abb. 4) nimmt bei

konstanter oberflächenspezifischer Klebstoffmenge mit zunehmender Spangröße statistisch signifikant ab. Dies gilt sowohl für eine oberflächenspezifische Klebstoffmenge von 8,2 g/m² als auch 12,5 g/m². Auch hier zeigt sich – beim Vergleich von Platten aus dem gleichen Spanmaterial – eine (statistisch signifikante) Zunahme mit der oberflächenspezifischen Klebstoffmenge.

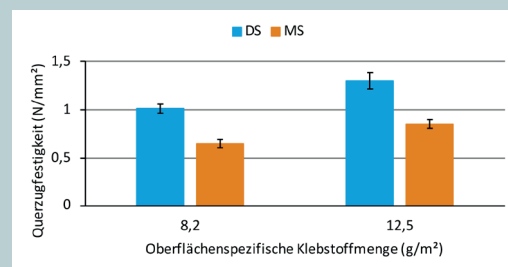


Abb. 4: Querkzugfestigkeit von einschichtigen Spanplatten mit homogenem Rohdichteprofil aus Deck- bzw. Mittelschichtspänen

## DISKUSSION UND SCHLUSSFOLGERUNGEN

Sowohl für niedrige als auch hohe oberflächenspezifische Klebstoffmengen wurde ein Anstieg der Biegefestigkeit und des Biege-Elastizitätsmoduls mit zunehmender Spangröße von fein (DS) zu grob (MS) beobachtet. Für die Querkzugfestigkeit konnte das Gegenteil festgestellt werden.

Der Zusammenhang zwischen Spangröße

und Biegeeigenschaften erscheint plausibel, wenn man die Korrelation von Spangrößen und Biegeeigenschaften in Span- und OSB-Platten vergleicht. Weniger einfach zu erklären ist das Ergebnis für die Querkzugfestigkeit. Hierzu findet sich in der Literatur beispielsweise eine Untersuchung, die zu gegenteiligen Er-

gebnissen führte. So fanden Sackey et al. (2008), dass die Beimischung von groben Spänen in die Mittelschicht dreischichtiger Spanplatten zu einer erhöhten Querzugfestigkeit führt. Obwohl im Rahmen der vorliegenden Untersuchung der Einfluss der Spangröße weitgehend isoliert betrachtet wurde, kann angenommen werden, dass der Zusammenhang zwischen Spangröße und Querzugfestigkeit von einer weiteren Einflussgröße überlagert wird. In Frage kommen hier die Spanform und eine möglicherweise damit einhergehende Spanorientierung in der Platte. Die unterschiedliche Spanform von DS und MS zeigen beispielsweise die Schlankheitsgrade (Spanlänge/Spandicke), die 10,1 bzw. 12,9 betragen.

Diese Vermutung ließe sich damit begründen, dass grobe Späne aufgrund ihres höheren Schlankheitsgrades dazu neigen könnten, sich bei der Streuung parallel zur Plattenebene auszurichten. Feine Späne mit niedrigem Schlankheitsgrad hingegen

auch vertikal, wie Plath und Schnitzler (1974) bereits beschrieben. Aufgrund der von Niemz und Wenk (1989) beschriebenen Ausrichtung der Holzfasern parallel zur Spanlängsachse liegen die höchsten Festigkeitseigenschaften in axialer Richtung vor. Somit wären beim Vorliegen einer vertikalen Orientierung der Späne erhöhte Querzugfestigkeiten zu erwarten, wie May (1974) dies bereits zeigte. Einer ungewollten Überlagerung des Einflusses der Spangröße durch die Spanorientierung könnte durch die Konstanzhaltung der Abmessungsverhältnisse bei Variation der Spangröße begegnet werden.

Der Anstieg der Festigkeitseigenschaften mit steigender oberflächenspezifischer Klebstoffmenge spiegelt den bekannten (positiven) Zusammenhang von Klebstoffanteil und Platteneigenschaften wider. Dies lässt sich damit erklären, dass für die Verbindung der Späne untereinander mehr Klebstoff im Verhältnis zur Spanoberfläche zur Verfügung steht.

## INFORMATIONEN ZUM FORSCHUNGSPROJEKT

Die im vorliegenden Beitrag dargestellten Ergebnisse wurden im Rahmen des Forschungsprojektes „Dreidimensionale Partikelvermessung und Prozessintegration in die Spanplattenherstellung“ ermittelt, das unter dem Kurztitel 3VER (Förderkennzeichen 2220HV090X) vom Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft

(BMEL), Bonn, im Zeitraum vom 1. Dezember 2021 bis 31. August 2025, gefördert wird. Das Forschungsvorhaben ist eine Zusammenarbeit des Thünen-Instituts für Holzforschung, der Pfeleiderer GmbH & Co. KG, Neumarkt, und Fagus-GreCon Greten GmbH & Co. KG, Alfeld.

## LITERATUR

[1] Benthien, J.T.; Engehausen, N.; Lüdtke, J. (2022). 3D-Spanvermessung mit Laser-Profilensoren: Betrachtung von

Technologie, Potenzial im Prozess und Leistungsdaten hinsichtlich der Messkopfauswahl. Holz-Zent, 32, 541 - 543

- [2] Istek, A.; Aydin, U.; Özlüsoylu, I. (2018). The effect of chip size on the particleboard properties. In Proceedings of the International Congress on Engineering and Life Science (ICE-LIS), Kastamouno, Turkey, 26 - 29.
- [3] Kimoto, K.; Ishimori, E.; Sasaki, H.; Maku, T. (1964). Studies on the Particle Boards: Report 6: Effects of Resin Content and Particle Dimension on the Physical and Mechanical Properties of Low-density Particle Boards. Kyoto University Research Information Repository, 32, 1 - 14.
- [4] May, H. A. (1974). Herstellung von Holzspanplatten mit orientierten Spänen und unterschiedlicher Formgebung. Eur J Wood Wood Prod, 32(5), 169 - 176.
- [5] Niemz, P.; Wenk, S. (1989). Kenngrößen zur Beurteilung von Spangemischen und deren Meßbarkeit. Holztechnologie, 30(3), 117 - 122.
- [6] Plath, E.; Schnitzler, E. (1974). Das Rohdichteprofil als Beurteilungsmerkmal von Spanplatten. Holz Roh Werk, 32(11), 443 - 449.
- [7] Sackey, E. K.; Semple, K. E.; Oh, S. W.; Smith, G. D. (2008). Improving core bond strength of particleboard through particle size redistribution. Wood and Fiber Science, 214 - 224.
- [8] Wong, E.D.; Zhang, M.; Wang, Q.; Kawai, S. (1999). Formation of the density profile and its effects on the properties of particleboard. Wood Sci. Technol., 33, 327 - 340.