

Feuchtekorrektur für Gasanalyse erforderlich?

Korrelation zwischen Materialfeuchte und Prüfwert der Gasanalyse an Spanplatten feststellbar

Von Dr. Martin Ohlmeyer¹,
Dr. Vera Steckel² und Dr. Jörg Hasener³

Im Rahmen von Ringversuchen zur Bestimmung von Formaldehydkennwerten mit der Gasanalysemethode nach DIN EN 717-2 zeigen sich z.T. deutliche Abweichungen der Ergebnisse. Aus Untersuchungen von Jann und Deppe (1989 und 1990) ist bekannt, dass ein Zusammenhang zwischen Materialfeuchte und mit Gasanalyse bestimmter Formaldehydabgabe besteht. Vor diesem Hintergrund wurden am Thünen-Institut für Holztechnologie und Holzbiologie, Hamburg, Versuche durchgeführt, um Hinweise auf mögliche Zusammenhänge bei Spanplatten, die mit modernen Bindemittelsystemen verklebt wurden, zu erhalten.

Die Formaldehydabgabe von Holzwerkstoffen kann anhand der Ausgleichskonzentration mit der Kammermethode (DIN EN 717-1) bestimmt werden. Im Rahmen der Qualitätskontrolle kommt für Spanplatten, MDF und OSB hauptsächlich die Perforatormethode (EN 120) zur Anwendung. Da der Prüfwert hierbei aber vom Feuchtegehalt der Proben abhängig ist, wurde ein Feuchtekorrekturfaktor ermittelt, mit dessen Hilfe das Prüfergebnis auf die Materialfeuchte $H = 6,5\%$ bezogen wird. Der Grenzwert nach der Perforatormethode und der Feuchtekorrekturfaktor ist für OSB in der aktuell gültigen DIN EN 300, für Spanplatten in der DIN EN 312 und für MDF in DIN EN 622-1 aufgeführt.

Nach Meyer und Schwab (2011) ist eine generelle Korrelation zwischen der Referenzmethode (EN 717-1) und der Perforatormethode (EN 120) für Holzwerkstoffe im niedrigen Emissionsbereich deutlich unter der Grenze E1 nicht mehr darstellbar. Bessere Zusammenhänge erscheinen aber zwischen

der Referenzmethode und der Gasanalyse (EN 717-2) möglich. Allerdings wurde diese Methode bisher im Besonderen für Sperrholz und beschichtete Werkstoffe als Werkzeug für die Qualitätskontrolle eingesetzt. Langjährige Erfahrungen für die Prüfung von unbeschichteten Partikel- und Faserwerkstoffen fehlen.

Von Jann und Deppe (1989 und 1990) wurde bereits der Zusammenhang zwischen der Materialfeuchte und der Gasanalyse an UF-verleimten Spanplatten untersucht. Für die Gasanalyse wurde hierbei eine exponentielle Funktion für die Feuchtekorrektur ermittelt.

Ziel

Mit dieser Untersuchung sollte festgestellt werden, ob eine Korrelation zwischen der Materialfeuchte H und dem Prüfwert der Gasanalyse G_m an einer Spanplatte, die mit modernen Harzsystemen hergestellt wurde, besteht. Daraus sollte ein Vorschlag für einen Korrekturfaktor für die Materialfeuchte abgeleitet und in den Kontext der bisherigen Untersuchungen gestellt werden. Zunächst wurde Material der Emissionsklasse E1 verwendet, Tests mit Spanplattenproben niedrigerer Emissionsniveaus sollen folgen.

Material und Methoden

Verwendet wurden Spanplatten (UF-Verleimung) mit einer nominellen Dicke von 16 mm aus industrieller Fertigung, die zunächst nach DIN EN 717-1 getestet wurden. Das Plattenmaterial entsprach der Emissionsklasse E1.

Die Platten wurden im Anschluss an die Kammerprüfung in Proben für die Bestimmung des Gasanalysewertes mit den Abmessungen Länge \times Breite = 400×50 mm² sowie in Proben für die Bestimmung der Materialfeuchte geschnitten. Diese Proben wurden unter verschiedenen Klimabedingungen bis zur Gewichtskonstanz gelagert und anschließend der Gasanalysewert gemäß DIN EN 717-2 und die Feuchte gemäß EN 322 ermittelt. Die Klimata waren:

- ◆ 20 °C und 35 % rel. Lf. (relative Luftfeuchte)
- ◆ 20 °C und 50 % rel. Lf.
- ◆ 20 °C und 65 % rel. Lf.
- ◆ 20 °C und 75 % rel. Lf.
- ◆ 20 °C und 85 % rel. Lf.
- ◆ undefinierte Klimabedingungen (Proben wurden in einem unklimateierten Raum gelagert).

◆ Unmittelbar vor der Prüfung wurden die Proben für 24 Stunden bei 103 °C gedarrt und auf Raumtemperatur über Trockenmittel abgekühlt.

Ergebnisse

Die Messwerte der Feuchte liegen für die verschiedenen Klimastufen in dem Bereich, der für Spanplatten erwartet werden konnte. Auch die Gasanalysewerte sind im mittleren Feuchtebereich so erwartet worden (Tabelle 1).

Die Mittelwerte der Gasanalyse korrelieren sehr gut mit der Feuchte in dem Bereich vom Darrzustand bis zu 14 % (Abbildung 1). Aus diesen Werten kann ein Korrekturfaktor für die Materialfeuchte mit dem Bezugspunkt $H = 6,5\%$ sicher abgeleitet werden. In Analogie zu den Angaben der oben genannten Normen für den Perforatorwert von Spanplatten, MDF und OSB kann der Gasanalysewert mit einem Faktor korrigiert werden, um den Feuchtegehalt bei der Prüfung auszugleichen. Für das hier untersuchte Plattenmaterial wurde dieser Faktor in Abhängigkeit von der Feuchte mit $F = 6,3838 \times H^{0,985}$ bestimmt.

Die in den Anforderungsnormen für Spanplatten, MDF und OSB festgelegten Gleichungen zur Feuchtekorrektur des Perforatorwertes wurden als lineare bzw. exponentielle Funktionen ermittelt. Für die hier ermittelten Daten stellte sich eine Potenzfunktion mit der stärksten Korrelation heraus (Abbildung 2). Auch im Vergleich zu älteren Untersuchungen von Jann und Deppe (1990) hat der hier ermittelte Faktor eine höhere Genauigkeit.

In Tabelle 2 sind die unterschiedlichen Funktionen angegeben, mit deren Hilfe der Korrekturfaktor bestimmt werden kann. Je genauer die gewählte Funktion die gemessenen Werte abbildet, desto besser ist sie zur Berechnung des Korrekturfaktors geeignet. Zur Beurteilung ist neben dem Bestimmtheitsmaß R^2 der Wert des Root Mean Square Deviation (RMSD) ein geeignetes Mittel. Je geringer der RMSD-Wert, umso besser die Passung der gewählten Funktion.

Die ermittelte Funktion kann somit für Probenmaterial mit einem Feuchtegehalt im Bereich von $6\% \leq H \leq 14\%$ sicher angewendet werden. Ob die gezeigten Zusammenhänge auch für andere Plattentypen und Emissionsklassen unterhalb E1 bestehen, muss untersucht werden.

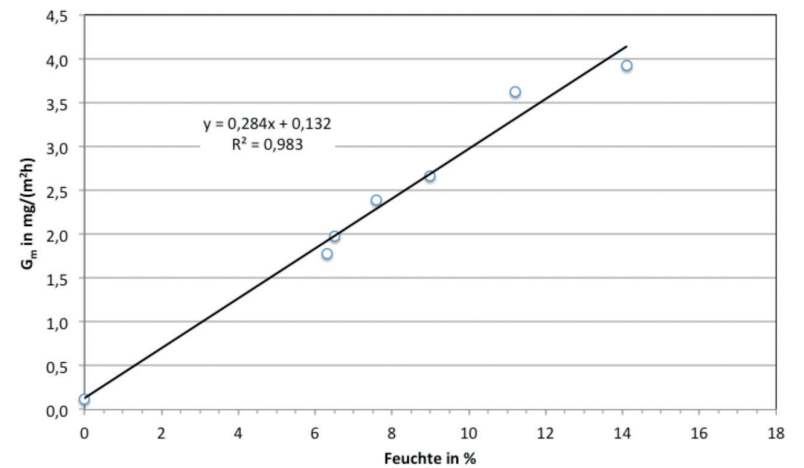


Abbildung 1 Korrelation zwischen der Materialfeuchte und dem Gasanalysewert

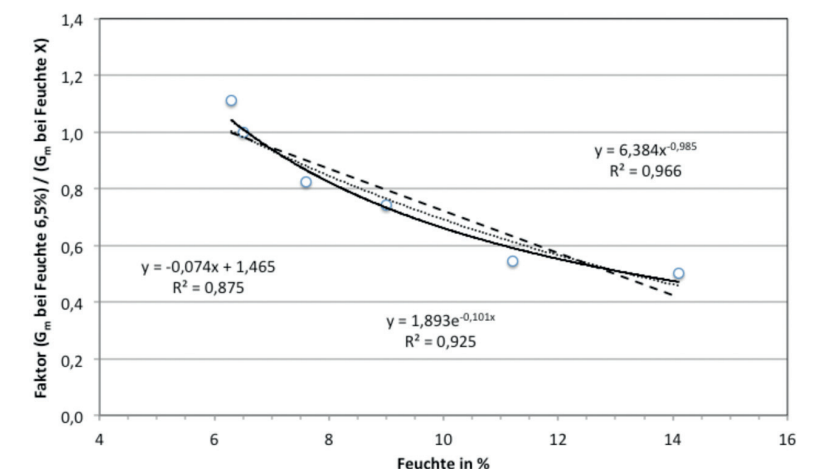


Abbildung 2: Ermittlung des Feuchtekorrekturfaktors aus dem Zusammenhang zwischen der Materialfeuchte und dem Quotienten aus Gasanalysewert bei Feuchte $H = 6,5\%$ und Gasanalysewert bei Feuchte X .

Tabelle 2 Gegenüberstellung der verschiedenen Funktionen

Funktion des Feuchtekorrekturfaktors	Bemerkung	RMSD
$F = 6,3838 H^{0,985}$	Potenzfunktion	0,044
$F = 1,8929 e^{-0,101 H}$	Exponentielle Funktion	0,066
$F = -0,0744 H + 1,465$	Lineare Funktion	0,086
$F = 2,42 e^{-0,136 H}$	Exponentielle Funktion*	0,078

*nach Jann und Deppe (1990)

Ausblick

Die Ergebnisse zeigen, dass der für das untersuchte Material bestehende Feuchteinfluss auf Formaldehydkennwerte aus Gasanalyse durch einen Korrekturfaktor berücksichtigt werden kann. Dadurch erhöht sich die Vergleichbarkeit und damit Aussagekraft der Ergebnisse von Gasanlysemessungen. Ein Feuchtekorrekturfaktor ist analog zu dem Faktor für die Bestimmung des Perforatorwertes bei der Qualitätskontrolle des Formaldehydabgabepotenzials von Holzwerkstoffen einfach und sicher bestimmbar. Die hier dargestellten Ergebnisse müssen jedoch auf eine breitere Basis gestellt werden, um einen solchen Korrekturwert der Praxis oder den Normungsgremien vorzuschlagen. Es ist in weiteren Untersuchungen vorgesehen, weitere Werkstofftypen, Plattendicken und vor allem auch Emissionsniveaus zu berücksichtigen.

Literatur

- DIN EN 120:1992 Holzwerkstoffe; Bestimmung des Formaldehydabgabepotenzials; Extraktionsverfahren genannt Perforatormethode
 DIN EN 300:2006 Platten aus langen, flachen, ausgerichteten Spänen (OSB) – Definitionen, Klassifizierung und Anforderungen
 DIN EN 312:2010 Spanplatten – Anforderungen
 DIN EN 322:1993 Holzwerkstoffe; Bestimmung des Feuchtegehaltes
 DIN EN 622-1:2003 Faserplatten – Anforderungen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen
 DIN EN 717-1:2004 Holzwerkstoffe – Bestimmung der Formaldehydabgabe – Teil 1: Formaldehydabgabe nach der Prüfkammer-Methode
 DIN EN 717-2:1994 Holzwerkstoffe – Bestimmung der Formaldehydabgabe – Teil 2: Formaldehydabgabe nach der Gasanalyse-Methode
 Jann O., Deppe H.J. 1989: Abhängigkeit des Perforator- und Gasanalysewertes von der Probenfeuchte. Holz Roh-Werkstoff 47:508
 Jann O., Deppe H.J. 1990: Zur Berücksichtigung der Materialfeuchte bei der Formaldehydmessung von Spanplatten. Holz Roh-Werkstoff 48:365-369
 Meyer B., Schwab H. (2011): „Formaldehydkennwerte emissionsarmer Spanplatten“, Holz-Zentralblatt, Nr. 48 S. 1213f

Tabelle 1 Messergebnisse

Klimatisierung	Materialfeuchte H			Gasanalysewert G_m		
	Mittelwert [%]	CV* [%]	n	Mittelwert [mg/(m ² h)]	CV* [%]	n
undefiniert	6,5	0,8	8	1,97	7,1	7
20 °C, 35 %	6,3	0,8	8	1,78	6,2	12
20 °C, 50 %	7,6	1,1	8	2,39	2,7	12
20 °C, 65 %	9,0	0,4	7	2,66	0,5	5
20 °C, 75 %	11,2	0,6	8	3,62	6,2	12
20 °C, 85 %	14,1	0,8	8	3,93	2,9	11
gedarrt	0,0	per Definition		0,12	38,7	11

* Coefficient of variation = Variationskoeffizient

Zur Anatomie des Fichtenholzes

Fortsetzung von Seite 451

schreitende Tüpfelmündungen, deren Breite geringer ist als die der Randwulst. Im Frühholz können daneben cupresoid Tüpfel mit breiteren Tüpfelmündungen auftreten. Die Anzahl der Tüpfel je Kreuzungsfeld liegt meist bei 2 bis 4.

Abbildung 3j zeigt beide Arten der Tüpfelung in der Ebene der Mittellamelle, die Jahrringgrenze befindet sich in Bildmitte. Die oberen zwei Zellreihen Strahlparenchym (sp) zeigen die Membranen und die unteren zwei die schlitzförmigen Mündungen der Kreuzungsfeldtüpfel. Interzellularen (iz) durchzie-

hen den Zellzwischenbereich. In den randständigen Strahltracheiden (st) sind die Pori und die Membranen der Hoftüpfel zu erkennen.

Die Abbildungen 3h und 3i sowie 3k bis 3m zeigen eine bei 600 °C behandelte Probe. Das thermisch bedingte spröde Bruchverhalten erleichtert eine raster-elektronenmikroskopische Charakterisierung gewisser Zellstrukturen innerhalb der Holzstrahlen. Zu erkennen ist, dass die Zellwände der Strahltracheiden dünnwandiger sind als die des Strahlparenchym. Ihr Verlauf ist wellig. Im Gegensatz zum Parenchym besitzen sie lu-

menseitig eine glatte Oberfläche (Abbildung 3h). Die Wände zwischen Strahlparenchymzellen sind reichlich von einfachen Tüpfeln (et), bestehend aus Tüpfelkanal (tk) und Tüpfelmembran (tm), durchbrochen (Abbildung 3i); insbesondere die tangentialen Zellwände (Abbildung 3m) erscheinen dadurch „zahnradartig“ bzw. „geknotet“. Auf den radialen Wandflächen sind die Kreuzungsfeldtüpfel als Vertiefungen zu erkennen (Abbildung 3i). Angrenzend zu Strahltracheiden treten einseitig behöft Tüpfel auf (Abbildung 3l), die auf der Parenchymseite der Tüpfelmembran (tm) einen Tüpfelkanal (tk) und auf der Tracheidenseite einen von einer Randwulst (rw) überwölbten Hohlraum aufweisen. Der Bau der Tüpfel

(ht) zwischen Strahltracheiden (Abbildung 3k) ähnelt dem der Hoftüpfel zwischen Frühholztracheiden.

Literatur

- Fengel D; Wegener, G. (1989): Wood Chemistry, Ultrastructure, Reactions. Walter de Gruyter, Berlin & New York
 Greguss, P. (1955): Xylotomische Bestimmung der heute lebenden Gymnospermen. Akadémiai Kiadó, Budapest
 Grosser, D. (1977): Die Hölzer Mitteleuropas. Ein mikrophotographischer Lehratlas. Springer-Verlag, Berlin & Heidelberg & New York
 Liese, W.; Dujesiefken, D. (1986): Das Holz der Fichte. In Schmidt-Vogt, H.: Die Fichte. Bd. II/1 Wachstum, Züchtung, Boden, Umwelt, Holz. Verlag Paul Parey, Hamburg & Berlin
 Ohtani, Jun (2000): Wood Micromorphology. An Atlas of Scanning Electron Micrographs. Hokkaido University Press

Schweingruber, F. H. (1990): Anatomie europäischer Hölzer. Verlag Paul Haupt, Bern & Stuttgart
 Wagenführ, R. (2007): Holzatlas. 6. Aufl. Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag, München

Die Autoren bedanken sich herzlich bei Rudi Wagenführ und Walter Liese für die kritische Durchsicht des Manuskriptes.

Zum Thema Holzanatomie sind bereits folgende Beiträge erschienen:
 ◆ Holzaufbau und Tränkbarkeit. Holz-Zentralblatt, 136. Jg, Nr. 34, S. 852, 854 und
 ◆ Der Zellwandbau von Nadelholztracheiden. Holz-Zentralblatt, 138. Jg., Nr. 1, S. 10, 11
 Beide Beiträge sind im Internet abrufbar unter: www.qucosa.de