

**Erarbeitung der Grundlagen zur
Evaluierung und Aktualisierung der
bauaufsichtlichen Bestimmungen
für die Formaldehydabgabe aus
Baustoffen:
Holzwerkstoffe**

T 3278

T 3278

Dieser Forschungsbericht wurde mit modernsten Hochleistungskopierern auf Einzelanfrage hergestellt.

Die in dieser Forschungsarbeit enthaltenen Darstellungen und Empfehlungen geben die fachlichen Auffassungen der Verfasser wieder. Diese werden hier unverändert wiedergegeben, sie geben nicht unbedingt die Meinung des Zuwendungsgebers oder des Herausgebers wieder.

Die Originalmanuskripte wurden reprotechnisch, jedoch nicht inhaltlich überarbeitet. Die Druckqualität hängt von der reprotechnischen Eignung des Originalmanuskriptes ab, das uns vom Autor bzw. von der Forschungsstelle zur Verfügung gestellt wurde.

© by Fraunhofer IRB Verlag

2012

ISBN 978-3-8167-8724-2

Vervielfältigung, auch auszugsweise,
nur mit ausdrücklicher Zustimmung des Verlages.

Fraunhofer IRB Verlag

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau

Postfach 80 04 69

70504 Stuttgart

Nobelstraße 12

70569 Stuttgart

Telefon (07 11) 9 70 - 25 00

Telefax (07 11) 9 70 - 25 08

E-Mail irb@irb.fraunhofer.de

www.baufachinformation.de

Abschlussbericht

Forschungsvorhaben des Deutschen Instituts für Bautechnik

ZP 52-5-20.54-1313/09

**Erarbeitung der Grundlagen
zur Evaluierung und
Aktualisierung der bauaufsichtlichen Bestimmungen
für die Formaldehydabgabe
aus Baustoffen**

Holzwerkstoffe

Durchführende
Forschungsstelle: Fraunhofer-Institut für Holzforschung,
Wilhelm-Klauditz-Institut WKI
Bienroder Weg 54 E
38108 Braunschweig
Telefon: 0531-2155-0
Fax: 0531-2155-200
E-Mail: info@wki.fraunhofer.de

Projektleiter: Prof. Dr. Rainer Marutzky
Dr. Tobias Schripp

Braunschweig im März 2012

**DIBt- Forschungsvorhaben ZP 52-5-20.54-1313/09:
Erarbeitung der Grundlagen zur Evaluierung und Aktualisierung
der bauaufsichtlichen Bestimmungen für die Formaldehydabgabe
aus Baustoffen**

Holzwerkstoffe

Inhaltsverzeichnis des Abschlussberichts:

1. Einführung	Seite 4
2. Bauaufsichtliche Regelungen	Seite 6
3. Ausgangssituation	Seite 8
4. Notwendigkeit und Ziele des Vorhabens	Seite 11
5. Arbeitsschwerpunkte	Seite 13
5.1 Überprüfung der DIBt-Richtlinie 100	Seite 13
5.2 Umrechnungsverfahren zwischen DIN EN 717-1 und DIN EN ISO 16000-9	Seite 13
6. Angaben zur Durchführung	Seite 15
7. Ergebnisse	Seite 17
7.1 Überprüfung der DIBt-Richtlinie 100	Seite 17
7.2 Umrechnungsverfahren zwischen DIN EN 717-1 und DIN EN ISO 16000-9	Seite 34
8. Empfehlungen	Seite 45
9. Zusammenfassung und Ausblick	Seite 46
10. Literaturverzeichnis	Seite 47

Anhänge

Anhang 1: Prüfapparatur für Holzwerkstoffe nach DIN EN 717-1

Anhang 1: Abgeleitete Prüfmethode für Holzwerkstoffe

Anhang 3: Korrelationswerttabellen

Anhang 4: Messwerte zum Vergleich der DIN EN 717-1 und DIN EN ISO 16000-9

Abkürzungen

AFSSET	Agence Francaise de Sécurité sanitaire de l'Environnement et du Travail
AgBB	Ausschuss zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten
ASTM	American Society for Testing and Materials
BAM	Bundesanstalt für Materialforschung und –prüfung
BfR	Bundesinstitut für Risikobewertung
BGA	Bundesgesundheitsamt
BMJFG	Bundesministerium für Jugend, Familie und Gesundheit
CEC	Commission of the European Community
CARB	Californian Air Resources Board
CEN	Comité Européen de Normalisation
DIBt	Deutsches Institut für Bautechnik
DIN	Deutsche Industrie Norm
DNPH	Dinitrophenylhydrazin
ECA	European Concerted Action
EN	European Norm
EPF	European Panel Federation
ETB	Einheitliche technische Baubestimmungen
FEIC	Fédération Européene de l'Industrie du Contreplaqué
FIW	Forschungsinstitut für Wärmeschutz
GB	Akronym für Chinese National Standards
GOST	Akronym für Russian National Standards
IARC	International Agency for Research on Cancer
IHD	Institut für Holztechnologie Dresden
ISO	International Organisation of Standardisation
JANZ	Japanese, Australian and New Zealandish (Standards)
JAS	Japanese Agricultural Standard
JIS	Japanese Industrial Standard
LGA	Landesgewerbeanstalt Nürnberg
MDF	Medium Density Fibreboard
OSB	Oriented Strand Board
ppm	parts per million
RDS	Regulated Dangerous Substances
UF	Urea Formaldehyde
VOC	Volatile Organic Compounds
UBA	Umweltbundesamt
WKI	Wilhelm-Klauditz-Institut

1. Einführung

Luft von Wohn- und Innenräumen enthält in der Regel höhere Konzentrationen luftverunreinigender Stoffen als Außenluft (Salthammer, Uhde 2009, u.a.m.). Diese Stoffe werden durch Menschen, Tiere und Pflanzen abgegeben, stammen aus Reinigungs- und Pflegemitteln oder sind Folge von menschlichen Aktivitäten wie Kochen, Basteln, Rauchen u.a.m. Hinzu kommen Emissionen aus Baustoffen und Inneneinrichtungen. Diese Materialien und damit gefertigten Gegenstände und Bauteile enthalten häufig flüchtige organische Stoffe (VOC, VVOC), die sich in der Raumluft anreichern, insbesondere bei unzulänglicher Frischluftzufuhr. Die bessere Wärmedämmung von modernen Gebäuden sowie luftdichtere Fenster und Türen, aber auch ein geändertes Nutzerverhalten haben das Risiko einer Belastung der Innenraumluft mit luftverunreinigenden Stoffen in den vergangenen Jahren zusätzlich erhöht.

Das Problem erhöhter Konzentrationen luftverunreinigender Stoffe in Gebäude ist keineswegs neu. Bereits in den 60er und 70er Jahren des vergangenen Jahrhunderts kam es in vielen Innenräumen zu unzumutbaren Belastungen durch erhöhte Formaldehydwerte (Bundesminister für Jugend, Familie und Gesundheit 1985, ECA Report No. 7, 1990 u.a.m.).

Spanplatten mit aus heutiger Sicht hohen Formaldehydgehalten wurden in dieser Zeit als tragende oder aussteifende Bestandteile von Wänden, Decken und Böden im Leicht- und Fertighausbau und als Akustikdecken im Innenausbau eingesetzt. Als wesentliche Emissionsquelle wurden daher mit UF-Leimharzen gebundene Spanplatten erkannt, die großflächig im Innenausbau verwendet wurden (Roffael 1982).

Auch damals zur Wärmedämmung von Gebäuden verwendete Harnstoff-Formaldehyd-Ortschäume (UF-Ortschäume) belasteten vielfach die Raumluft mit Formaldehyd (Rothweiler et al. 1983, Consumer Information Center 2007). Deren Verwendung war als Folge der ersten Ölkrisen in den 70er Jahren sprunghaft angestiegen. Unsachgemäßer Gebrauch und Produkte mit erhöhten Emissionswerten waren die Ursache zahlreicher Beschwerden bei Gebäuden, die nachträglich mit diesen Ortschäumen gedämmt worden waren.

Die Belastung von Innenräumen mit Formaldehyd, aber auch anderen Schadstoffen, war somit seit den 70er Jahren des 20. Jahrhunderts ein öffentliches Thema (Salthammer et al. 2010). Seitens des Gesetzgebers wurde die Minderung der Raumluftbelastung durch Reglementierung der Baustoffemissionen vorangetrieben. Die ersten Regelungen betrafen Stoffe mit hohem toxischem Potential wie Formaldehyd, Asbest oder PCP.

Im Jahr 1978 hatte eine Expertenkommission des damaligen Bundesgesundheitsamtes für Formaldehyd in Innenräumen einen Richtwert von 0,1 ml/cbm entsprechend 0,1 ppm bzw. 124 µg/m³ empfohlen (BGA-Pressedienst 1978). Bei Formaldehyd gab es somit in Deutschland bereits einen Richtwert, der als Grundlage der bauaufsichtlichen Regelungen für Spanplatten diente. Dieser Richtwert fand später als Grenzwert für Holzwerkstoffe der Emissionsklasse E1 weite Verbreitung.

Der Richtwert wurde zwischenzeitlich mehrfach überprüft und bestätigt, insbesondere nachdem die IARC in 2004 eine Umstufung des Formaldehyds von „krebverdächtig“ in „krebserzeugend beim Menschen“ empfohlen hatte (IARC 2004). Eine Evaluation des Bundesinstituts für Risikobewertung ergab, dass der Wert von 0,1 ml/m³ als „Safe Level“ zu bewerten ist (BfR 2006, Appel 2006). Auch die Weltgesundheitsorganisation WHO hat einen nur wenig davon abweichenden Grenzwert von 100 µg/m³ empfohlen und kürzlich bestätigt (Salthammer et al. 2010).

2. Bauaufsichtliche Regelungen

Die weltweit erste Regelung für Baustoffe betraf die Formaldehydabgabe von Spanplatten. Im Jahr 1980 wurde vom Institut für Bautechnik in Berlin, Vorläufer des heutigen DIBt, hierfür eine sogenannte ETB-Richtlinie über die Verwendung von Spanplatten hinsichtlich der Vermeidung unzumutbarer Formaldehydkonzentrationen in Raumluft bauaufsichtlich eingeführt (ETB-Richtlinie 1980). Diese Regelung wurde 1994 mit der DIBt-Richtlinie 100 auf alle Holzwerkstoffe ausgeweitet (DIBt-RL 100). Einige Jahre zuvor war auch die Formaldehydabgabe von UF-Ortschäumen durch eine ETB-Richtlinie geregelt worden (ETB-Richtlinie 1985).

Das Institut für Bautechnik übernahm somit bereits um 1980 die Vorreiterrolle bei der Einführung von bauaufsichtlichen Regelungen für Bauprodukte. Bis heute stellt die bauaufsichtliche Bewertung von Formaldehyd in Bauprodukten ein wichtiges Aufgabenfeld des DIBt dar (Misch 2009). Die in der ETB-Richtlinie definierte Emissionsklasse E1 wurde zum europaweit akzeptierten Standard bei der Bewertung der Formaldehydemissionen von Spanplatten und anderen Holzwerkstoffen sowie damit gefertigten Produkten. Sie findet sich in verschiedenen harmonisierten Normen.

Seit 2004 werden auch die Emissionen flüchtiger organischer Stoffe (VOC) aus Bodenbelägen bauaufsichtlich geregelt (DIBt 2004). Als Begründung für den gesetzlichen Regelungsbedarf der Baustoffemissionen wird der Anhang I der Europäischen Bauproduktenrichtlinie herangezogen, der „Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz“ als eine von 6 wesentlichen Anforderungen an Bauprodukte ausweist.

Für die Ausfüllung dieses Hinweises wird in Deutschland die in der Musterbauordnung enthaltene Definition der Wohngesundheit herangezogen (Misch 2009). Hier heißt es in den Paragraphen 3 und 13:

§ 3 Allgemeine Anforderungen *„(1) Anlagen sind so anzuordnen, zu errichten, zu ändern und instand zu halten, dass die öffentliche Sicherheit und Ordnung, insbesondere Leben, Gesundheit und die natürlichen Lebensgrundlagen, nicht gefährdet werden.“*

§ 13 Schutz gegen schädliche Einflüsse

„Bauliche Anlagen müssen so angeordnet, beschaffen und gebrauchstauglich sein, dass durch Wasser, Feuchtigkeit, pflanzliche und tierische Schädlinge sowie andere chemische, physikalische oder biologische Einflüsse Gefahren oder unzumutbare Belästigungen nicht entstehen.“

Bezogen auf Emissionen von Baustoffen ist der Regelungsbedarf also auf Gefahren oder unzumutbare Belästigungen durch Freisetzung giftiger oder gefährlicher Gase oder Teilchen bei Verwendung des Baustoffs in Innenräumen begrenzt. Die hohe Toxizität von Formaldehyd, verbunden mit seinen irritativen Eigenschaften und einem karzinogenen Potential erfüllen im Sinne der Definition der Wohngesundheits gemäß Musterbauordnung zweifellos diese Bedingungen. Die Begrenzung der Formaldehydabgabe von Spanplatten und anderen Baustoffen ist somit sowohl in der Öffentlichkeit als auch in Fachkreisen unstrittig.

3. Ausgangssituation

Die ETB-Richtlinie von 1980 basierte auf der Bestimmung der Formaldehydabgabe als Ausgleichskonzentration aus großflächigen Platten in einem Prüfraum von 40 m³. Die Prüfbedingungen wurden realitätsnah unter Berücksichtigung wohnhygienischer Gesichtspunkte festgelegt. In Abhängigkeit vom Emissionspotenzial wurden die Spanplatten in die Emissionsklassen E1, E2 und E3 eingeteilt. Je nach Emissionsklasse gab es Vorgaben für die Verarbeitung sowie Bekleidung oder Beschichtung der Platten. Das mit der Richtlinie verbundene Messverfahren in einer großen Prüfkammer wurde mit geringen Variationen zur Grundlage der Klassifizierung des Formaldehydabgabepotenzials nicht nur im europäischen Normungsraum, sondern auch in Nordamerika, in Japan und in China (Marutzky 2008a). Die Umsetzung erfolgt heute weltweit durch eine Vielzahl von Normungswerken, Richtlinien und Gesetzen (Abbildung 1).

Rechtliche Grundlage einer weitgefassten Begrenzung für Holzwerkstoffe und daraus hergestellte Produkte ist in Deutschland die Chemikalien-Verbotsverordnung vom 14.10.1993, neugefasst durch Bekanntgabe vom 13.6.2003 und zuletzt geändert am 21.7.2008. Gemäß Abschnitt 3 „Formaldehyd“ gilt nach Absatz 1:

„Beschichtete und unbeschichtete Holzwerkstoffe (Spanplatten, Tischlerplatten, Furnierplatten und Faserplatten) dürfen nicht in den Verkehr gebracht werden, wenn die durch den Holzwerkstoff verursachte Ausgleichskonzentration des Formaldehyds in der Luft eines Prüfraums 0,1 ml/cbm (ppm) überschreitet.“

Nachdem 1986 die Gefahrstoffverordnung (heute: Chemikalien-Verbotsverordnung) die Formaldehydabgabe von Holzwerkstoffen und damit hergestellte Produkte generell auf den Emissionswert von 0,1 ml/cbm begrenzt hatte, wurde die ETB-Richtlinie grundlegend überarbeitet und als DIBt-Richtlinie 100 veröffentlicht (DIBt-Richtlinie 1994). Hierbei wurden auch die 1991 veröffentlichten Grundsätze zur Umsetzung der Prüfverfahren berücksichtigt (Bekanntmachung des BGA 1991). Mit der DIBt-Richtlinie 100 verschwanden in Deutschland die bisherigen Emissionsklassen E 2 und E 3 der ETB-Richtlinie. Bis heute gehalten hat sich hingegen der Begriff der Emissionsklasse E 1.

Die DIBt-Richtlinie gilt für Spanplatten, mitteldichte Faserplatten (MDF) sowie Tischlerplatten und Furniersperrhölzer, welche im Bauwesen eingesetzt werden. Das Referenzverfahren ist dabei die Bestimmung der Ausgleichskonzentration in einem Prüfraum mit dem einheitlichen Grenzwert von 0,1 ml/m³. Als abgeleitete Materialprüfmethoden sind die Perforatormethode und die Gasanalysemethode zugelassen und mit entsprechenden Grenzwerten, die aus den

Korrelationen zwischen Referenzverfahren und diesen Methoden berechnet wurden, unterlegt. Keine Grenzwerte gibt es für Oriented Strand Boards (OSB) und hochdichte Faserplatten (HDF), da sie damals in Deutschland noch keine Bedeutung in der baulichen Anwendung hatten.

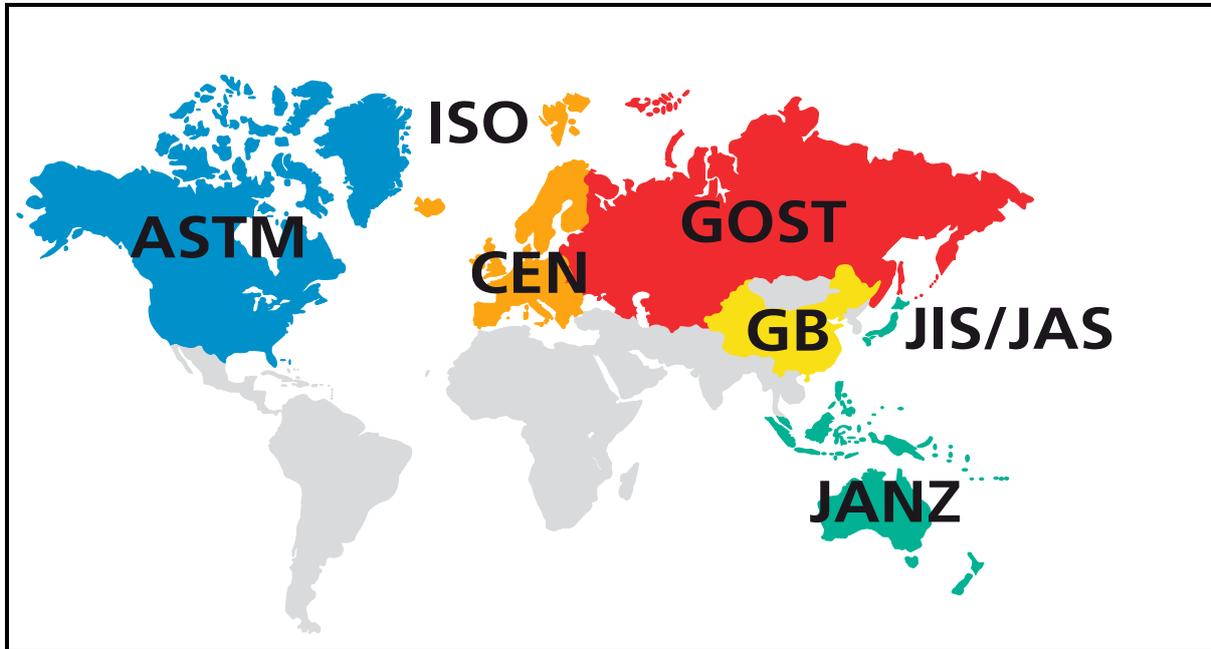


Abbildung 1: Regionen in der Welt mit die Formaldehydabgabe von Baustoffen betreffenden Normen, Richtlinien und Gesetzen

Als Referenzraum galt zunächst der Prüfraum mit einem Volumen von 40 m³, der 1976 im WKI in Betrieb genommen worden war und dann als Grundlage für die Erarbeitung der ETB-Richtlinie für Spanplatten diente (Marutzky et al. 1988). Weitere große Prüfräume wurden in den 80er Jahren erstellt, z. B. in der BAM, im BGA und anderen Prüflaboratorien (Jann 1985). Interne Rundversuche zwischen BAM, BGA und WKI sowie ein europäische Rundversuch im Rahmen eines CEC-Vorhaben bestätigten die Eignung dieser Versuchseinrichtungen als Bewertungsverfahren für die Formaldehydabgabe von Holzwerkstoffen.

Das Prüfraumverfahren wurde 1996 auf Basis nationaler Regelungen in Deutschland, Dänemark und Schweden europäisch genormt (DIN EN 717-1). Dabei wurden die Prüfbedingungen des in Deutschland entwickelten großen Prüfraums übernommen. Als zusätzliche Kammeroptionen wurden die schwedische 1m³-Kammer und die dänische 0,225m³-Kammer in die Norm eingeführt. Im Vorfeld der Normung war die Kammerverfahren in einer gemeinsamen europäischen Aktion evaluiert (ECA Report No. 2 1989) worden. In einem europäischen Forschungsvorhaben war danach die Eignung des Verfahrens untersucht worden (CEC Research Project 1992, 1993).

Die DIBt-Richtlinie legte auf der Basis der damaligen Arbeiten in BAM, BGA und WKI das Prüfverfahren zur Bestimmung der Ausgleichskonzentration fest, verwies aber bereits auf die angelaufenen Arbeiten zur Schaffung einer europäischen Norm im Rahmen des CEN. Seit der Fertigstellung und Einführung der Norm DIN EN 717-1 gilt seitdem das im Wesentlichen auf den Vorarbeiten in Deutschland basierende Verfahren hierzulande als Referenzverfahren zur Ermittlung der Ausgleichkonzentration gemäß Chemikalien-Verbotsverordnung.

Die beiden wichtigsten Optionen der Norm sind der große Prüfraum mit einem Volumen von $\geq 12 \text{ m}^3$ und die 1 m^3 -Kammer (Anhang 1). Beide Prüfkammern ergeben, wie Untersuchungen gezeigt haben, gleiche Ergebnisse und werden daher in zahlreichen Prüflaboratorien zur Untersuchung von Holzwerkstoffen und anderen Produkten eingesetzt.

Für die Eigen- und Fremdüberwachung ist die Untersuchung in einem Prüfraum apparativ und zeitmäßig zu aufwendig. Für diesen Bereich werden daher sogenannte abgeleitete Prüfverfahren eingesetzt. Bereits die ETB-Richtlinie von 1980 legte für die Emissionsklassen E 1 bis E 3 neben Kammerwerten auch den Formaldehydgehalt - ermittelt nach der Perforatormethode – als Bewertungsmaßstab fest. Auch die ETB-Richtlinie für UF-Ortschäume definierte für die Emissionsklassen ES 1 bis ES 3 Materialgrenzwerte, ermittelt mit der Gasanalysemethode.

Die DIBt-Richtlinie 100 nutzt beide Materialprüfmethoden zur Festlegung von Grenzwerten. Diese Prüfmethoden sowie die sogenannte Flaschenmethode sind inzwischen in Europa und damit auch in Deutschland genormt:

- DIN EN 120 Perforatormethode
- DIN EN 717-2 Gasanalysemethode
- DIN EN 717-3 Flaschenmethode

Praktische Bedeutung haben bei der Eigen- und Fremdüberwachung vor allem die Perforator- und die Gasanalysemethode. Anhang 2 stellt die beiden Methoden kurz dar.

Darüber hinaus gibt es für Harnstoff-Formaldehyd-Ortschäume (UF-Ortschäume) eine eigene ETB-Richtlinie (ETB-Richtlinie 1985). Die Richtlinie ist bis heute die Grundlage der bauaufsichtlichen Zulassung von UF-Ortschäumen in Deutschland (Fechner 2009). Die Untersuchungen zur Eignung dieser ETB-Richtlinie sind in einem eigenen Abschlussbericht zusammengestellt.

4. Notwendigkeit und Ziele des Vorhabens

Die die Formaldehydabgabe von Spanplatten und UF-Ortschäumen betreffenden bauaufsichtlichen Regelungen stammen aus den 80er Jahren des vergangenen Jahrhunderts. Auch die DIBt-Richtlinie 100 ist inzwischen mehr als 15 Jahre alt und wurde in ihrem Geltungsbereich zunehmend durch die harmonisierte Norm DIN EN 13986 verdrängt. Die mit der Anwendung der Richtlinien verbundenen Messmethoden beruhen gleichermaßen auf Erfahrungen und Untersuchungen aus der Zeit zwischen 1970 und 1990. Inzwischen wurden die geregelten Baustoffe wie Span- und Faserplatten sowie die zu ihrer Fertigung verwendeten Bindemittel technologisch weiterentwickelt. Damit verbunden war eine drastische Abnahme der Emissionswerte, wie das in Abbildung 2 dargestellte Beispiel der Spanplatten verdeutlicht.

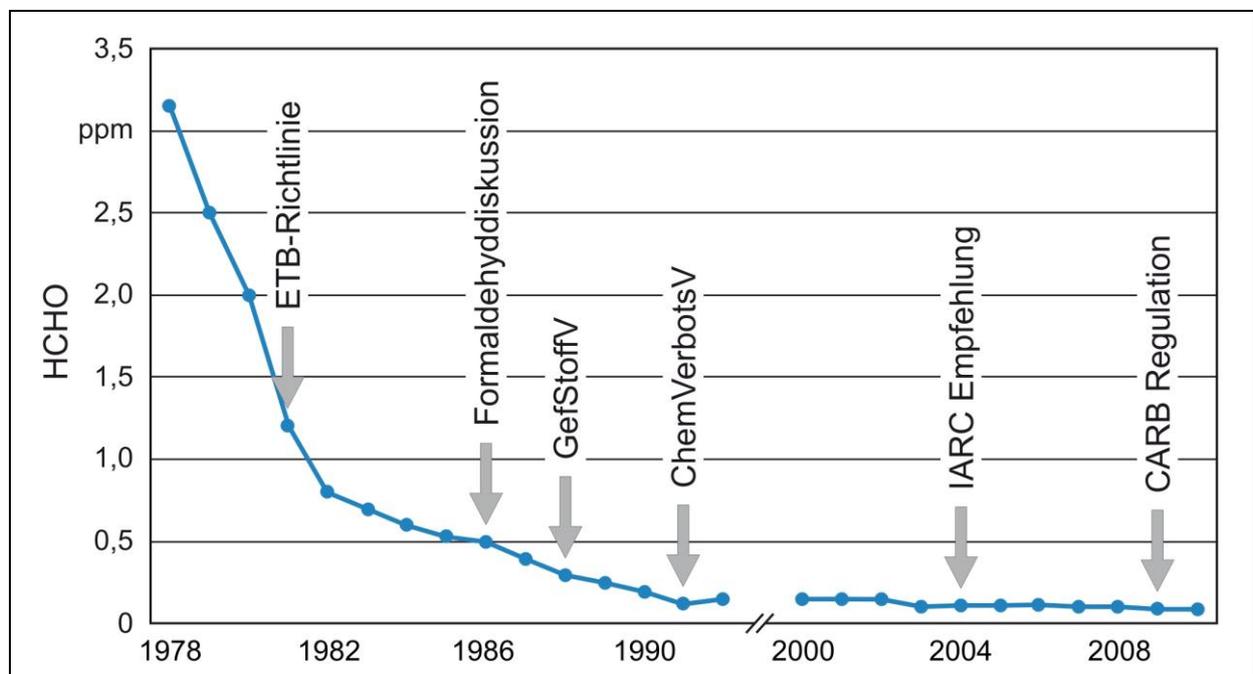


Abbildung 2: Abnahme der durchschnittlichen Formaldehydemissionswerte von Spanplatten zwischen 1978 und 2010 nach Auswertungen des WKI

Hinzu kamen neue Holzwerkstoffe wie die OSB, die seit 1994 Marktbedeutung erlangt haben, aber noch nicht von den Regelungen erfasst worden waren. Zudem erwiesen sich die Prüfparameter des Referenzverfahrens – insbesondere die Luftwechselzahl von 1/h – als häufig nicht in Übereinstimmung mit den Verhältnissen in heutigen Gebäudekonstruktionen befindlich. Die Qualitätsgemeinschaft Deutscher Fertighausbau führte daher in seinen Qualitätsrichtlinien einen Emissionswert für Holzwerkstoffe von 0,05 ppm ein, der zwischenzeitlich auf 0,03 ppm abgesenkt wurde. Auch die Handelskette IKEA hat im Jahr 2009 für ihre Pro-

dukte das in Kalifornien geltende CARB-System eingeführt, was mit einer deutlichen Reduzierung der Emissionswerte verbunden ist (Marutzky, Meyer 2009).

Die bauaufsichtlichen Regelungen für Holzwerkstoffe und UF-Ortschäume waren somit ergänzungs- und überarbeitungsbedürftig, da sich die Normungssituation und die bauaufsichtlichen Anforderungen erheblich verändert hatten (Yu, Crump 1999, Jasch, Misch 2009).

Auch kommt der europäischen Gesetzgebung, insbesondere im Rahmen der Bauprodukten-Richtlinie bei der hygienischen Bewertung von Bauprodukten ein zunehmender Einfluss zu (Bauprodukten-Richtlinie 1988, Ehrensberger, Misch 2004, Illvonen, Kirchner 2010). Die Richtlinien des DIBt zur Formaldehydabgabe von Holzwerkstoffen und UF-Ortschäume müssen somit aktualisiert und an den Stand des technischen Fortschritts und der neuen europäischen Regelungen und Normen angepasst werden. Dabei sind bei den Regelungen für Holzwerkstoffe auch neue Werkstofftypen und Prüfverfahren zu berücksichtigen.

Diese Aufgabenstellung wurde im vorliegenden DIBt-Forschungsvorhaben dem Fraunhofer-Institut für Holzforschung WKI in Braunschweig übertragen. Mitarbeiter des WKI waren bereits in die Erarbeitung der ETB-Richtlinien von 1980 und 1985 sowie in die Erstellung der DIBt-Richtlinie 100 eingebunden gewesen. Das Institut engagiert sich seit dem maßgeblich bei der europäischen und internationalen Normung auf diesem Gebiet. Es prüft die Emissionen aus Holzwerkstoffen, Baustoffen und damit gefertigten Produkten und ist in die Entwicklung von Minderungsverfahren eingebunden.

Ein wesentlicher Teil der Arbeiten betrifft die Zusammenstellung und Auswertung von vorliegenden Messwerten unter regulativen und statistischen Gesichtspunkten. Die Sachbearbeiter können dabei auf Unterlagen aus der Zeit zwischen etwa 1975 bis heute zurückgreifen. Insbesondere bei Holzwerkstoffen gibt es einen großen Datenpool an Messwerten.

5. Arbeitsschwerpunkte

5.1 Überprüfung der DIBt-Richtlinie 100

Der erste Arbeitsschwerpunkt des Vorhabens betrifft die Überprüfung der DIBt-Richtlinie 100 in ihrer jetzigen Form zwecks Vorbereitung einer Überarbeitung dieses Regelwerks. Hierzu gehört vor allem die Überprüfung von Korrelationen zwischen dem Referenzverfahren (Prüfkammermethode DIN EN 717-1) und den abgeleiteten Prüfmethoden (Perforatormethode DIN EN 120, Gasanalysemethode DIN EN 717-2). Da es bei den bereits regulierten Holzwerkstoffen durch Absenkung der Emissionswerte und Verwendung von modifizierten Bindemitteln Veränderungen im Emissionsverhalten gegeben hat, sind die Auswirkungen durch Auswertung von Prüfergebnissen aus neuerer Zeit zu überprüfen. Damit sollen Grenzwerte für die Eigen- und Fremdüberwachung verifiziert und bei Bedarf aktualisiert werden. Weiterhin gilt es, vorliegende Korrelationen für neue Holzwerkstoffe (OSB, HDF) auszuwerten und aus diesen neue Grenzwerte abzuleiten. Hierbei sind die verschiedenen vorliegenden Korrelationen statistisch zu überprüfen und hinsichtlich ihrer Zuverlässigkeit einzustufen.

Korrelationen liegen für viele Holzwerkstoffe vor und wurden in Teilen auch veröffentlicht (Meyer 2004a bis c, Bulian et al. 2006, Marutzky 2008b, Ludewig et al. 2008). Hierzu gehören auch Ergebnisse neuerer Rundversuche mit Holzwerkstoffen, die im Auftrag der Europäischen Verbände der Holzwerkstoffindustrie durchgeführt wurden (EPF Final Report 2008, FEIC Final Report 2010). Diese Werte sollten im Begleitgremium des Forschungsvorhabens mit anderen, auf diesem Gebiet aktiven Prüfeinrichtungen wie BAM Berlin, IHD Dresden und LGA Nürnberg diskutiert und abgestimmt werden.

Weiterhin gehört zu diesen Aufgaben auch die Prüfung, inwieweit in das Regelungssystem für Holzwerkstoffe neue Prüfmethoden aus dem internationalen Raum einbezogen werden können. Dies gilt in besonderem Maße für die Desikkator-Methode. Die Methode hat im japanisch-ozeanischen Bereich und in Nordamerika eine hohe Bedeutung (Risholm-Sundman et al. 2007, Risholm-Sundman 2008). Sie wurde vor kurzem in eine internationale Norm überführt (ISO 12460-4). Auch hier soll die Notwendigkeit einer Erweiterung mit den zuvor genannten Prüfeinrichtungen erörtert werden.

5.2 Umrechnungsverfahren zwischen DIN EN 717-1 und DIN EN ISO 16000-9

Der zweite Arbeitsschwerpunkt des beantragten Forschungsvorhabens ist die Erstellung von Umrechnungsverfahren zwischen der DIN EN 717-1 und der DIN EN ISO 16000-9. Erstere Norm ist wie dargestellt das Referenzverfahren für die Messung der Formaldehydabgabe von Holzwerkstoffen. Letztere Norm wird für die Bestimmung von VOC- und SVOC-

Emissionen aus Bauprodukten eingesetzt (Kirchner 2007). Die DIN EN ISO 16000-9 ist zudem die prüftechnische Grundlage des AgBB-Schemas zur Prüfung und Bewertung von Emissionen aus Bauprodukten (Ausschuss zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten 2005). Die ISO-Norm wird daher seit 2004 bei der bauaufsichtlichen Zulassung von Bodenbelägen eingesetzt und beinhaltet auch ein Verfahren zur Bestimmung der Abgabe von Formaldehyd und weiteren niedermolekularen Aldehyden (Deutsches Institut für Bautechnik 2004). Aufgrund ihrer teilweise nicht detaillierten Vorgaben wurde sie für die „Grundsätze zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten“ durch einen Expertenausschuss am DIBt in vielen Teilen spezifiziert und produktspezifisch angepasst. Derzeit gibt es zwei produktspezifische Teile, einen für Bodenbeläge und Klebstoffe und einen für Oberflächenbeschichtungen für Parkette und Holzböden (Kirchner et al. 2010).

Obgleich beide Prüfmethode auf vergleichbaren Prüfprinzipien beruhen, sind die damit ermittelten Werte nicht unmittelbar vergleichbar. Damit wird auch bei diesen beiden auf Prüfkammern basierenden Messverfahren die Ableitung einer Korrelation erforderlich. Um hier aufwändige Doppelmessungen zu vermeiden, sollte die Korrelationen zwischen beiden Normverfahren ermittelt werden. Derartige Kenntnisse sind auch bei der derzeit laufenden Erarbeitung einer horizontalen Norm für Bauprodukte im neuen CEN/TC 351 WG2 erforderlich. Nur bei Vorlage konkreter Umrechnungsfaktoren ist es dem in diese Normungsaktivitäten eingebunden DIBt möglich, konkrete Vorschläge in die Diskussionen einzubringen und eine bauaufsichtlich akzeptierbare europäische horizontale Norm zur Bewertung von Bauprodukten zu erreichen (CEN/TC 351 WG 2 2008, Illvonen, Kirchner 2010).

6. Angaben zur Durchführung

Das Projekt begann am 1. Januar 2009 mit einer Laufzeit von 12 Monaten. Diese Laufzeit wurde kostenneutral bis Ende 2010 verlängert. Das Vorhaben wurde begleitet von einem betreuenden Projektausschuss (Tabelle 1).

Tabelle 1: Mitglieder des Betreuerremiums zum DIBt-Forschungsvorhaben

Projektförderer	
Dr. Doris Kirchner	Deutsches Institut für Bautechnik
Corinna Kraeft	Deutsches Institut für Bautechnik
Wolfgang Misch	Deutsches Institut für Bautechnik
Projektbearbeiter	
Prof. Dr. Rainer Marutzky	Fraunhofer-Institut für Holzforschung
Dr. Tobias Schripp	Fraunhofer-Institut für Holzforschung
Experten	
Karsten Aehlig	Institut für Holztechnologie Dresden
Dr. Frank Brauer	Umweltbundesamt
Dr. Roland Gellert	Forschungsinstitut für Wärmeschutz München
Dr. Oliver Jann	Bundesanstalt für Materialforschung und –prüfung
Christine Kühn	LGA QualiTest
Dr. Wolfgang Plehn	Umweltbundesamt
Gäste	
Christine Däumling	Umweltbundesamt

Bereits im Vorlauf des Vorhabens kam es am 25.09.2008 zu einer ersten Sitzung des Projektausschusses. Das Betreuerremium traf sich während der Laufzeit drei weitere Male (14.01.2009, 14.07.2009 und 16.12.2009). Die Abschlusspräsentation der Projektergebnisse erfolgte am 26.04.2010.

Die Ergebnisse der Untersuchungen werden im vorliegenden deutschsprachigen Abschlussbericht zusammengefasst. Für den europäischen Bereich wichtige Ergebnisse werden zudem in englischsprachigen Ausarbeitungen dargelegt. Weiterhin ist beabsichtigt, die Ergebnisse zusammen mit dem DIBt in einer Abschlusspräsentation den interessierten Kreisen (Behörden, Firmen, Verbände, Prüfinstitute) vorzustellen.

Die Überprüfung der Korrelationen (Arbeitsschwerpunkt 1) konnte auf vorhandene Ergebnisse jüngerer Untersuchungen zurückgreifen. Praktische Messungen waren erforderlich bei der

Bestimmung des Umrechnungsfaktors von DIN EN 717-1 auf DIN EN ISO 16000-9 (Arbeitsschwerpunkt 2). Hier sollen zunächst etwa sechs formaldehydhaltige Holzwerkstoffe, die den Bereich der Emissionsklasse E 1 abdecken, nach beiden Verfahren untersucht werden. Diese Untersuchungen wurden im Verlauf des Vorhabens auf neun Holzwerkstoffproben erweitert.

Außerdem wurden in einem kleinen Rundversuch die beiden Methoden zur analytischen Bestimmung des Formaldehyds, die Acetylaceton- und die DNPH-Methode, verglichen. In diesem Arbeitsschwerpunkt wurde auf Anregungen des Betreuerremiums außer der Messung des Formaldehyds zusätzlich auch die Messung holztypischer VOC einbezogen.

7. Ergebnisse

7.1 Überprüfung der DIBt-Richtlinie 100

7.1.1 Korrelationen

Die ersten Korrelationen zwischen dem Prüfraumverfahren und den abgeleiteten Prüfmetho- den wurden bereits in der 80er Jahren ermittelt (Menzel et al. 1981, Mehlhorn 1986). Auf der Basis dieser Korrelationen, ergänzt durch weitere Untersuchungen aus dem WKI und der BAM (Deppe, Jann 1990, Jann 1990 u.a.m.), wurde 1991 im Bundesgesundheitsblatt in einer gemeinsamen Veröffentlichung des BGA, der BAM und des UBA die Verfahren als Prüfmetho- den für Holzwerkstoffe anerkannt und abgeleitete Grenzwerte festgelegt (Bekanntma- chung des BGA 1991). Im Jahr 1994 wurden in der DIBt-Richtlinie 100 für Holzwerkstoffe für das Bauwesen vergleichbare Festlegungen getroffen (Tabelle 2).

Tabelle 2: Emissionsklassen nach DIBt-Richtlinie 100 (Fußnoten z.T. gekürzt)

Zeile	Spalte	1	2	3a	3b	4a	4b
		Emissions- klasse	Emissions- werte in ppm HCHO (=Ausgleichs- konzentration) ¹⁾	Perforatorwerte ²⁾ (PF) in mg HCHO/100g absolut trocknen (atro) Platte		Gasanalysewerte ³⁾ in mg HCHO/hm ²	
				Mittelwert ⁴⁾	Einzel- wert ⁴⁾	Mittelwert ⁴⁾	Einzelwert ⁴⁾
1	Unbeschichtete Spanplatten	E1	≤ 0,1	≤ 6,5	≤ 8,0	-	-
2	Unbeschichtete Faserplatten	E 1	≤ 0,1	≤ 7,0	≤ 8,0	-	-
3	unbeschichtetes Sperrholz (Tischlerplatten und Furnier- sperrholz)	E 1	≤ 0,1	-	-	Bei Sofort- prüfung ⁵⁾ ≤ 5,0	Bei Sofort- prüfung ⁵⁾ ≤ 6,0
						Bei Prüfung nach 4 Wochen ⁶⁾ ≤ 2,5	Bei Prü- fung nach 4 Wochen ⁶⁾ ≤ 3,5
4	Beschichtete Span- und Faserplatten	E 1	≤ 0,1	-	≤ 10 ⁷⁾	-	≤ 3,5
	beschichtetes Sperrholz				Wie in Spalte 4b ⁸⁾		≤ 3,5
5	zur Beschich- tung vorgese- hene Span- und Faserplatten ⁹⁾	E 1 b	(≤ 0,1) ¹⁰⁾		≤ 10	-	-

- 1) Zu bestimmen nach „Prüfverfahren für Holzwerkstoffe bzw. später nach EN-Norm pr EN 717-1
- 2) Zu bestimmen nach DIN EN 120. Die Tabellenwerte gelten für eine Materialfeuchte von 6,5 %.
- 3) Zu bestimmen nach DIN 52 368 bzw. später nach CEN –Norm pr EN 717-2
- 4) Der Mittelwert wird als gleitender Mittelwert, der Einzelwert als 95 % Perzentil definiert.
- 5) Sofortprüfung: max. 3 Tage nach Herstellung
- 6) Lagerung bei 20 °C und 65 % r.F.
- 7) Perforatorwert der Platte vor Beschichtung max. 10 mg/100g; nach Abschiff der Beschichtung max. 12 mg/100g
- 8) Gasanalysewerte der Trägerplatte wie Einzelwerte nach Zeile 3, Spalte 4b
- 9) Rohplatten mit Perforatorwerten > 8 und ≤ 10 mg HCHO/100g atro Platte dürfen gemäß 1) nur mit nachfolgender Kennzeichnung in den Verkehr gebracht werden: „Nur in beschichtetem Zustand verwenden. Die Eignung der Beschichtung ist nachzuweisen.“
- 10) nach Beschichtung

Die Überprüfung dieser Werte beruht auf den korrelativen Zusammenhängen zwischen dem Referenzverfahren und den abgeleiteten Methoden für einen Emissionswert im Prüfraum von 0,1 ppm. Zur Ermittlung der Korrelationen wurde auf den Datenpool des WKI zurückgegriffen. Im Anhang 3 sind in vier Tabellen die Ergebnisse dieser Messungen des WKI spezifiziert zusammengestellt.

Die Auswertungen erfolgten dabei überwiegend mit Werten, ermittelt zwischen etwa 2004 und 2009. Ältere Messergebnisse wurden nur in Ausnahmefällen (hier: Sperrholz) herangezogen, um möglichst die aktuelle Zusammensetzung der Holzwerkstoffe zu erfassen. Messwerte aus jüngerer Zeit (2008/2009) konnten zum Teil jedoch nicht genutzt werden, da wegen der Umstellung in der Industrie auf das CARB-System Prüfraumuntersuchungen vornehmlich nach der nordamerikanischen ASTM-Methode durchgeführt wurden. Auf Aberrationen, die in diesem Zusammenhang bei den Korrelationen im unteren Wertebereich beobachtet worden waren (Marutzky, Meyer 2009), wird in Abschnitt 7.1.2 eingegangen. Im Vorlauf zum Projekt durchgeführte Untersuchungen hatten zudem gezeigt, dass die Unterschiede im Emissionsverhalten zwischen üblichen Faserplatten (MDF) und höher verdichteten Faserplatten (HDF) nur gering sind. Da auch nur wenige Messwerte für HDF vorhanden waren, wurde auf die Ermittlung einer eigenen Korrelation für diesen Faserplattentyp verzichtet.

Die Messungen erfolgten an Materialproben zumeist industrieller Herkunft in einer 1 m³-Kammer nach DIN EN 717-1. Weiterhin wurden die Materialien nach den abgeleiteten Methoden DIN EN 120 (Perforatormethode) und DIN EN 717-2 (Gasanalysemethode) untersucht. Die Messungen nach den abgeleiteten Prüfungen erfolgten am unkonditionierten Ausgangsmaterial und sind Mittelwerte von Doppel- oder Dreifachbestimmungen. Die Furniersperrhölzer und Tischlerplatten wurden sowohl unkonditioniert als auch nach vierwöchiger Konditionierung bei 20 °C und 65 % relativer Feuchte geprüft.

Aus den Messwertereihen wurden erheblich abweichende Einzelwerte („Ausreißer“) oder Werte mit Ausgleichskonzentrationen in der Prüfkammer von > 0,2 ppm ausgesondert. Die Werte mit höheren Emissionen wurden dabei u. a. deswegen entfernt, weil auf Grund neuerer Erkenntnisse die Korrelation insbesondere zwischen dem Perforatorwert und dem Prüfraumwert über einen größeren Konzentrationsbereich nicht mehr als linear zu betrachten ist. Alle in die Berechnungen eingesetzten Perforatorwerte sind auf den Referenzfeuchtegehalt von 6,5 % bezogen. Für die Gasanalysewerte erfolgte keine Korrektur.

Die meisten Messwerte liegen für den Holzwerkstoff Spanplatte vor. Für die Auswertung wurden 54 Messwerte aus den Jahren zwischen 2004 und 2009 herangezogen. Aus diesem

Datenpool wurden vier Werte, die im Prüfraum Ausgleichskonzentrationen über 0,2 ppm auswiesen sowie zwei Ausreißer entfernt. Angaben zu den 48 Werten finden sich im Anhang, Tabelle A3 -1. In Abbildung 3a sind die Korrelationen für die Perforatorwerte, in Abbildung 3 b die für die die Gasanalysewerte dargestellt.

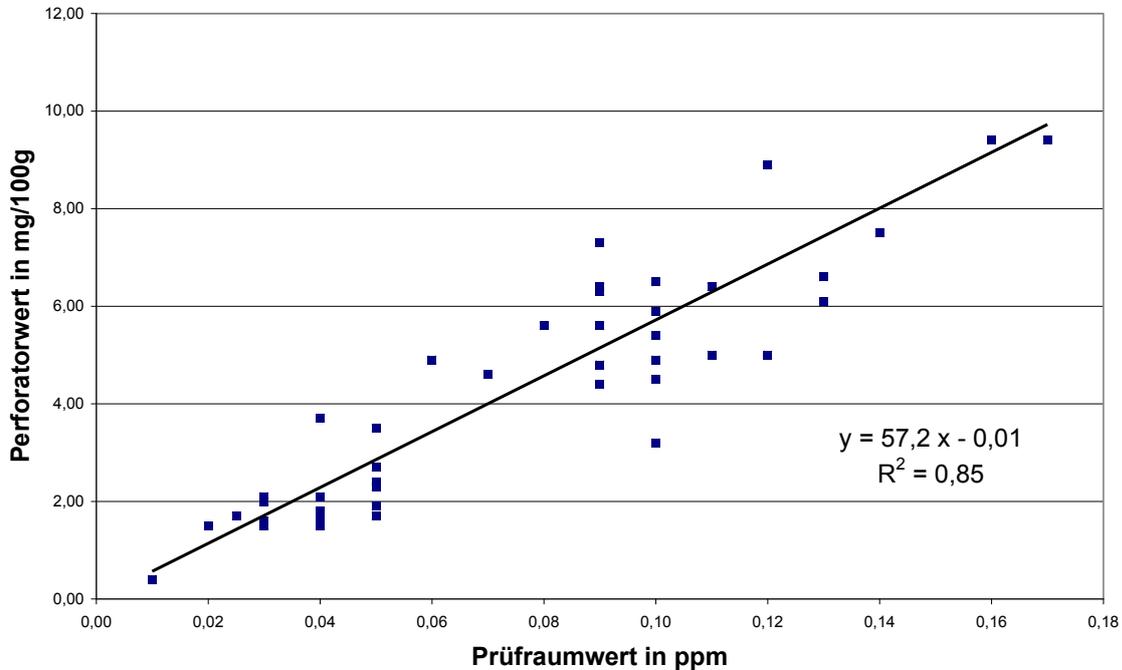


Abbildung 3a: Korrelation zwischen Prüfraumwert und Perforatorwert für 48 Spanplattenproben, geprüft zwischen 2004 und 2009

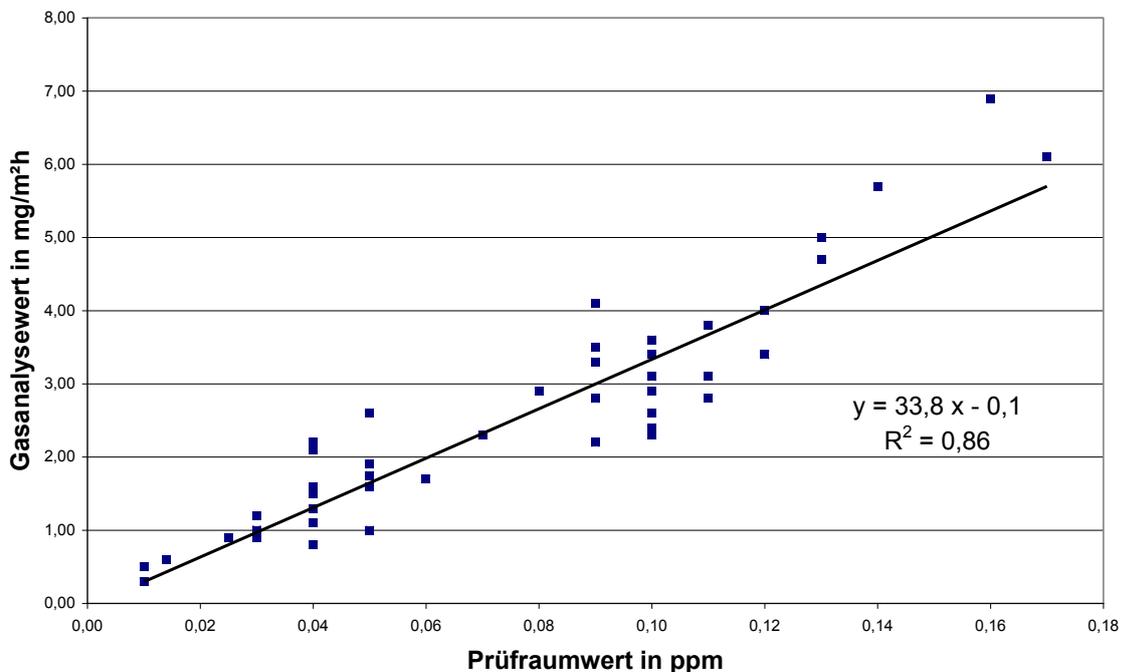


Abbildung 3b: Korrelation zwischen Prüfraumwert und Gasanalysewert für 48 Spanplattenproben, geprüft zwischen 2004 und 2009

Korrelationen mit einem Bestimmtheitsmaß von 0,85 und 0,86 sind als ausreichend gesichert anzusehen. Der Schnittpunkt der Korrelationsgeraden liegt bei der Gasanalysemethode erwartungsgemäß nahe dem Schnittpunkt von x- und y-Achse (Nullpunkt). Bei der Perforatormethode befindet sich der Schnittpunkt rechnerisch ebenfalls sehr nahe dem Schnittpunkt der x-y-Achsen. Da die Perforatormethode einen signifikanten Blindwert aufweist, wäre hier ein Schnittpunkt auf der y-Achse zwischen 0,2 und 0,4 mg/100g erwartet worden.

Für die Bestimmung der Korrelation bei Faserplatten (MDF) lagen Werte von 35 Proben aus den Jahren von 2004 bis 2009 vor. Ein Wert fiel völlig aus dem Werteschema und wurde als Ausreißer entfernt. Weitere drei Werte lagen bei Ausgleichskonzentrationen von mehr als 0,2 ppm und wurden ebenfalls ausgesondert. Die aus den verbleibenden 31 Werten (siehe Anhang Tabelle A3-2) errechneten Korrelationsgeraden sind in den Abbildungen 4a und 4b dargestellt.

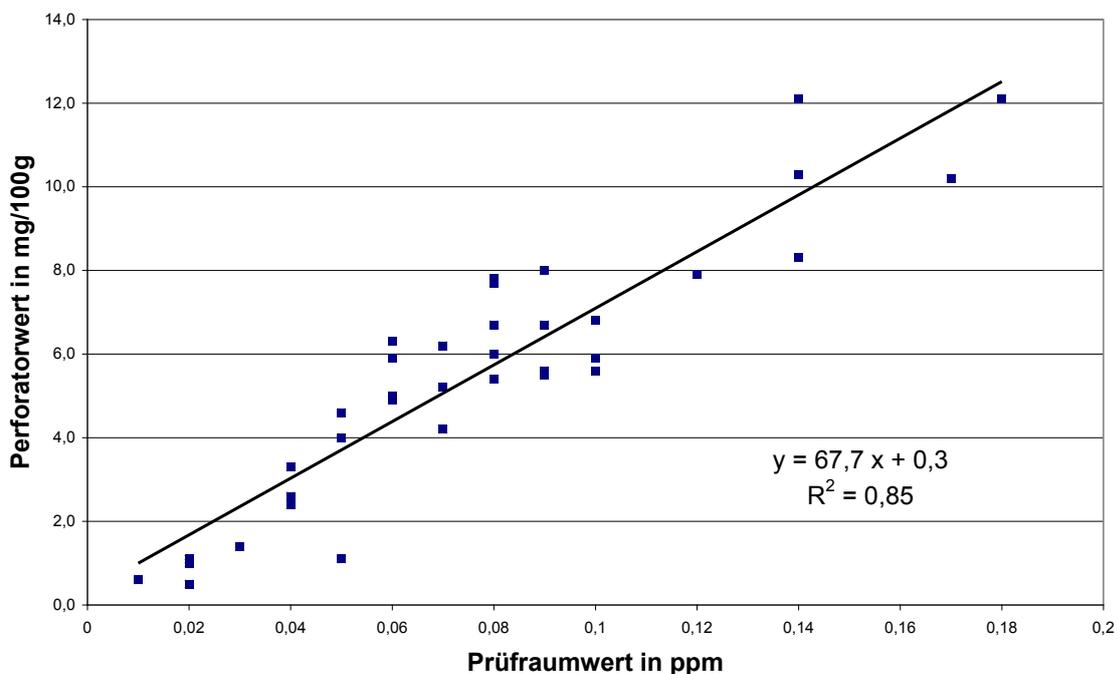


Abbildung 4a: Korrelation zwischen Prüfraumwert und Perforatorwert für 31 MDF, geprüft zwischen 2004 und 2009

Der Korrelationskoeffizient für die Perforatormethode liegt bei MDF mit 0,85 auf gleichem Niveau wie bei den Spanplatten. Der Schnittpunkt mit der y-Achse bei 0,3 mg/100g ist plausibel. Der Korrelationskoeffizient für die Gasanalysemethode ist mit 0,88 noch etwas besser als bei den Berechnungen mit den Spanplattenwerten. Der Schnittpunkt mit der y-Achse liegt bei praktisch Null und ist ebenfalls plausibel.

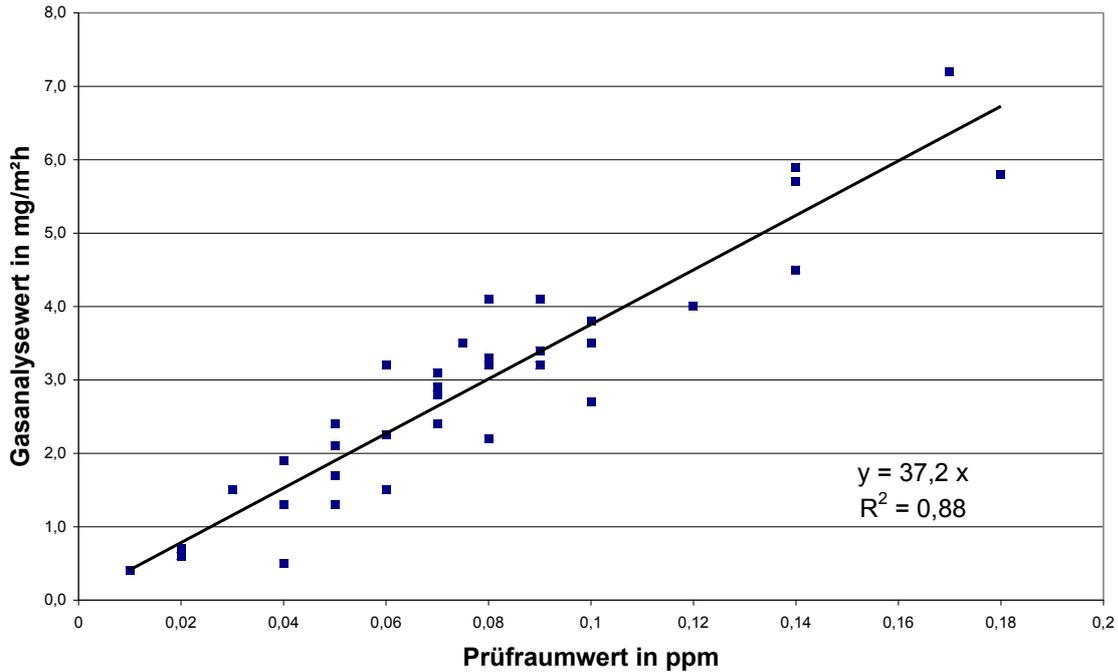


Abbildung 4b: Korrelation zwischen Prüfraumwert und Gasanalysewert für 31 MDF, geprüft zwischen 2004 und 2009

Für die Berechnung der Korrelationen bei OSB lagen 39 Wertepaare vor. Es brauchte kein Wert entfernt zu werden. Die Messwerte finden sich in der Tabelle A3-3 des Anhangs, die Korrelationen sind in den Abbildungen 5a und 5b dargestellt. Die Korrelationskoeffizienten sind mit 0,80 (Perforatormethode) und 0,88 (Gasanalysemethode) ausreichend hoch, die Schnittpunkte der Korrelationsgerade schneiden die y-Achse im erwarteten Bereich.

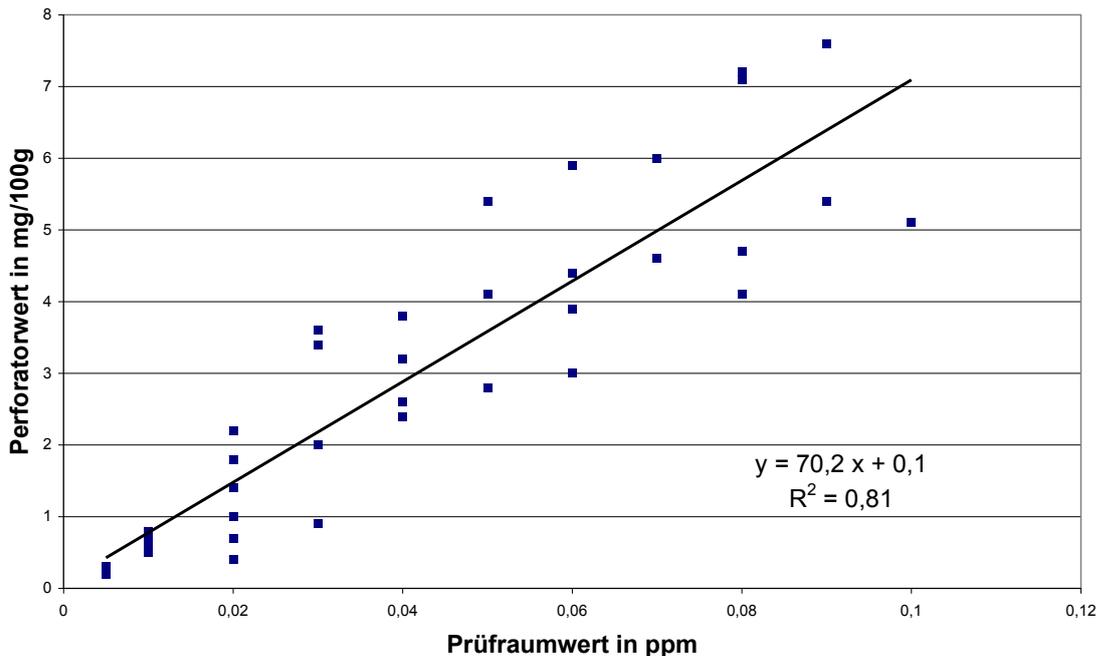


Abbildung 5a: Korrelation zwischen Prüfraumwert und Perforatorwert für 39 OSB, geprüft zwischen 2005 und 2008

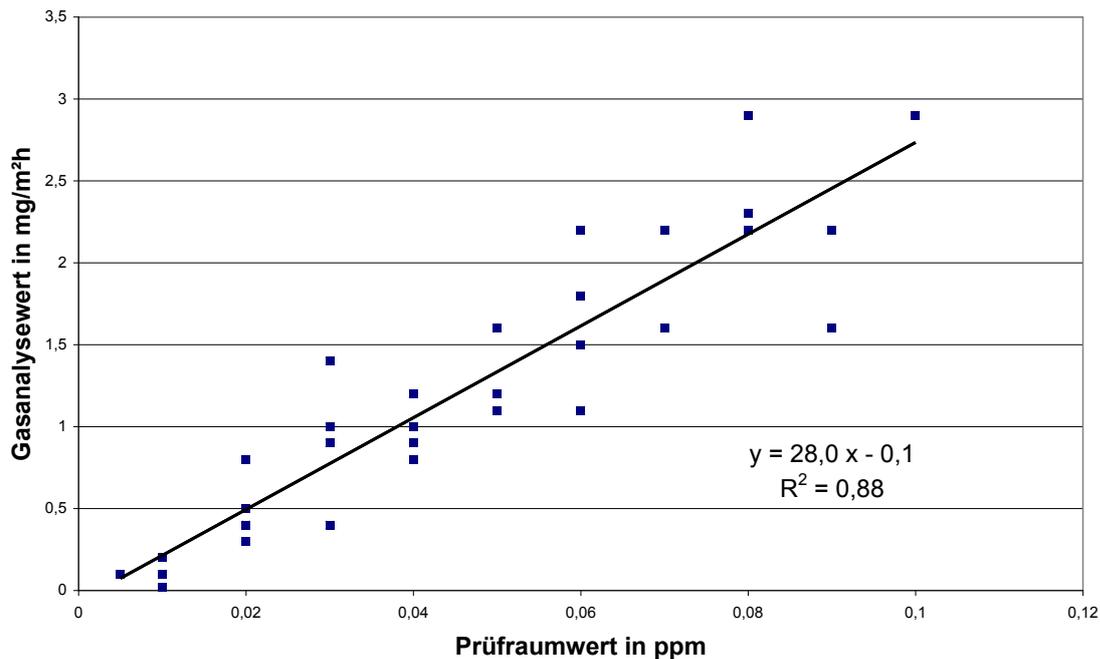


Abbildung 5b: Korrelation zwischen Prüfraumwert und Gasanalysewert für 39 OSB, geprüft zwischen 2005 und 2008

Bei den Furniersperrhölzern und Tischlerplatten lagen 42 Messwerte vor. Es handelt sich hierbei um Messwerte ermittelt nach der Prüfraum- und der Gasanalysemethode. Eine Korrelation mit der Perforatormethode wurde nicht ermittelt, da das Verfahren für die Prüfung von Sperrhölzern nicht geeignet ist. Die meisten Werte stammen aus neueren Messungen. Einige Werte waren in einem früheren Vorhaben in den 90er Jahren des vergangenen Jahrhunderts bestimmt worden (Fraunhofer-Arbeitsgruppe 1989). Da die Werte von Furniersperrhölzern und Tischlerplatten nur bedingt gemeinsam auswerten lassen, wurden die 8 Einzelwerte für Tischlerplatten getrennt ausgewertet.

Von den verbleibenden 34 Werten für Furniersperrhölzer wurden drei wegen zu hoher Prüfraumwerte ausgesondert. Ein Wert fiel als Ausreißer aus dem Auswertungsmuster heraus. Die Wertereihen sind im Anhang in der Tabelle A3-4 zusammengestellt. Die berechneten Korrelationsgeraden finden sich in den Abbildungen 6a und 6b sowie 7a und 7b.

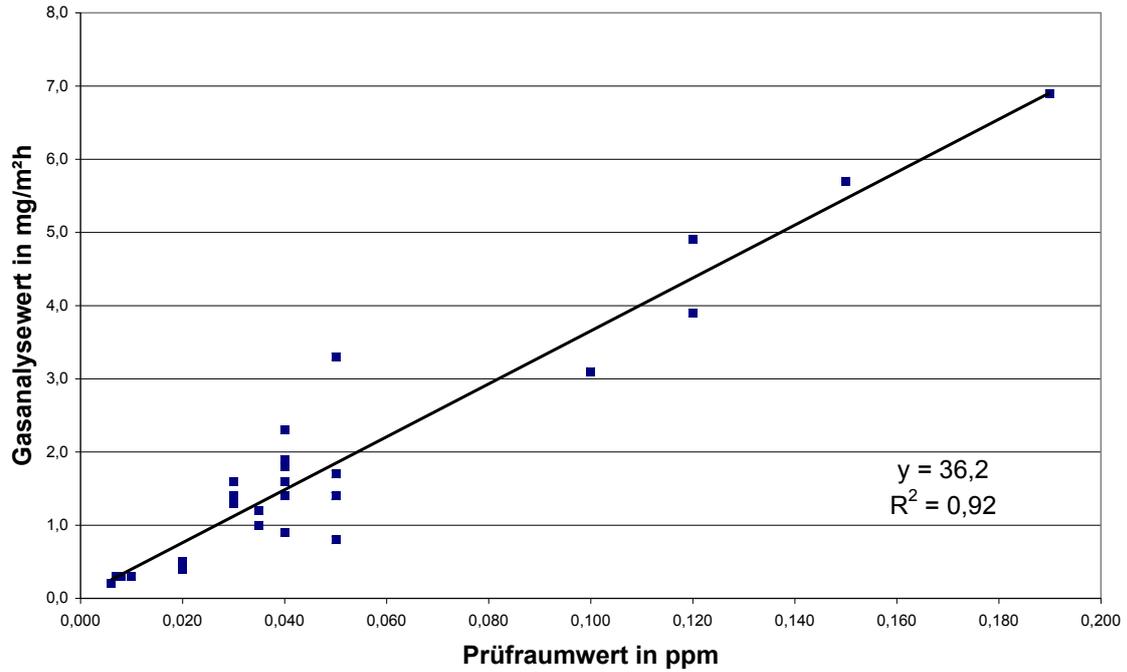


Abbildung 6a: Korrelation zwischen Prüfraumwert und Gasanalysewert für 30 Furniersperrhölzer (Sofortprüfung)

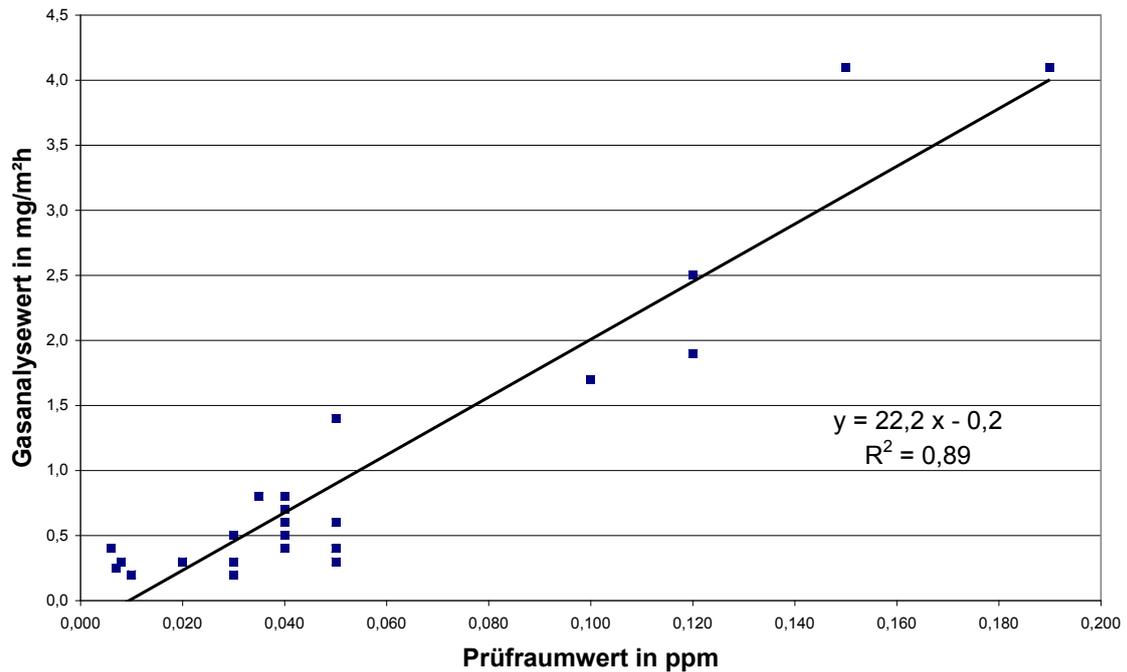


Abbildung 6b: Korrelation zwischen Prüfraumwert und Gasanalysewert für 30 Furniersperrhölzer (nach 4wöchiger Konditionierung)

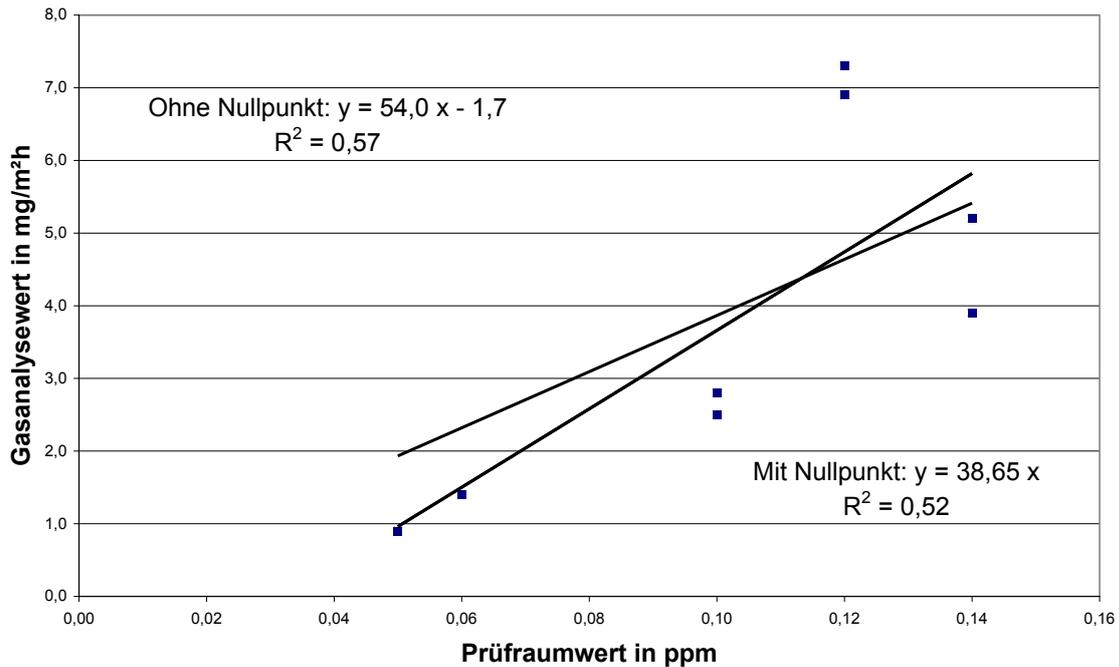


Abbildung 7a: Korrelation zwischen Prüfraumwert und Gasanalysewert für 8 Tischlerplatten (Sofortprüfung)

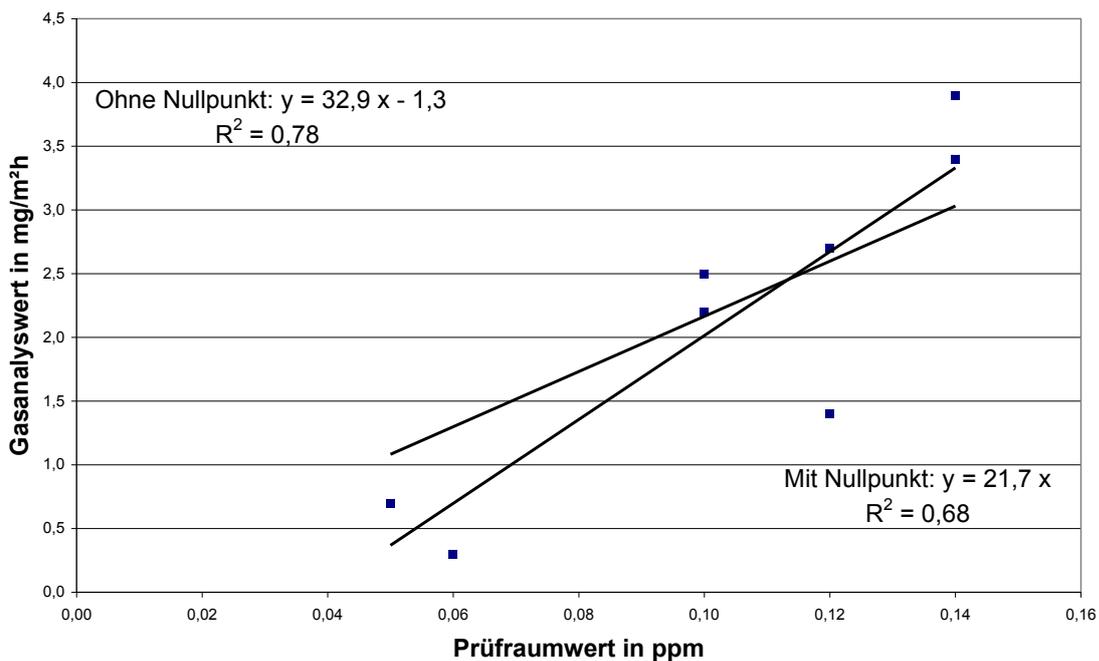


Abbildung 7b: Korrelation zwischen Prüfraumwert und Gasanalysewert für 8 Tischlerplatten (nach 4wöchiger Konditionierung)

Die Korrelationen für das Furniersperrholz sind ausreichend gut. Weniger gut sind die Korrelationen für die Tischlerplatte, da nur wenige, stark streuende Werte vorlagen. Da bei der Gasanalysemethode zu erwarten ist, dass die Korrelationsgrade die Y-Achse nahe dem Nullpunkt schneidet, wurde auch eine Korrelationsgerade für den Schnittpunkt $x/y = 0$ ge-

rechnet. Diese Korrelationsgerade wurde zur Abschätzung der korrelativen Emissionswerte von Tischlerplatten herangezogen.

Aus den in Abbildung 3a bis 7 b dargestellten Korrelationen wurden die Grenzwerte für die Emissionsklasse E 1 berechnet. Hierbei wurde als Rechenwert für den Prüfraum die sich aus den Rundungsregeln ergebende Prüfraumkonzentration von 0,104 ppm eingesetzt. Die auf eine Stelle hinter dem Komma gerundeten Werte sind in Tabelle 3 zusammengestellt.

Tabelle 3: Grenzwerte für Holzwerkstoffe, berechnet aus den Korrelationsgeraden der Abbildungen 3a/b bis 7a/b

Holzwerkstoff	Perforatorwert	Gasanalysewert
	mg/100g	mg/m ² h
Spanplatte	5,9	3,4
Faserplatte (MDF)	7,3	3,9
OSB	7,4	2,8
Furniersperrholz - Sofortprüfung	-	3,8
- nach 4 Wochen	-	2,1
Tischlerplatte - Sofortprüfung	-	(4,0)
- nach 4 Wochen	-	(2,3)

Vergleicht man diese Werte mit den Werten, die 1994 bei der Festlegung der DIBt-Richtlinie (Tabelle 2) herangezogen wurden, so ergeben sich folgende neue Erkenntnisse:

- Bei unbeschichteten Spanplatten liegt der Perforatorwert etwa 0,5 mg/100g niedriger, bei unbeschichteten Faserplatten etwa 0,5 mg/100g höher.
- Bei unbeschichtetem Furniersperrholz liegt der Gasanalysewert bei Sofortprüfung etwa 1 mg/m²h niedriger bei Prüfung nach 4 Wochen sogar etwa 1,5 mg/m²h.
- Die Gasanalysewerte für unbeschichtete Span- und Faserplatten sind mit 3,5 bzw. 4,0 mh/m²h neu, liegen jedoch in einem ähnlichen Bereich wie sie 1994 für beschichtete Span- und Faserplatten festgelegt wurden.
- Die Werte für OSB sind neu. Der Perforatorwert für OSB ist ähnlich dem der MDF, während der Gasanalysewert mit rund 1 mg/m²h erkennbar niedriger liegt als beim Faserwerkstoff.
- Bei Furniersperrholz und Tischlerplatte sind Abweichungen erkennbar. Ob hieraus gesichert eine differenzierte Bewertung der beiden Holzwerkstofftypen abzuleiten ist, ist fraglich, insbesondere in Anbetracht der wenigen Werte beim Holzwerkstoff Tischlerplatte.

Auf Grund dieser Erkenntnisse wird empfohlen, die Werte der DIBt-Richtlinie wie in Tabelle 4 dargestellt zu ändern.

Tabelle 4: Vorschlag von Emissionsklassen in einer überarbeiteten DIBt-Richtlinie 100

Zeile	Spalte	1	2	3a	3b	4a	4b
		Emissions-klasse	Emissionswerte in ppm HCHO (=Ausgleichskonzentration) ¹⁾	Perforatorwerte ²⁾ (PF) in mg HCHO/100g absolut trocknen (atro) Platte		Gasanalysewerte ³⁾ in mg HCHO/hm ²	
				Mittelwert ⁴⁾	Einzelwert ⁴⁾	Mittelwert ⁴⁾	Einzelwert ⁴⁾
1	unbeschichtete Spanplatten	E1	≤ 0,1	≤ 6,0	≤ 7,5	≤ 3,5	≤ 4,0
2	unbeschichtete Langspanplatte (OSB)	E1	≤ 0,1	≤ 7,5	≤ 8,5	≤ 3,0	≤ 3,5
2	unbeschichtete Faserplatten	E 1	≤ 0,1	≤ 7,5	≤ 8,5	≤ 4,0	≤ 4,5
3	unbeschichtetes Sperrholz (Tischlerplatten und Furniersperrholz)	E 1	≤ 0,1	-	-	Bei Sofortprüfung ⁵⁾	Bei Sofortprüfung ⁵⁾
						≤ 4,0	≤ 5,0
						Bei Prüfung nach 4 Wochen ⁶⁾	Bei Prüfung nach 4 Wochen ⁶⁾
						≤ 2,0	≤ 3,0
4	beschichtete Span- und Faserplatten	E 1	≤ 0,1	-	≤ 10 ⁷⁾	-	≤ 3,5
	beschichtetes Sperrholz				Wie in Spalte 4b ⁸⁾		
5	zur Beschichtung vorgesehene Span- und Faserplatten ⁹⁾	E 1 b	(≤ 0,1) ¹⁰⁾		≤ 10	-	-

Die in roter Farbe eingefügten Angaben und Werte sind dabei neu oder geändert. Die mit Blau gekennzeichnete Zeile 5 („zur Beschichtung vorgesehene Span- und Faserplatten“) sollte ganz entfallen. Die Fußnoten wären dabei wie folgt anzupassen:

- 1) Zu bestimmen nach „[Prüfverfahren für Holzwerkstoffe](#) bzw. [später nach EN-Norm pr EN 717-1](#)
- 2) Zu bestimmen nach DIN EN 120. Die Tabellenwerte gelten für eine Materialfeuchte von 6,5 %.
- 3) Zu bestimmen nach DIN [52 368](#) bzw. [später nach CEN –Norm pr EN 717-2](#)
- 4) Der Mittelwert wird als gleitender Mittelwert, der Einzelwert als 95 % Perzentil definiert.
- 5) Sofortprüfung: max. 3 Tage nach Herstellung
- 6) Lagerung bei 20 °C und 65 % r.F.
- 7) **Perforatorwert der Platte vor Beschichtung max. 8 mg/100g; nach Abschleif der Beschichtung max. 10 mg/100g**
- 8) Gasanalysewerte der Trägerplatte wie Einzelwerte nach Zeile 3, Spalte 4b
- 9) **Rohplatten mit Perforatorwerten > 8 und ≤ 10 mg HCHO/100g atro Platte dürfen gemäß 1) nur mit nachfolgender Kennzeichnung in den Verkehr gebracht werden: „Nur in beschichtetem Zustand verwenden. Die Eignung der Beschichtung ist nachzuweisen.“**
- 10) **nach Beschichtung**

Anmerkung: Die rote Farbe kennzeichnet Änderungsvorschläge, die blaue Farbe Streichvorschläge.

7.1.2 Eignung der Perforator- und Gasanalysemethode

Zunächst ist festzustellen, dass die Perforator- und Gasanalysemethode in einer Zeit entstanden sind, als das Emissionspotential der Holzwerkstoffe noch deutlich höher lag als heute (siehe auch Abbildung 2). Es gab seitdem vielfach Kritik wegen der unzulänglichen Eignung der Prüfverfahren, insbesondere bei der Perforatormethode (Manson, Roffael 1995, Wolf, Roffael 2003 u.a.m.). Auch gab es Vorschläge zur Modifizierung dieser Methode, die sich jedoch in der Praxis nicht durchsetzen konnten (Hoferichter et al. 1999). Die Perforator-Methode wurde seit 1980 zwar zum Teil verbessert (Feuchtekorrektur, photometrische statt iodometrische Bestimmung des Formaldehyds) und ist für Prüfungen von Span- und Faserplatten im Wertebereich um 0,1 ppm geeignet. Bei niedrigeren Werten können aber einerseits zum Teil materialbedingte Einflüsse stören. Andererseits müssen bei der Methode die Empfindlichkeit, Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Analyse- und Auswerteverfahren verbessert werden.

Gleiches gilt für die Gasanalysemethode. Da es sich allerdings um eine Emissionsmethode handelt, sind die Korrelationen zum Prüfraumverfahren weniger störanfällig als bei der Perforator-Methode, die den Gehalt der Holzwerkstoffe an Formaldehyd erfasst. Dennoch ist auch diese Methode im Bereich niedriger Emissionswerte verbesserungsbedürftig.

Die in der Normung zuständige Working Group 5 „Regulated Dangerous Substances“ des CEN/TC 112 „Wood-based Panels“ hat diese Aufgabe inzwischen in ihre Arbeitsprogramm aufgenommen. Erste Vorschläge wurden eingebracht und wurden auf der Sitzung der CEN/TC 112 WG 5 im Mai 2010 diskutiert. Überarbeitete Normenentwürfe für die Perforator- und Gasanalysemethode sollen bis Ende des Jahres vorliegen.

Die in letzten Abschnitt dargestellten Korrelationswerte gelten für Standardplatten im Bereich des Emissionswertes von 0,1 ppm. Bei Platten mit niedrigeren Emissionswerten können bei der Perforator-Methode systematische Abweichungen auftreten (Marutzky, Meyer 2009). Diese wird ersichtlich aus Ergebnissen von Untersuchungen, die im Zusammenhang mit der Einführung der CARB-Richtlinie durch die Handelskette IKEA in einem speziellen Projekt durchgeführt worden waren (JENAF 2009). Dabei waren die Korrelationen zwischen der nordamerikanischen Prüfraummethode nach ASTM-Norm und der Perforatormethode für Spanplatten und MDF ermittelt worden. Diese Korrelationen sind in schwarzer Farbe in den Abbildungen 8 und 9 dargestellt. Zu beachten ist, dass nach ASTM anders als nach EN Spanplatten mit einer anderen Raumbeladung zu prüfen sind als MDF. Die Korrelationen unterscheiden sich daher deutlicher als bei den im letzten Kapitel dargestellten Auswertungen.

Bei Einführung der CARB-Regelung fielen aber bei Messwerten - ermittelt im Rahmen des Zertifizierungsverfahrens von Span- und Faserplatten industrieller Herkunft - Aberrationen von der zuvor ermittelten Korrelation auf, die auf systematische Einflüsse hindeuteten. Diese neuen Werte sind in pinkroter Farbe in die bestehende Korrelation eingetragen.

Bei den Spanplatten nahm die Streuung der Messwerte generell zu. Zwar ist davon auszugehen, dass bei niedrigen Emissionswerten der Einfluss von Störfaktoren und damit die Streuung größer werden, doch war das festgestellte Ausmaß der Abweichungen hierdurch nicht allein zu erklären. Bei den MDF-Werten lagen zwei von neun Messwerten im Bereich der bisherigen Korrelation. Sieben Werte lagen hingegen in einem begrenzten Bereich oberhalb der allgemeinen Korrelation und deuten auf eine eigene Korrelation hin.

Mit diesem Befund war deutlich, dass ein Teil der neuen Werte zwar in das konventionelle Korrelationsschema passte, weitere Teile jedoch „neue Korrelationen“ unter- oder oberhalb der allgemeinen Korrelationsgraden bildeten (Abbildung 10).

E 1333 + D 66607 (large + small chamber) vs. EN 120 (perforator)
all values plus CARB certification values

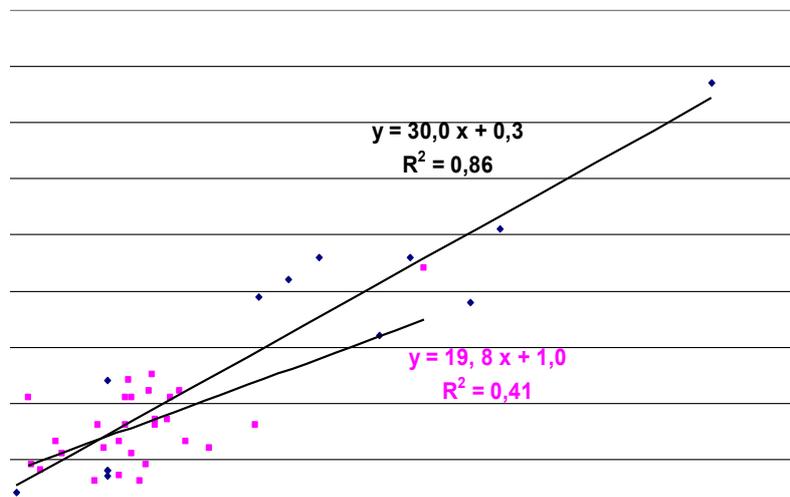


Abbildung 8: Bestehende Korrelation zwischen ASTM-Prüfraummethode und Perforatormethode für Spanplatten mit zusätzlichen Messwerten aus der Einführungsphase des CARB-Systems

ASTM E 1333 + D 6007 (large + small chamber) vs. EN 120 (perforator)
 - all values plus CARB certification values

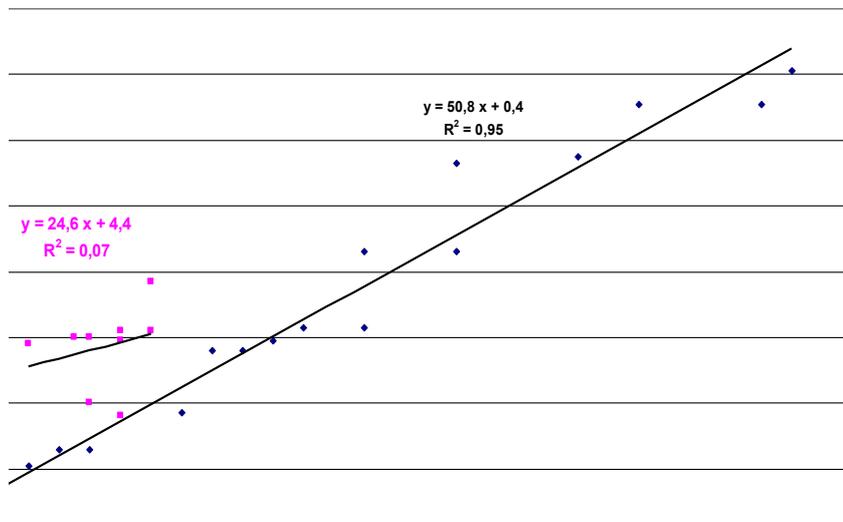


Abbildung 9: Bestehende Korrelation zwischen ASTM-Prüfraummethode und Perforatormethode für MDF mit zusätzlichen Messwerten aus der Einführungsphase des CARB-Systems

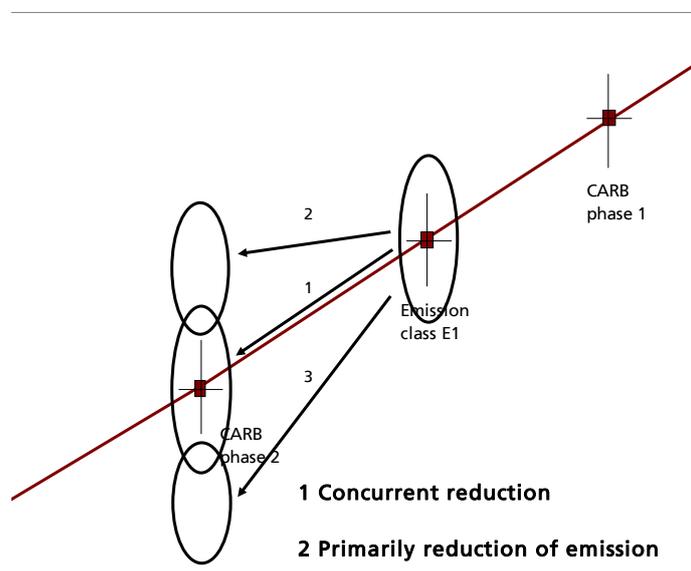


Abbildung 10: Mögliche Wege der Reduzierung der Emissionswerte bei Holzwerkstoffen vom Niveau der Emissionsklasse E1 auf das Niveau der Phase 2 des CARB-Systems

Gespräche mit den Herstellern der Spanplatten ergaben, dass zum Erreichen der niedrigeren Emissionswerte nach CARB verschiedene Minderungsverfahren eingesetzt wurden. Diese reichten von prozesstechnischen Maßnahmen und Änderungen des Bindemittels bis zur Zugabe von Formaldehydfängern und zum Einsatz von Nachbehandlungsverfahren. Bei der Herstellung von formaldehydreduzierten MDF erfolgte hingegen im Wesentlichen die Zugabe eines definierten Formaldehydfängers.

Damit war die Ursache der Aberrationen offensichtlich. Ein Teil der Minderungsmaßnahmen beeinflusst in gleichem Ausmaß den Emissionswert in der Prüfkammer und den Formaldehydgehalt ermittelt nach der Perforatormethode. Die Werte der Platten bleiben dabei im Bereich der bisherigen Korrelation (Weg 1 in Abbildung 10). Wird hingegen durch die Minderungsmaßnahme vornehmlich der Emissionswert betroffen, dann wandern die Messwerte in einen Bereich oberhalb der bisherigen Korrelation ab (Weg 2). Weg 3 ergibt sich, wenn die Minderungsmaßnahmen sich überwiegend auf den Formaldehydgehalt auswirken.

Diese Beobachtung wurde anhand von Korrelationen ermittelt nach der ASTM-Methode gemacht. Für eine Verifizierung mit der Prüfkammermethode nach DIN EN 717-1 liegen keine vergleichbaren Werte vor. Da beide Prüfkammermethoden aber auf gleichen Prüfprinzipien beruhen, ist eine Übertragung dieser Erkenntnisse auf die EN-Methode mit hoher Wahrscheinlichkeit möglich.

Bei der Korrelation zwischen Prüfkammer- und Gasanalysemethode wurden derartige Aberrationen nicht beobachtet. Dieser Befund ist plausibel, da beiden Prüfmethode auf dem Prinzip der Formaldehydabgabe beruhen.

In Anbetracht dieser Befunde wären bei einer Überarbeitung der DIBt-Richtlinie 100 in Ergänzung allgemeiner Korrelationswerte auch die Einführung individueller Korrelationswerte zu erwägen. Eine solche Ergänzung wäre insbesondere bei Schaffung einer Emissionsklasse unterhalb der Emissionsklasse E1 sinnvoll. Der Vorteil solcher individuellen Korrelationen wäre eine höhere Sicherheit in Hinblick auf die Einhaltung des Prüfraumwertes, der Nachteil eine größere Unübersichtlichkeit bei den Grenzwerten.

7.1.3 Andere abgeleitete Prüfverfahren

Ein weiteres genormtes abgeleitetes Prüfverfahren (Abbildung 11) für Holzwerkstoffe ist die Flaschenmethode. Sie wurde erstmalig von Roffael (1975) beschrieben und 1996 in modifizierter Form als „Flask method“ in der DIN EN 717-3 genormt. Sie findet in einigen Herstellwerken für Holzwerkstoffe Anwendung bei der Eigenüberwachung. Für Bestimmung allgemeiner Korrelationen gilt die Methode als weniger geeignet, da sie mit 1 bis 3 Probekörpern der Abmessung 25 mm x 25 mm x Dicke eine relative geringe Materialmenge in die Prüfung einbringt und da der Anteil der Schmalflächen (Kanten) überproportional hoch ist.

Eine sogenannte modifizierte Flaschenmethode mit größeren Probekörpern wurde im FCBA/Bordeaux entwickelt (Abbildung 11). Das FCBA gibt dabei folgende Spezifikationen an.

- Probengröße : 50 mm x 30 mm x mm Dicke
- Zwei Wiederholungen
- Einheit: mg/m²
- Abgedichtete Schmalflächen

Erste Erfahrungen zeigten bei Sperrholz eine gute Korrelation zwischen Prüfraum- und modifizierter Flaschenmethode (Abbildung 12). Derzeit fehlen aber Erfahrungen mit anderen Holzwerkstoffen. Auch sollte die Normung des Verfahrens abgewartet werden.

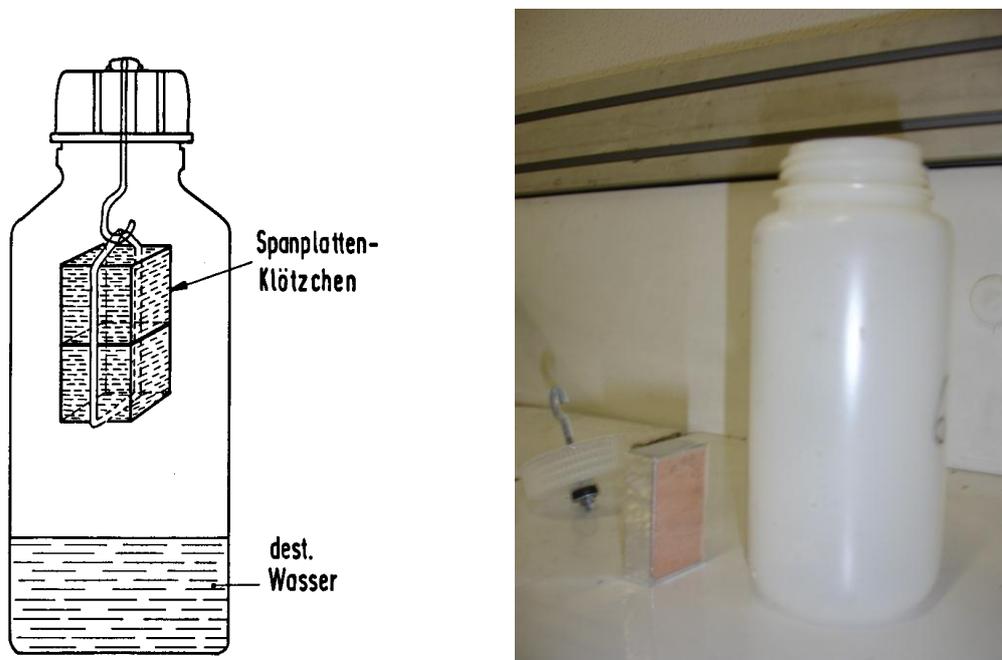


Abbildung 11: Konventionelle Prüfung von Holzwerkstoffen nach der Flaschen-Methode (links) und modifiziertes Verfahren nach FCBA mit nur einem größeren Probekörper (rechts)

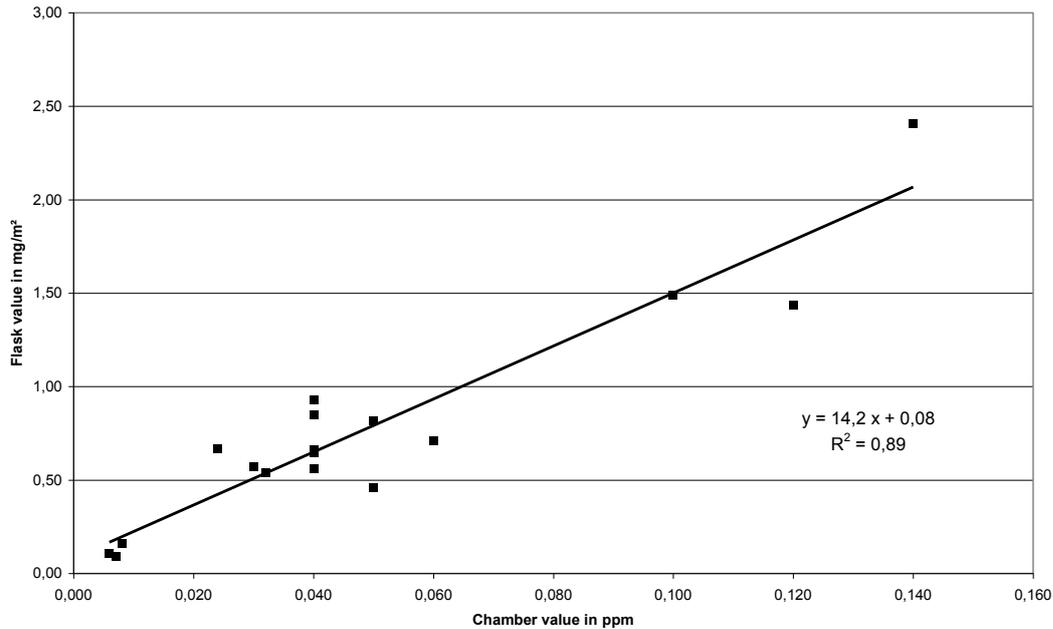


Abbildung 12: Korrelation zwischen Prüfraumwert nach EN 717-1 und Abgabewert ermittelt nach der modifizierten Flaschenmethode

Als alternatives Prüfverfahren für Holzwerkstoffe wurde in den letzten Jahren auch die Desikkatormethode diskutiert (Risholm-Sundmann 2008). Sie liegt in mehreren genormten Versionen (JAS, JIS, JANZ- und ASTM-Standards) im pazifischen und nordamerikanischen Raum vor. Inzwischen wurde die am meisten verbreitete Form JIS A 1460 in eine ISO-Norm überführt (ISO 12460-4). Abbildung 15 zeigt den Aufbau der Prüfmethode.

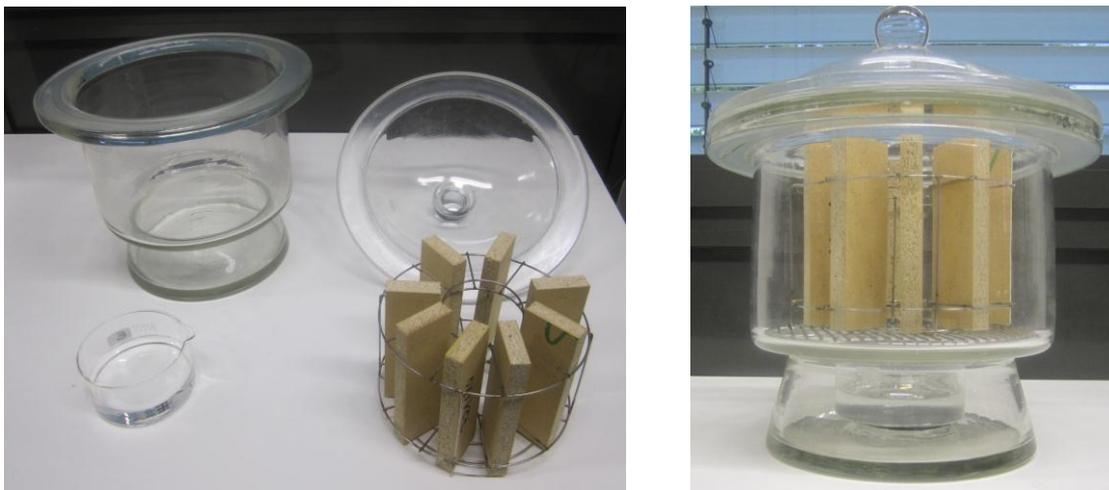


Abbildung 15: Aufbau der Apparatur zur Formaldehydabgabepfung von Holzwerkstoffen nach der Desikkatormethode

Korrelationen zwischen der Desiccator- und der Prüfraummethode wurden von Meyer (2004a bis c) veröffentlicht. Untersuchungen in verschiedenen Projekten zeigten aber, dass die Methode bezüglich Genauigkeit und Störanfälligkeit der Perforator- und mehr noch der

Gasanalysemethode unterlegen ist (EPF Final Report 2008, FEIC Final Report 2010). Hinzu kommt die mit der Anwendung verbundene Dauer der Vorkonditionierung der Proben von 7 Tagen, die sie für die Werkseigenüberwachung ungeeignet macht.

Zum derzeitigen Zeitpunkt kann daher eine Berücksichtigung der Desikkatormethode in der DIBt-Richtlinie bei der Festlegung von allgemeinen Emissionswerten nicht empfohlen werden. Es sollte aber die Möglichkeit eröffnet werden, die Methode bei der Erstellung von individuellen Korrelationen anzuwenden.

7.2 Umrechnungsverfahren zwischen DIN EN 717-1 und DIN EN ISO 16000-9

7.2.1 Allgemeine Korrelation

Die Prüfraummethode DIN EN 717-1 ist das europaweit geltende Referenzverfahren zur Ermittlung der Formaldehydabgabe von Holzwerkstoffen. Die harmonisierte Norm DIN EN 13986 „Holzwerkstoffe zur Verwendung im Bauwesen - Eigenschaften, Bewertung der Konformität und Kennzeichnung“ wendet das Prüfverfahren zur Festlegung der Emissionswerte für Holzwerkstoffe an. Auch andere harmonisierte Normen nehmen Bezug auf die DIN EN 717-1. Außer in Deutschland gibt es zusätzlich weitere gesetzliche Regelungen in Dänemark, Italien, Österreich und Schweden gesetzliche Regelungen, die auf Grenzwerten ermittelt im Prüfraum zurückgreifen. Während die EN-Norm noch Holzwerkstoffe der Emissionsklasse E 2 zulässt, dürfen in den genannten Ländern nur Holzwerkstoffe der Emissionsklasse E 1 in den Verkehr gebracht werden.

Im Bereich der Prüfung von VOC-Emissionen aus Bauprodukten wird hingegen die Prüfmethode nach DIN EN ISO 16000-9 eingesetzt. Sie findet Anwendung bei der Umsetzung des AgBB-Schemas in Deutschland und des AFSSET-Schemas in Frankreich. Zudem ist sie Grundlage der „Grundsätze zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten“ des DIBt. Auch der Entwurf der horizontalen Norm für Bauprodukte, der vom CEN/TC 351 derzeit erarbeitet wird, basiert in wesentlichen Teilen auf dieser ISO-Norm.

Beide Normen sind sich in den Grundsätzen der Prüfung ähnlich, weisen aber bei den Durchführungsparametern deutliche Unterschiede auf. Tabelle 4 stellt diese Unterschiede gegenüber.

Tabelle 4: Vergleich der Prüfparameter der beiden Prüfraum-basierten Normen DIN EN 717-1 und DIN EN ISO 16000-9

Parameter	Dimension	DIN EN 717-1	DIN EN ISO 16000-9
Temperatur	°C	23 ± 0,5	23 ± 2
Rel. Luftfeuchte	%	45 ± 3	50 ± 5
Beladungsfaktor	m ² /m ³	1,0 ± 0,02	variabel
Luftwechselrate	1/h	1,0 ± 0,05	variabel*

* zumeist bei 0,5 /h

Ein wesentlicher Teil des vorliegenden Vorhabens war daher die Bestimmung einer Korrelation zwischen den beiden Prüfverfahren. Diese Korrelationsmessungen erfolgten mit insgesamt neun verschiedenen Holzwerkstoffen (Tabelle 5).

Tabelle 5: Übersicht der bei den Korrelationsmessungen eingesetzten Holzwerkstoffe

Probe	Holzwerkstoff	Dicke in mm	Anmerkung
1	MDF	16	Industrieplatte aus Kanada
2	MDF	16	Industrieplatte aus Europa
3	Spanplatte	16	Industrieplatte aus Europa
4	Spanplatte	16	Industrieplatte aus Europa
5	OSB	13	Laborplatte aus dem WKI
6	OSB	13	Laborplatte aus dem WKI
7	Sperrholz	10	Industrieplatte aus Europa
8	Sperrholz	10	Industrieplatte aus Europa
9	Sperrholz	3	Laborplatte aus dem WKI

Die Mehrzahl der untersuchten Holzwerkstoffe war industrieller Herkunft. Da sich diese Proben aus der Industrie zumeist als relativ formaldehydarm erwiesen, wurden zusätzlich Laborplatten im Technikum des WKI aus Spänen, Strands und Furnieren unter Einsatz formaldehydreicherer UF-Leimharze gefertigt, um insbesondere im oberen Bereich der Formaldehydabgabe Messwerte zu erhalten.

Die Untersuchungen der Platten erfolgten in zwei baugleichen 1m³- Kammern entsprechend den Prüfparametern der beiden Normen. Die Probekörper hatten eine Größe von 0,5 m x 0,5 m x Dicke. Die Schmalflächen waren bei beiden Verfahren anteilig entsprechend den Vorgaben der DIN EN 717-1 mit selbstklebender Aluminiumfolie abgedichtet. Das Betreuergrremium hatte empfohlen, bei der Prüfung nach DIN EN ISO 16000-9 mit 1 m²/m³ die gleiche Beladung wie bei der DIN EN 717-1 einzusetzen¹. Die Luftwechselzahl wurde bei der Prüfung nach ISO auf 0,5 h festgelegt. Die Messungen der Formaldehydkonzentration erfolgten beim ISO-Verfahren nach 3, 7 und 28 Tagen. Bei der Prüfung der Platten nach EN 717-1 wurde täglich bis zum Erreichen der Ausgleichskonzentration gemessen (nach etwa 10 d). Verglichen wurden die Werte nach 3 und 7 Tagen sowie die Endwerte beider Verfahren.

Die Ergebnisse der Messungen sind in der Tabelle A 4 – 1 des Anhangs zusammengestellt. Die Abbildungen 14 bis 16 zeigen die Korrelationen zwischen den beiden Prüfverfahren. Die Korrelationen basieren auf den Messwerten, die mit der Acetylaceton-Methode bestimmt wurden.

¹ Dies entspricht den Vorgaben des Entwurfs der horizontalen Norm für die Prüfung von Baustoffen in Wänden

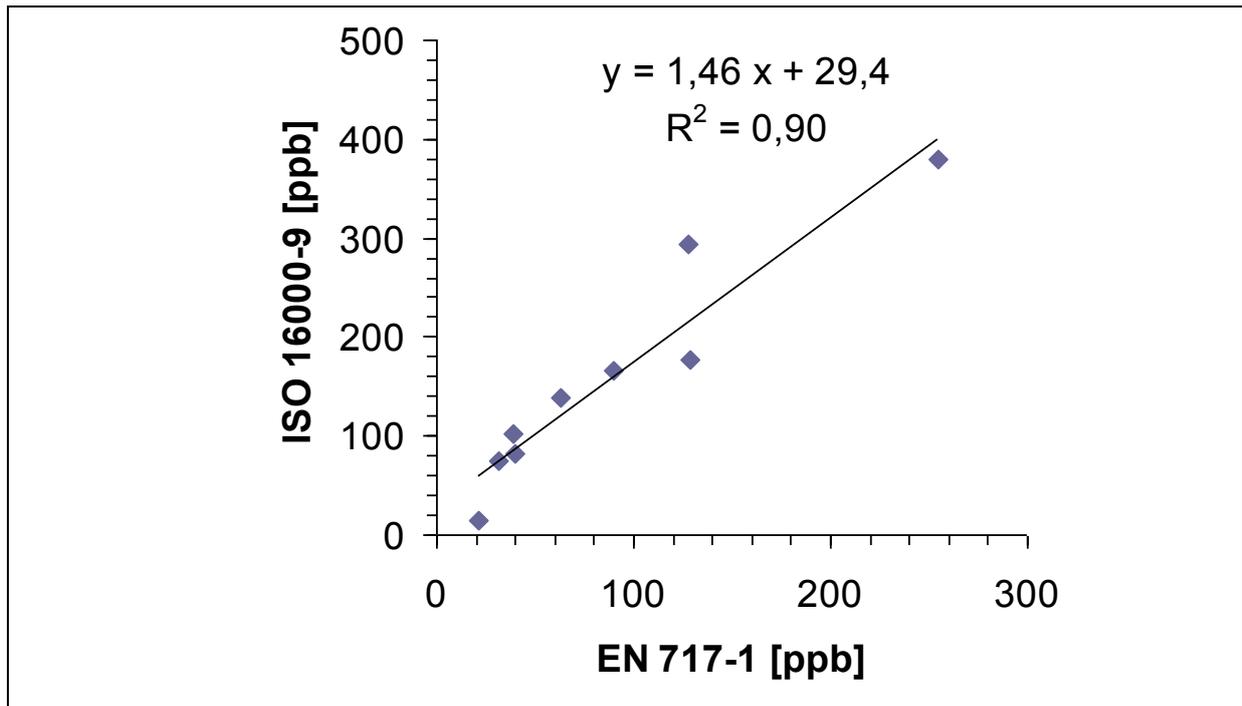


Abbildung 14: Korrelation zwischen der DIN EN 717-1 und der DIN EN ISO 16000-9 nach 3 Tagen Prüfdauer, ermittelt mit 9 Holzwerkstoffplatten

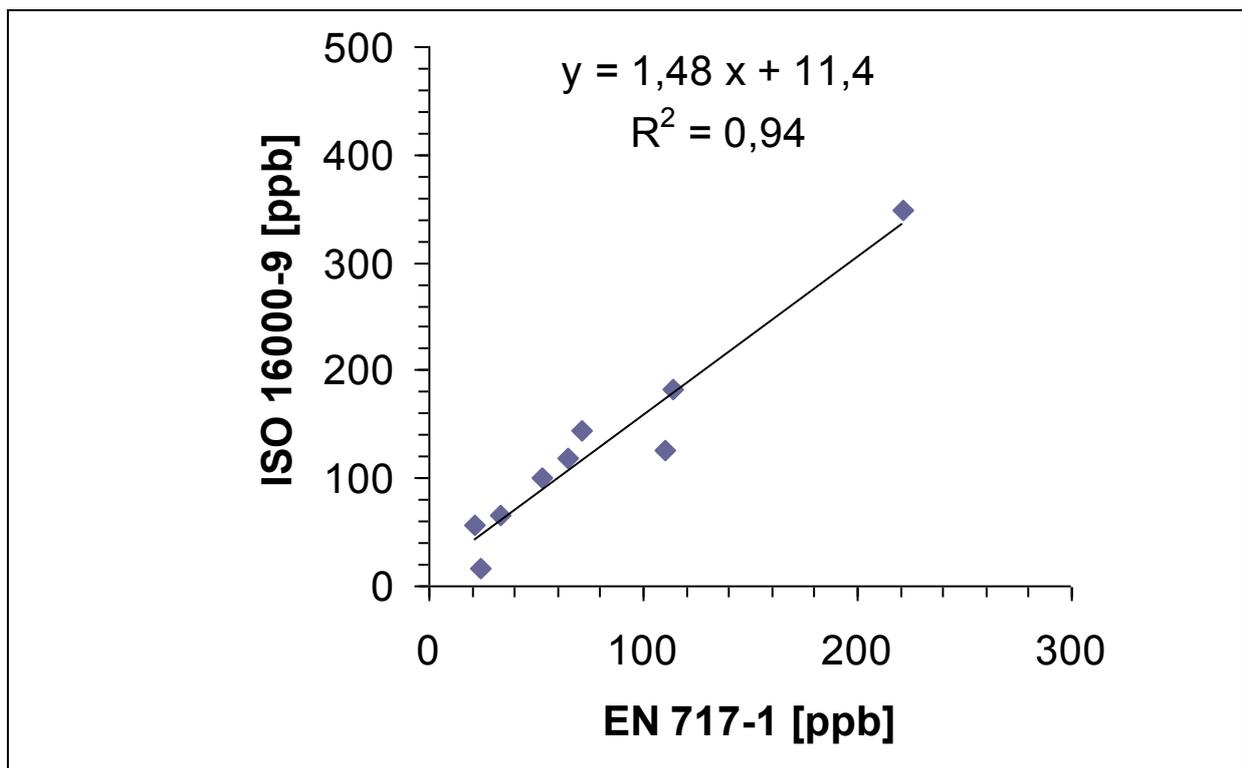


Abbildung 15: Korrelation zwischen der DIN EN 717-1 und der DIN EN ISO 16000-9 nach 7 Tagen Prüfdauer, ermittelt mit 9 Holzwerkstoffplatten

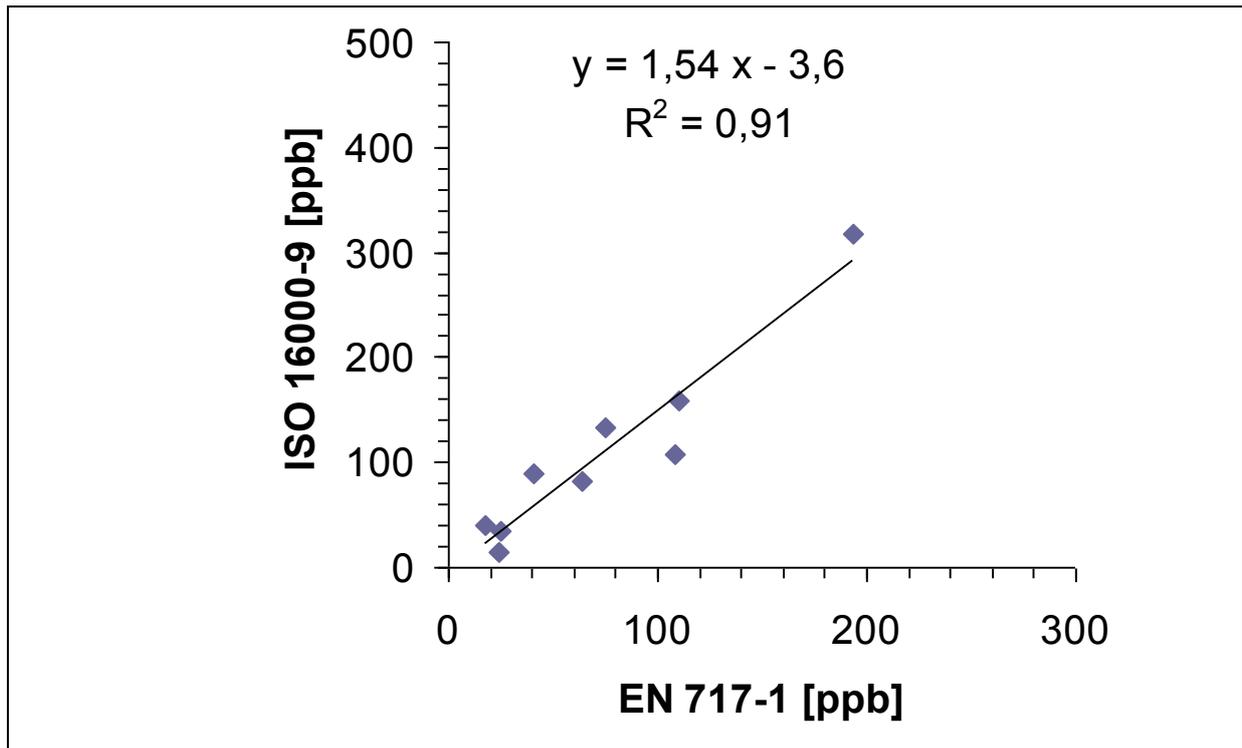


Abbildung 16: Korrelation zwischen der DIN EN 717-1 und der DIN EN ISO 16000-9 bei Erreichen der Ausgleichskonzentration bzw. nach 28 Tagen Prüfdauer, ermittelt mit 9 Holzwerkstoffplatten

Wie die Ergebnisse zeigen, ergeben sich für alle Varianten Korrelationen mit einem hohen Bestimmtheitsmaß. Der Umrechnungsfaktor liegt im Mittel bei 1,5. Zur Verifizierung dieses Wertes wurde unter Berücksichtigung der in Tabelle 4 zusammengestellten Prüfparameter die Korrelation zwischen beiden Prüfraummethoden anhand der Methode von Mehlhorn (1986) berechnet. Hierbei ergab sich in guter Übereinstimmung mit dem aus den Messwerten abgeleiteten Faktor von 1,5 ein rechnerischer Korrelationsfaktor von 1,42.

Auf Grund dieser Ergebnisse ist für Holzwerkstoffe eine gesicherte Umrechnung der nach beiden Normen bestimmten Formaldehydkonzentrationen möglich. Bei der Überprüfung der gesetzlichen Vorgaben mit Messwerten im Grenzwertbereich ist allerdings nach wie vor die Anwendung des Referenzverfahrens, d.h. der Prüfraummethode nach EN 717-1 erforderlich.

7.2.2 Korrelation der Analysemethoden für Formaldehyd

Die analytische Bestimmung des Formaldehyds erfolgte in beiden Prüfkammern nach der in der DIN EN 717-1 vorgegebenen Acetylaceton-Methode (analytisches Referenzverfahren). Zusätzliche Analysen erfolgten mit dem Autoanalyzer, der ebenfalls das Prinzip der Acetylaceton-Methode anwendet. Beide Methoden ergaben gut übereinstimmende Messwerte.

Bei den Messungen nach DIN EN ISO 16000-9 wurden zusätzlich Messungen nach der von dieser Norm vorgegebenen und in der DIN EN ISO 16000-3 beschriebenen DNPH-Methode durchgeführt. Dabei zeigte sich, dass die Konzentrationswerte ermittelt nach der DNPH-Methode erkennbar unter denen lagen, ermittelt nach der Acetylaceton-Methode. In Einzelfällen wurde Werte gefunden, die nur bei 70 % des Referenzwertes lagen.

Geringere Werte bei Einsatz der DNPH-Methode sind in der Literatur bereits erwähnt (Salthammer, Mentese 2008), traten aus nicht bekannten Gründen hier jedoch stärker auf. Es wurde daher eine Qualitätssicherungsmaßnahme durchgeführt, in welchem der zertifizierte Multi-Standard des Herstellers der DNPH-Kartuschen mit einem selbst angefertigten Standard verglichen wurde. Dabei zeigte sich, dass der vom Hersteller gelieferte Formaldehydstandard fehlerhaft war (Abbildung 17).

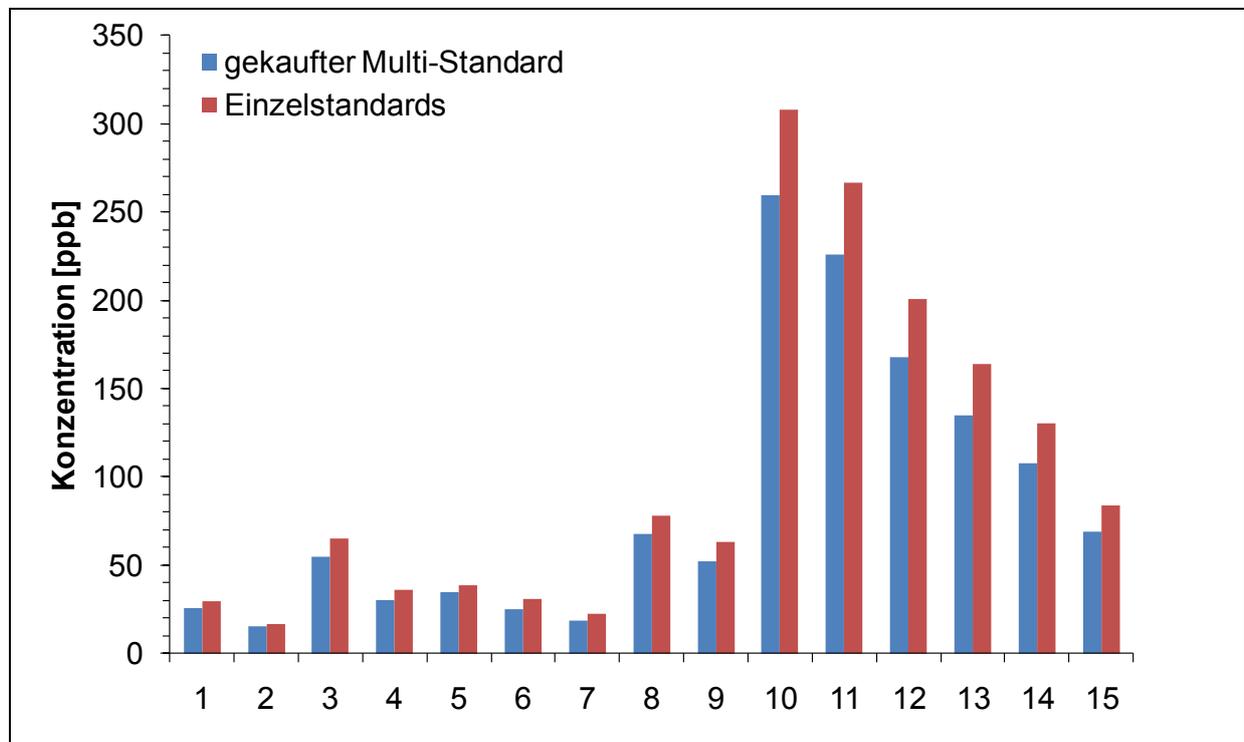


Abbildung 17: Ergebnisse von Vergleichsmessungen nach der DNPH-Methode mit einem gekauften, zertifizierten Multi-Standard und selbst hergestellten Einzelstandards.

Nach entsprechender Korrektur ergab sich auch zwischen der Formaldehydbestimmung nach Acetylaceton-Methode und DNPH-Methode die erwartete gute Korrelation (Abbildung 18).

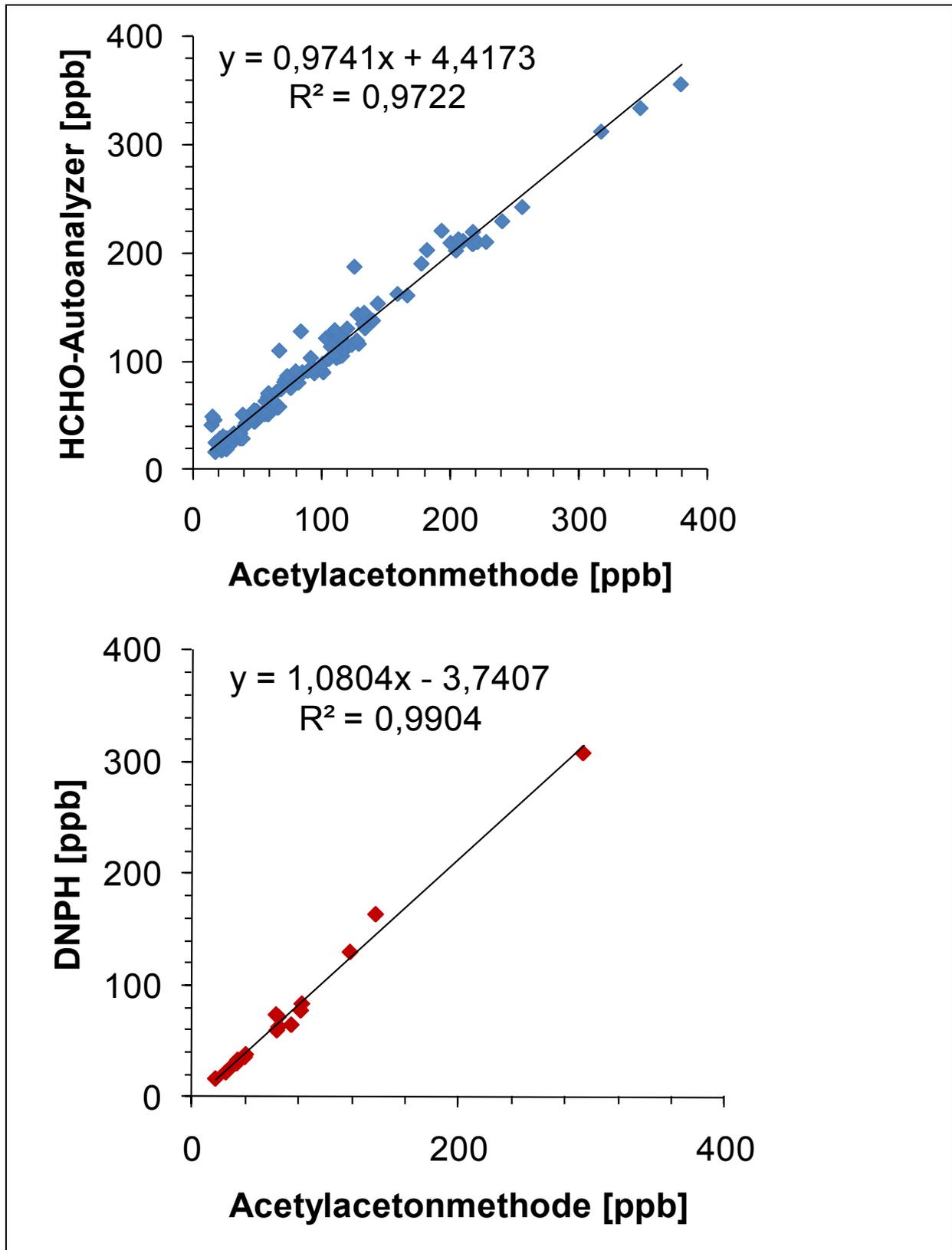


Abbildung 18: Korrelationen der Messwerte für Formaldehyd bei Bestimmung mit der Acetylaceton-Methode (Referenzverfahren) und der Bestimmung mit dem Autoanalyzer (oben) und mit der DNP-H-Methode (unten)

Zur Überprüfung der Eignung der Verfahren wurde auch ein kleiner Vergleichsversuch zwischen dem WKI, dem IHD und der LGA durchgeführt. Dabei wurden Proben einer Spanplatte mit Emissionswerten im Grenzbereich der Emissionsklasse E 1 in Prüfkammern gemäß DIN EN 717-1 geprüft. Die Messungen erfolgten nach Acetylaceton- und DNPH-Methode. Abbildung 21 fasst die Ergebnisse des kleinen Rundversuchs zusammen.

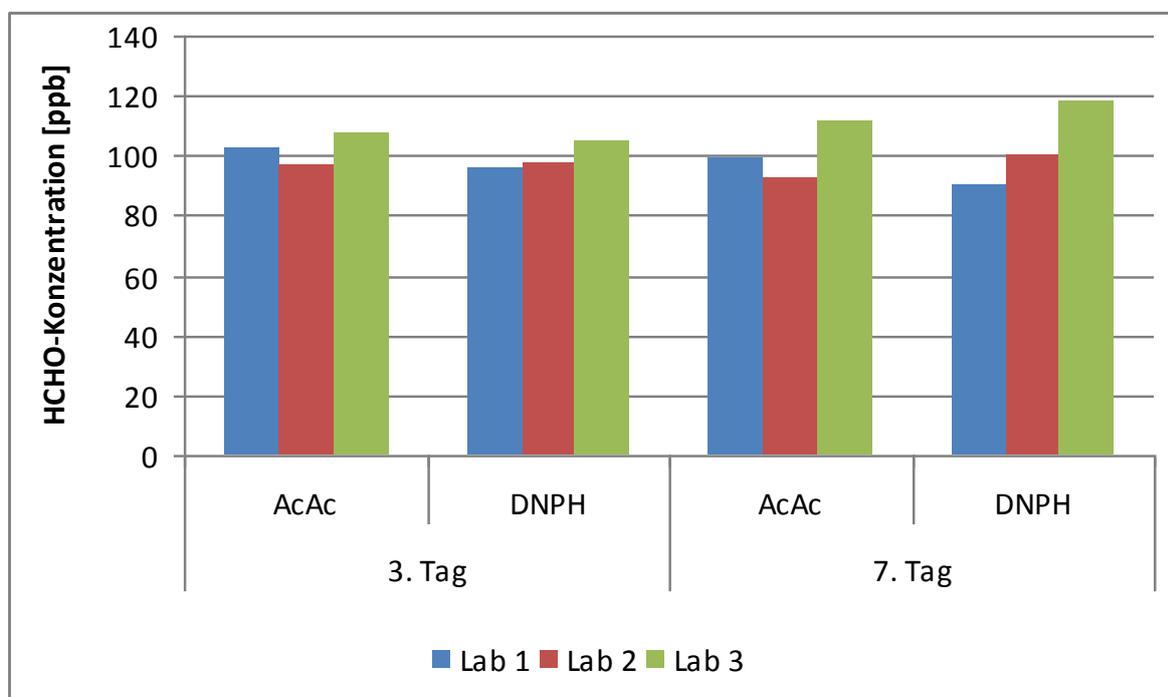


Abbildung 19: Vergleichsmessungen nach der Acetylaceton- und der DNPH-Methode an einer Spanplatte nach DIN EN 717-1 in drei Prüflaboratorien

Dabei zeigten die Messwerte in den drei Laboratorien am 3. Tag der Prüfung eine gute Übereinstimmung. Bei den Messungen am 7. Tag der Messung divergierten die Einzelwerte stärker, lagen aber immer noch in einem Bereich, der bei vergleichenden Prüfraumuntersuchungen zu erwarten ist (Streuung von plus/minus 10 % im Bereich des Emissionswertes von 0,1 ppm). Ob die stets erkennbaren höheren Werte im Labor 3 auf Unterschiede in der analytischen Kalibrierung oder auf Unterschiede im Plattenmaterial zurückzuführen ist, lässt sich auf Grund der geringen Zahl der Messungen nicht beurteilen.

7.2.3 Korrelation für VOC-Emissionen

Die DIN EN 717-1 ist auf die Messung von Formaldehydemissionen ausgerichtet und optimiert. Sofern die Messung nicht in Prüfkammern aus Kunststoff – die gemäß Bestimmungen der Norm zulässig sind - sondern in solchen aus Glas oder Edelstahl erfolgt, können bei einer Untersuchung nach dieser Norm auch VOC gemessen werden. Es bot sich daher an, die vorliegenden Untersuchungen auch in dieser Richtung auszuweiten. Da die Messungen in 1m³-Kammern aus Glas erfolgten, waren die Voraussetzungen für eine solche Untersuchung gegeben.

Holzwerkstoffe geben außer Formaldehyd verschiedene VOC ab. Die folgende Tabelle 6 gibt eine Übersicht der wichtigsten Verbindungen.

Tabelle 6: Übersicht holz- und holzwerkstofftypischer VOC

α-Pinen	α -Terpineol	n-Pentanol	n-Decanal
Δ^3 -Caren	β -Terpineol	n-Pentanal	Aceton
Limonen	Essigsäure	n-Hexanal	n-Butanol
β -Pinen	Hexansäure	n-Nonanal	Benzaldehyd
Myrcen	Pentansäure	Octanal	n-Pentylfuran
Camphen	Methylacetat	trans-2-Octenal	

Für die ausgewählten VOC (fett gedruckt) wurden ebenfalls die Korrelationen zwischen den Normen DIN EN 717-1 und DIN EN ISO 16000-9 bestimmt. Außerdem wurde der TVOC-Wert für die Korrelationsbestimmungen herangezogen. Da bei einigen Holzwerkstoffproben der TVOC-Wert zum Teil stark durch Essigsäure bestimmt war, wurde der TVOC-Wert einmal als Gesamtwert und einmal abzüglich der Essigsäurekonzentrationen in die Berechnungen eingesetzt. Die folgenden Abbildungen 20 und 21 zeigen die Korrelationen für die TVOC-Werte nach 7 Tagen und für den Endwert (Ausgleich/ 28d).

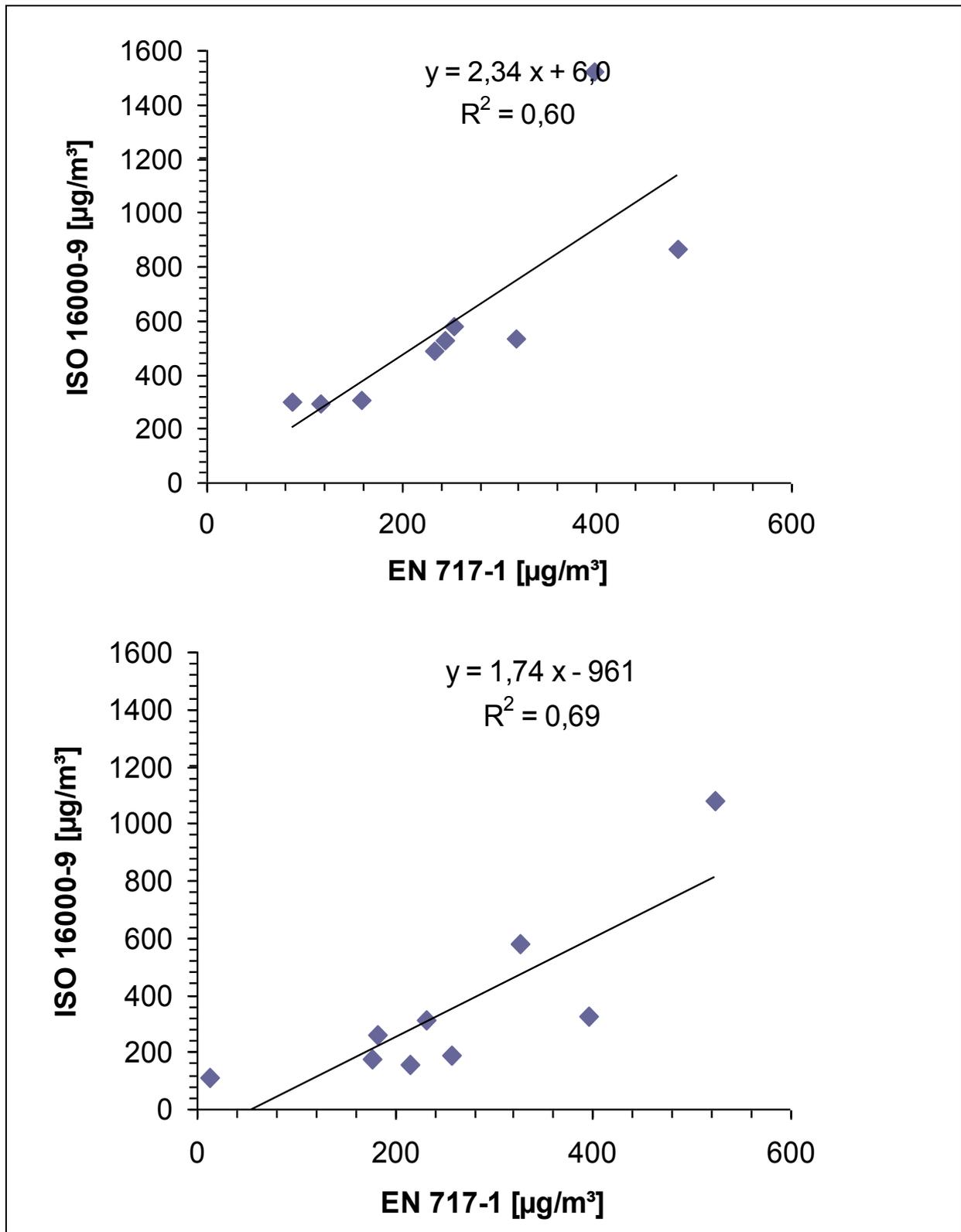


Abbildung 20:

Korrelation der TVOC-Werte (Gesamt-TVOC) zwischen der DIN EN 717-1 und der DIN EN ISO 16000-9 nach 7 Tagen (oben) und am Ende der Messungen (Ausgleich/28d, unten)

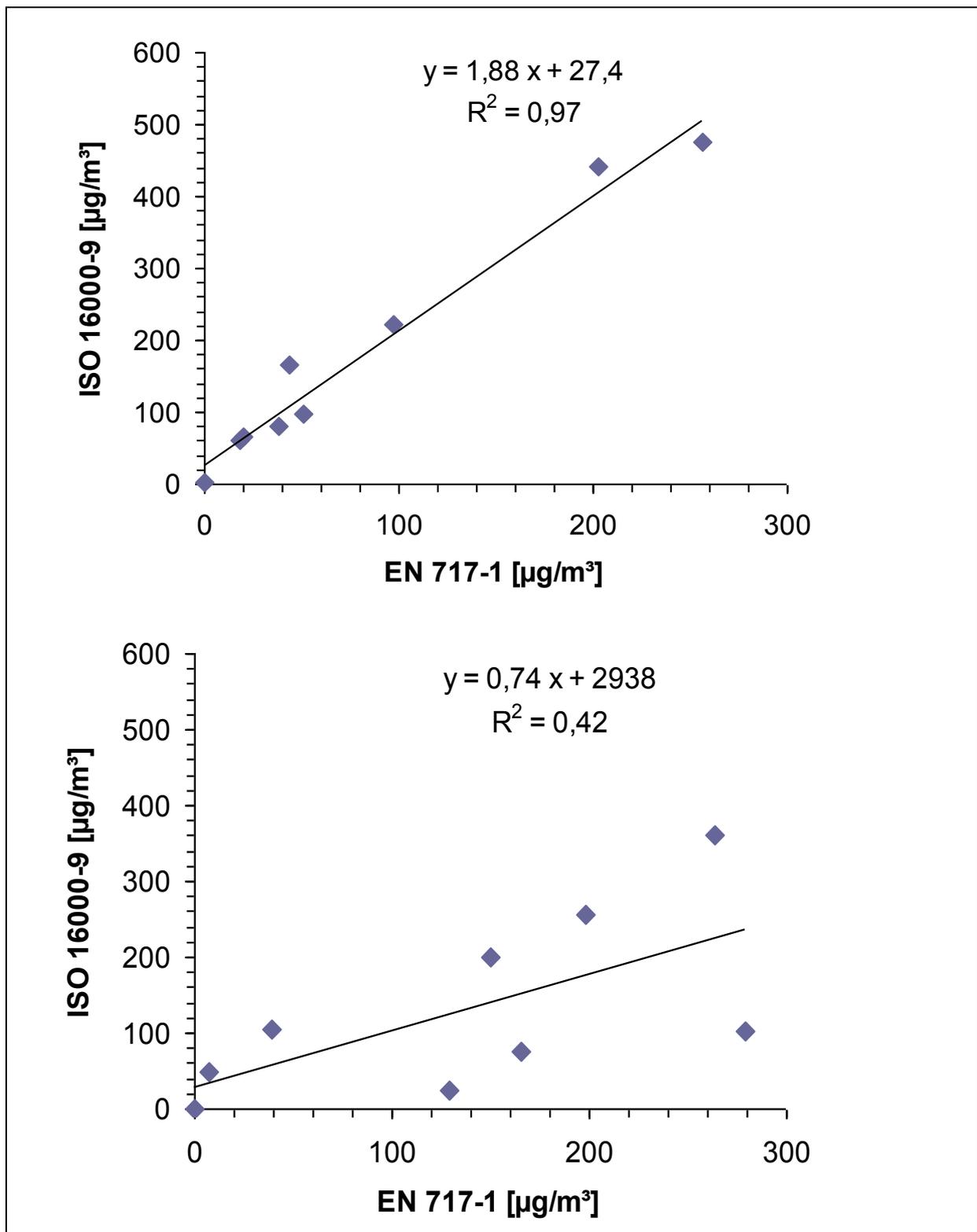


Abbildung 21: Korrelation der TVOC-Werte (ohne Essigsäure) zwischen der DIN EN 717-1 und der DIN EN ISO 16000-9 nach 7 Tagen (oben) und am Ende der Messungen (Ausgleich/28d, unten)

Korrelationen sind zwar für die TVOC-Werte einschließlich Essigsäure erkennbar, aber durchweg schlechter als bei Messungen zur Formaldehydabgabe. Bei der Auswertung der um die Essigsäurekonzentrationen verminderten TVOC-Werte zeigt sich hingegen bei den Werten für die Messung nach 7 Tagen eine hervorragende Korrelation mit einem Bestimmtheitsmaß von 0,97. Dieser Befund zeigt die in Fachkreisen bekannte unzulängliche Eignung der gemäß DIN EN 16000-9 vorgesehenen Bestimmung der Essigsäure mit der gaschromatographischen Bestimmungsmethode. Die berechneten Korrelationen für alle hier untersuchten VOC sind in Tabelle 7 zusammengestellt.

Dabei weisen die zeitgleich gemessenen Werte (7d) ein erkennbar bessere Korrelation auf als die Werte, die zu unterschiedlichen Zeiten (DIN EN 717-1: 10 bis 14 d; DIN EN ISO 16000-9: 28 d) gemessen wurden. Eine Ausnahme bildet erwartungsgemäß die Essigsäure.

Tabelle 7: Korrelationsfaktoren und Bestimmtheitsmaß

Korrelationsgröße	7d		Endwert	
	Faktor	Korrelation	Faktor	Korrelation
TVOC	2,34	0,60	1,74	0,69
TVOC (ohne Essigsäure)	1,88	0,97	0,74	0,42
n-Hexansäure	2,02	0,99	1,30	0,84
α -Pinen	1,87	0,98	1,60	0,88
Hexanal	1,59	0,90	0,26	0,18
Pentanal	0,39	0,08	-0,03	0,02
Essigsäure	2,57	0,75	1,92	0,93

Eine für beide Probenahmevarianten gute Korrelation weist dabei das α -Pinen auf. Auch die Hexansäure zeigt ein vergleichbares Verhalten. Bei den Aldehyden Hexanal und Pentanal ist hingegen auf Grund ihrer zeitabhängigen Bildung mit schlechteren Korrelationen zu rechnen, die sich insbesondere bei den Endmessungen auswirken sollen. Hinzu kommt, dass diese Verbindungen nicht bei allen Holzwerkstoffproben gefunden wurden bzw. die ermittelten Konzentrationswerte im Bereich der Erfassungsgrenze lagen.

8. Empfehlungen

Eine Überarbeitung der DIBt-Richtlinie 100 ist auf Grund der Ergebnisse des Vorhabens sinnvoll. In Tabelle 3 des vorliegenden Abschlussberichts sind entsprechende Empfehlungen für neue Grenzwerte zusammengefasst. Die Tabelle enthält auch Werte für den Holzwerkstoff OSB, der bisher nicht von der DIBt-Richtlinie erfasst ist.

Unberücksichtigt bleibt die Formaldehydabgabe vom Holzwerkstoff Brettschichtholz. Dieser Werkstoff wird zum Teil mit formaldehydbasierten Klebstoffen hergestellt, weist nach vorliegendem Kenntnisstand aber auch bei Einsatz derartiger Klebstoffe nur geringe Emissionen auf. Auch bestehen bei diesem Holzwerkstoff bisher wenige Erfahrungen mit abgeleiteten Prüfmethoden.

Die Gegebenheiten in einem heutigen Innenraum weichen zum Teil deutlich von den Prüfparametern ab, die in der Norm DIN EN 717-1 festgelegt sind. Dies gilt insbesondere für die Raumbeladung und die Luftwechselzahl. Die Festlegung einer Emissionsklasse unterhalb der geltenden Anforderungen der Emissionsklasse für Holzwerkstoffe für bauliche Anwendungen wäre somit sinnvoll und sollte mit den Herstellern und Anwendern der Platten erörtert werden. Die vorgesehene Abschlusspräsentation eröffnet die Möglichkeit eines solchen Gesprächs mit der Wirtschaft.

Es wird weiterhin empfohlen, in die DIBt-Richtlinie auch die Möglichkeit der Ermittlung individueller Korrelationen aufzunehmen. Damit könnten spezifische Eigenheiten von Herstellverfahren und Unterschiede in den Werkstoffmerkmalen besser berücksichtigt werden. Auch hier wird das Gespräch mit der Wirtschaft empfohlen.

Die Empfehlung der Überarbeitung gilt unabhängig von der Tatsache, dass die DIBt-Richtlinie 100 nur noch für einen kleinen Teil der Holzwerkstoffe für das Bauwesen gilt. Sinnvoll wäre dabei eine konzertierte Aktion mit den Festlegungen in der harmonisierten Norm EN 13986 für Holzwerkstoffe. Auch hier sollte das Gespräch mit der Wirtschaft gesucht werden.

9. Zusammenfassung und Ausblick

Im Vorhaben wurden die Korrelationen zwischen dem Referenzverfahren nach EN 717-1 und den abgeleiteten Prüfmethode nach DIN EN 120 (Perforatormethode) und EN 717-2 (Gasanalysemethode) für die Holzwerkstoffe Spanplatte, MDF, OSB und Sperrholz überprüft. Die aus überwiegend neueren Messwerten berechneten Korrelationsgraden wiesen stets ein ausreichend hohes Bestimmtheitsmaß auf und bestätigen so die grundsätzliche Eignung der abgeleiteten Prüfmethode zur Eigen- und Fremdüberwachung. Auf der Basis dieser Ergebnisse konnten Empfehlungen für eine Überarbeitung und Ergänzung der ETB-Richtlinie gemacht werden.

Für Holzwerkstoffe mit sehr niedrigen Emissionswerten sind allerdings im Falle der Perforatormethode Aberrationen von der Korrelation nicht auszuschließen. Hier würde die Möglichkeit einer individuellen Korrelation Fehlinterpretationen vermeiden helfen. Bei Anwendung der Gasanalysemethode wurden diese Aberrationen nicht beobachtet. Die Aufnahme weiterer abgeleiteter Prüfmethode (Flaschenmethode nach DIN EN 717-3, Desikkatormethode nach ISO 12460-4) als allgemeiner Bewertungsmaßstab kann nicht empfohlen werden. Die Anwendung dieser Prüfmethode sollte jedoch für individuelle Korrelationen nicht ausgeschlossen werden.

Zwischen der Emissionsmessung nach der DIN EN 717-1 und der DIN EN ISO 16000-9 wurde bei Holzwerkstoffen eine gesicherte Korrelation für Formaldehyd ermittelt. Die Korrelation ist unabhängig von der Art des Holzwerkstoffs. Der messtechnisch ermittelte Umrechnungsfaktor von 1,5 steht in guter Übereinstimmung mit einem rechnerisch ermittelten Umrechnungsfaktor von 1,42.

Für die Abgabe anderer organischer Stoffe (TVOC, holztypische VOC) konnte in einigen Fällen ebenfalls eine Korrelation ermittelt werden. Störfaktoren, die sich aus der Analytik, der Prüfdauer und der Bildungsgeschwindigkeit der verschiedenen VOC ergeben, lassen aber eine gesicherte Umrechnung wie bei den Formaldehydabgabewerten nicht zu. Die Ursachen dieser Abweichungen bei den Korrelationen für zeitabhängig gebildete VOC wie Pentanal oder Hexanal sind zum Teil grundsätzlicher Art. Es ist zu erwarten, dass auch weitere Untersuchungen nicht zu neuen Erkenntnissen führen werden. Bei den Emissionen dieser VOC müssen die Prüfmethode nach DIN EN 717-1 und DIN EN 16000-9 als nur begrenzt miteinander kompatibel betrachtet werden. Störungen, die sich aus der unzulänglich sicheren Bestimmung der Essigsäure mittels gaschromatographischer Methode ergeben, betreffen beide Prüfmethode gleichermaßen. Ob eine Kompatibilität der Prüfmethode bei anderen Werkstoffen oder bei Emissionen von „neutralen“ VOC wie typischen Lösemitteln gegeben ist, bedarf weiterer Untersuchungen.

10. Literaturverzeichnis

- Appel, K.E. 2006: Ableitung eines „Safe“ Levels, BfR 29.05.2006 Berlin, URL: http://www.bfr.bund.de/232/formaldehyd_ableitung_eines_safe_levels.pdf
- Ausschuss zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten 2005: Schema zur gesundheitlichen Bewertung von VOC- und SVOC-Emissionen aus Bauprodukten. URL: <http://www.umweltbundesamt.de/bauprodukte/archiv/agbb-bewertungsschema.pdf>
- Bauprodukten-Richtlinie 1988: Richtlinie des Rates vom 21. Dezember 1988 zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedsstaaten über Bauprodukte (89/106/EWG). CEN, Brüssel
- Bekanntmachungen des BGA: Prüfverfahren für Holzwerkstoffe. Bundesgesundheitsblatt 10/1991: 488-489
- BfR Bundesinstitut für Risikobewertung 2006: Toxikologische Bewertung von Formaldehyd. Stellungnahme des BfR Nr. 023/2006 vom 30. März 2006
- BGA-Pressedienst 19/77: Neuer Aufgabenbereich beim Bundesgesundheitsamt - Bewertungsmaßstab für Formaldehyd in Raumluft. Pressemitteilung vom 12.10.1977
- Bulian, F., Ciroi, S., Meyer, B., Marutzky R. 2004: Formaldehyde Testing of Wood-based Panels: Correlations between European and Japanese Test Methods. 4th European Wood-based Panel Symposium, Hannover
- Bundesminister für Jugend, Familie und Gesundheit 1985: Formaldehyd – Gemeinsamer Bericht des Bundesgesundheitsamtes, der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und des Umweltbundesamtes. Schriftenreihe des BMJFG Nr. 148, Bonn-Bad Godesberg
- ECA Report No. 2, 1989: Formaldehyde Emission from Wood-based Materials. Guideline for the Determination of Steady State Concentrations in Test Chambers. Commission of the European Countries, Brussels
- ECA Report No. 7, 1990: Indoor Air Pollution by Formaldehyde in European Countries. Commission of the European Countries, Brussels
- CEC Research Project 1992: Investigations on Comparability of Large Chamber Test for Formaldehyde Emission from Wood-based Panels. Final Report – Main Programme. WKI Wilhelm-Klauditz-Institut, Braunschweig
- CEC Research Project 1993: Investigations on Comparability of Large Chamber Test for Formaldehyde Emission from Wood-based Panels. Final Report – Accompanying Programme. WKI Wilhelm-Klauditz-Institut, Braunschweig
- CEN/TC 351 WG 2 2008: Determination of the emission of regulated dangerous substances from construction products into indoor air. Internal Working Document
- Consumer Information Center 1997: An Update on Formaldehyde - 1997 Revision. Washington DC
- Deppe, H.-J., Jann, O. 1990: Bestimmung der Formaldehydemission von Holzspanplatten. Adhäsion
- Deutsches Institut für Bautechnik 2004: Zulassungsgrundsätze zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten in Innenräumen. DIBt Mitteilungen 4/2004, S. 119-141
- DIBt-Richtlinie 100: Richtlinie über die Klassifizierung und Überwachung von Holzwerkstoffplatten bezüglich der Formaldehydabgabe. DIBt-Mitteilungen 6/1994, 203-207

DIN EN 120: Holzwerkstoffe – Bestimmung der Formaldehydabgabe – Teil1: Formaldehydabgabe nach der Prüfkammer-Methode. Beuth Verlag Berlin, 1984

DIN EN 717-1: Holzwerkstoffe – Bestimmung der Formaldehydabgabe – Teil 1: Formaldehydabgabe nach der Prüfkammer-Methode. Beuth Verlag Berlin, 2004

DIN EN 717-2: Holzwerkstoffe – Bestimmung der Formaldehydabgabe – Teil 2: Formaldehydabgabe nach der Gasanalyse-Methode. Beuth Verlag Berlin, 2003

DIN EN 717-3: Holzwerkstoffe – Bestimmung der Formaldehydabgabe – Teil 3: Formaldehydabgabe nach der Flaschen-Methode. Beuth Verlag Berlin, 1996

DIN EN ISO 16000-9: Innenraumluftverunreinigungen – Teil 9: Bestimmung der Emissionen von flüchtigen organischen Verbindungen aus Bauprodukten und Einrichtungsgegenständen – Emissionsprüfkammer-Verfahren, Beuth Verlag Berlin, 2006

DIN EN 13986: Holzwerkstoffe zur Verwendung im Bauwesen - Eigenschaften, Bewertung der Konformität und Kennzeichnung, Beuth Verlag Berlin, 2004

Ehrensberger, R., Misch, W. 2004: Gesundheits- und Umweltkriterien bei der Umsetzung der EG-Bauprodukten-Richtlinie (BPR): Bericht im Auftrag des Umweltbundesamtes, Berlin, April 2004

EPF Final Report 2008: EPF Formaldehyde Testing Project. Final Report des europäischen Plattenverbandes EPF, Brüssel

ETB-Richtlinie 1980: Richtlinie über die Verwendung von Spanplatten hinsichtlich der Vermeidung unzumutbarer Formaldehydkonzentrationen in Raumluft. Ausschuss für Einheitliche Technische Baubestimmungen (ETB)

ETB-Richtlinie 1985: ETB-Richtlinie zur Begrenzung der Formaldehydemission in die Raumluft bei Verwendung von Harnstoff-Formaldehyd-Ortschaum (ETB-Ri UF-Ortschaum). Ausschuss für Einheitliche Technische Baubestimmungen (ETB)

Fechner, O. 2009: Regelungen der ETB-Richtlinie zur Begrenzung der Formaldehydemission in die Raumluft bei Verwendung von Harnstoff-Formaldehydharz-Ortschaum (ETB-Ri UF-Ortschaum), DIBt Mitteilungen 18-19

FEIC Final Report 2010: FEIC Formaldehyde Testing Project for Plywood. Final Report des europäischen Sperrholzverbandes, Brussels

Fraunhofer-Arbeitsgruppe für Holzforschung 1989: Untersuchungen zur Formaldehydabgabe von Sperrholz. Abschlussbericht eines Forschungsvorhabens im Auftrag des Verbands der Deutschen Holzwerkstoffindustrie.

Hoferichter, E., Scheithauer, M., Aehlig, K. 1999: Modifizierung der Perforatormethode. Holz-Zentralblatt, 1357

IARC International Agency for Research on Cancer 2004: Press Release No. 153: IARC classifies formaldehyde as carcinogenic to humans. WHO, 15 June 2004

Ilvonen, O., Kirchner, D. 2010: Europäische Harmonisierung der Prüfnormen für die Freisetzung gefährlicher Stoffe aus Bauprodukten – auf dem Weg zu einer CE-Kennzeichnung mit Emissionsklassen. DIBt-Mitteilungen 4/2010, 151-158

ISO 12460-4: Wood-based Panels – Determination of formaldehyde release – Part 4: Desiccator method. ISO/TC 89_N402: 2006

Jasch, E., Misch, W. 2006: Anforderungen und Verwendung von Umweltproduktdeklarationen aus Sicht des Deutschen Instituts für Bautechnik. DIBt-Mitteilungen 4/2006, 151-153

- Jann, O. 1985: Vergleichende Untersuchungen über die Formaldehydemission von Holzwerkstoffen in Prüfkammern. BAM-Forschungsbericht Nr. 106004112
- Jann, O. 1990: Bestimmung der Formaldehydemission von Holzspanplatten. Materialprüfung 32, 11-12
- JENAF 2009: Unveröffentlichte Ergebnisse des Forschungsvorhabens „Joint European and North American Formaldehyde Testing Project“ unter Federführung des WKI
- Kirchner, D. 2007: Emissionsmessungen auf dem Prüfstand. DIBt-Mitteilungen 3/2007, 77-85
- Kirchner, D., Dommaschk, N., Eichler, A., Tykiel, V., Kraeft, C., Misch, W.: Anforderungen des Gesundheitsschutzes an Bauprodukte im Zulassungsverfahren am Beispiel der Bodenbeläge. DIBt-Mitteilungen 1/2010, 5-12
- Ludewig, K., Meyer, B., Salthammer, T., Marutzky, R. 2008: Korrelationen zwischen den Formaldehydabgabewerten nach der Prüfkammermethode und den Formaldehydkennwerten nach der Perforator- und der Gasanalysemethode für Oriented Strand Boards (OSB). Holztechnologie 49 (5), 36-41
- Manson, B., Roffael, E. 1995: Hartnäckige Aberrationen bei der Bestimmung der Formaldehydabgabe von emissionsarmen Holzspanplatten. Holz-Zentralblatt 750-754
- Marutzky, R. 2008a: Formaldehyde Regulations – A Short Thematic Introduction. Vortrag auf der “Technical Formaldehyde Conference”, Hannover
- Marutzky, R. 2008b: Correlations between Methods: Essential Tool for a Global Product Market. Vortrag auf der “Technical Formaldehyde Conference”, Hannover
- Marutzky, R., Mehlhorn, L., Roffael, E., Flentge, A. 1988: Der Prüfraum als Referenzverfahren nach der Gefahrstoffverordnung für formaldehydarme Holzwerkstoffe. Holz-Zentralblatt 414-415
- Marutzky, R., Meyer, B. 2009: JENAF Joint European and North American Formaldehyde Testing Project – Preliminary Results and Further Reaching Findings. Formaldehyde Workshop, Hannover, 23.02.2009
- Mehlhorn, L. 1986: Normierungsverfahren für die Formaldehydabgabe von Spanplatten. Adhäsion 1986, Heft 6, 27-33
- Menzel, W., Marutzky, R., Mehlhorn, L. 1981: Formaldehyd-Messmethoden. WKI-Bericht Nr. 13, Eigenverlag Fraunhofer-Institut für Holzforschung, Braunschweig
- Meyer, B. 2004a: Bestimmung der Korrelation zwischen der europäischen 1m³-Kammer-Methode und der japanischen Exsikkator-Methode JIS A 1460 für unbeschichtete Spanplatten und MDF. WKI-Kurzbericht Nr. 22/04, Eigenverlag Braunschweig
- Meyer, B. 2004b: Bestimmung der Korrelation zwischen der Perforator-Methode und der japanischen Exsikkator-Methode JIS A 1460 für unbeschichtete Spanplatten und MDF. WKI-Kurzbericht Nr. 23/04, Eigenverlag Braunschweig
- Meyer, B. 2004c: Bestimmung der Korrelation zwischen der Gasanalyse-Methode und der japanischen Exsikkator-Methode JIS A 1460 für unbeschichtete Spanplatten und MDF. WKI-Kurzbericht Nr. 24/04, Eigenverlag Braunschweig
- Misch, W. 2009: Fragen der Gesundheit aus baurechtlicher Sicht. 1. Fachkonferenz „Gesundes Bauen und Wohnen“, München 13.01.2009

prEN 15100-1, 2004a: Thermal insulation products for buildings – In-situ formed urea-formaldehyde foam (UF) products: Part 1: Specification for the foam system before installation. CEN Brussels

prEN 15100-1, 2004b: Thermal insulation products for buildings – In-situ formed urea-formaldehyde foam (UF) products: Part 1: Specification for the installed product. CEN Brussels

Risholm-Sundman, M. 2008: Experiences with Japanese Formaldehyde Test Methods. Vortrag auf der "Technical Formaldehyde Conference", Hannover

Risholm-Sundman, M., Larsen, A., Vestin, E., Weibull, A. 2007: Formaldehyde emission – Comparison of different standard Methods. *Atmospheric Environment* 41 (2007), 3193-3202

Roffael, E. 1975: Messung der Formaldehydabgabe. Praxisnahe Methode zur Bestimmung der Formaldehydabgabe harnstoffformaldehydharzgebundener Spanplatten. *Holz-Zentralblatt* 101, 1403-1404

Roffael, E. 1982: Die Formaldehyd-Abgabe von Spanplatten und anderen Werkstoffen. DRW-Verlag Stuttgart

Rothweiler, H., Knutti, R., Schlatter, Ch. 1983: Formaldehydbelastungen von Wohnräumen durch Harnstoff-Formaldehyd-Isolationsschäume. *Mitt. Gebiete Lebensmittel Hygiene* 74 (1983), 38-49

Salthammer, T., Mentese, S. 2008: Comparison of analytical techniques for the determination of aldehydes in test chambers. *Chemosphere* 73, 1351-1356

Salthammer, T., Uhde, E. 2009: Organic Indoor air Pollutants – Occurrence, Measurement, Evaluation. Wiley-VCH, Weinheim

Salthammer, T., Mentese, S., Marutzky, R. 2010: Formaldehyde in the Indoor air. *Chemical Reviews* 110, 2536-2572

Wolf, F., Roffael, E. 2003: Assessment of Formaldehyde Release of Low-Emission Wood-Based Panels. Seminarvortrag Göttingen

Yu, C.W.F., Crump, D.R. 1999: Testing for Formaldehyde Emissions from Wood-based Products – A review. *Indoor and Built Environment* 8 (1999), 280-286

Anhang

DIBT- Forschungsvorhaben: Erarbeitung der Grundlagen zur Evaluierung und Aktualisierung der bauaufsichtlichen Bestimmungen für die Formaldehydabgabe aus Holzwerkstoffen und UF-Ortschäumen

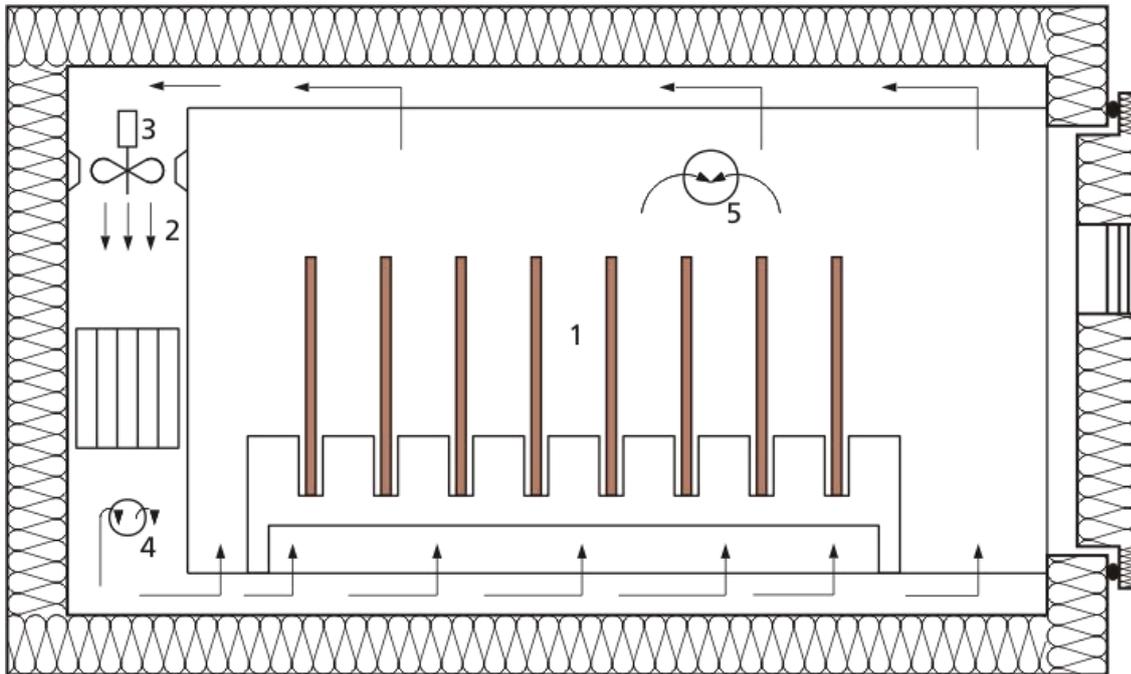
Anhang 1: Prüfapparatur für Holzwerkstoffe nach DIN EN 717-1

Anhang 2: Abgeleitete Prüfmethoden für Holzwerkstoffe

Anhang 3: Korrelationswertetabellen

Anhang 4: Messwerte zum Vergleich von DIN EN 717-1 und DIN EN ISO 16000-9

Anhang 1: Prüfapparatur für Holzwerkstoffe nach DIN EN 717-1



- | | | | |
|---|--------------------|---|-----------------|
| 1 | Plattenproben | 4 | Dampfeinleitung |
| 2 | Frischlufteleitung | 5 | Abluftöffnung |
| 3 | Umluftventilator | | |

Abbildung A1-1: Schematischer Aufbau des großen Prüfraums ($\geq 12 \text{ m}^3$) nach DIN EN 717-1



Abbildung A1-2: Außenansicht des großen Prüfraums (48 m^3) nach DIN EN 717-1

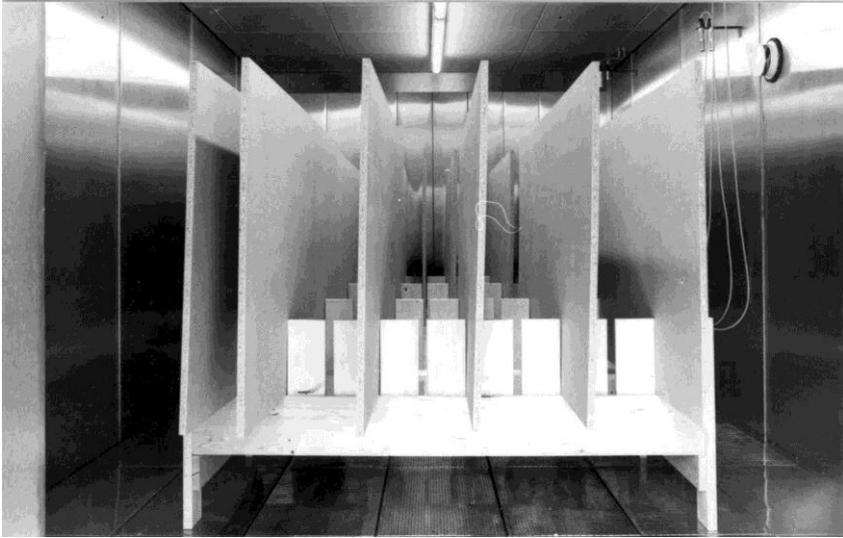


Abbildung A1-3: Prüfung von Holzwerkstoffplatten des Formats 1 x 2 m² im großen Prüfraum nach DIN EN 717-1

Anhang 1: Prüfapparatur für Holzwerkstoffe nach DIN EN 717-1

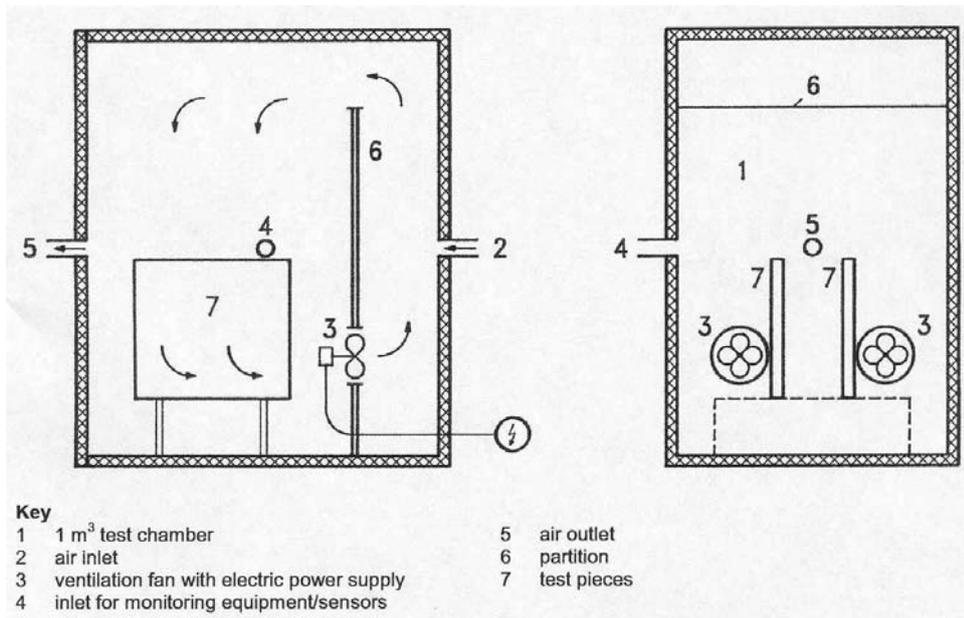


Abbildung A1-4: Schematischer Aufbau der 1m³ Prüfkammer nach DIN EN 717-1



Abbildung A1-5: Ausgeführte 1m³-Kammer

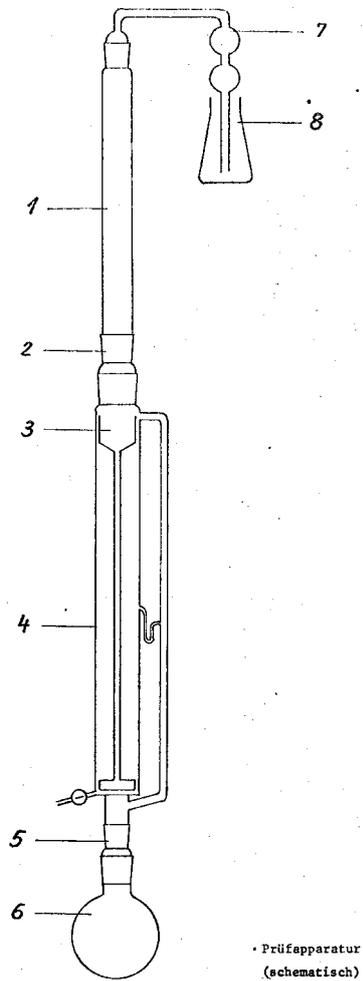
Anhang 2: Abgeleitete Prüfmethoden für Holzwerkstoffe

Abbildung A2-1: Schematischer Aufbau (links) und ausgeführte Prüfapparatur gemäß Perforator-Methode DIN EN 120

Anhang 2: Abgeleitete Prüfmethode für Holzwerkstoffe

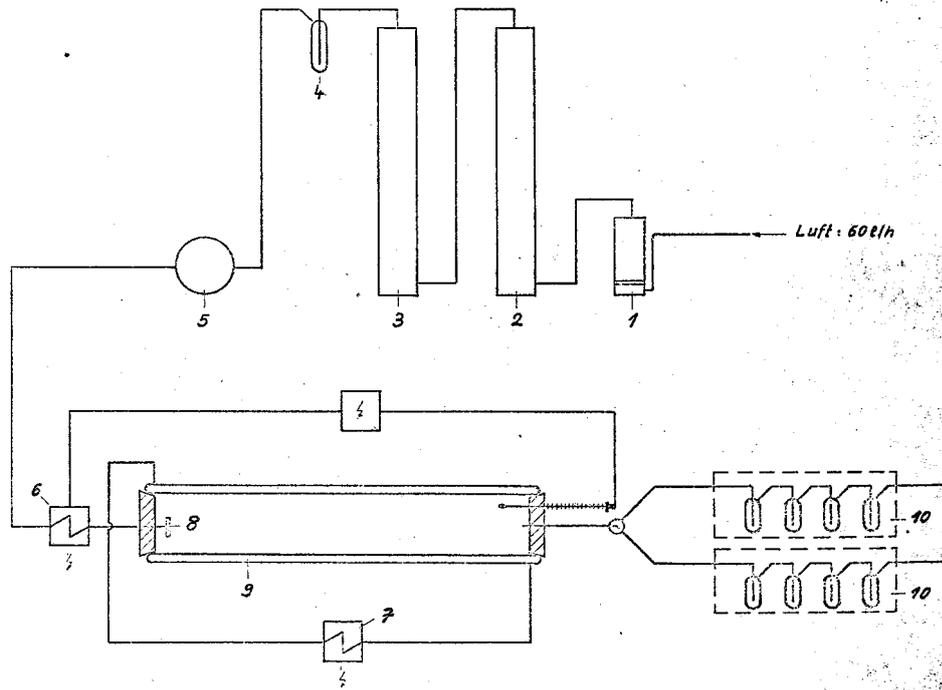


Abbildung A2-2: Schematischer Aufbau (links) und ausgeführte Prüfapparatur gemäß Gasanalyse-Methode DIN EN 717-2

Anhang 3: Korrelationswertetabellen

Tabelle A3-1: Messwerte von 48 Spanplattenproben, geprüft nach der Prüfraum-, der Perforator- und der Gasanalysemethode

Nr.	Dicke	PR	PF	GA	Nr.	Dicke	PR	PF	GA
	mm	ppm	mg/100g	mg/m ² h		mm	ppm	mg/100g	mg/m ² h
1	18	0,04	3,70	2,20	25	12	0,01	0,40	0,50
2	12	0,10	5,40	2,60	26	15	0,11	6,40	3,80
3	15	0,11	6,40	2,80	27	16	0,09	6,40	2,20
4	18	0,09	6,40	2,20	28	8	0,09	6,30	2,80
5	18	0,09	7,30	2,80	29	22	0,10	6,50	3,10
6	18	0,10	6,50	3,10	30	13	0,03	2,00	1,00
7	13	0,03	2,00	1,00	31	13	0,03	1,50	1,00
8	16	0,03	1,50	1,00	32	16	0,10	5,40	2,30
9	18	0,10	5,40	2,90	33	16	0,10	5,90	2,40
10	15	0,10	5,90	2,40	34	38	0,05	1,90	1,00
11	16	0,12	8,90	3,40	35	10	0,04	1,60	1,10
12	13	0,03	2,00	1,20	36	15	0,03	1,60	1,00
13	13	0,04	1,70	1,50	37	13	0,03	2,10	0,90
14	16	0,04	1,70	0,80	38	18	0,11	5,00	3,10
15	15	0,09	4,40	3,30	39	16	0,06	4,90	1,70
16	15	0,10	3,20	3,60	40	18	0,07	4,60	2,30
17	8	0,16	9,40	6,90	41	18	0,05	3,50	1,90
18	18	0,10	4,50	3,40	42	13	0,09	6,30	3,50
19	38	0,10	4,90	3,60	43	13	0,04	2,10	1,50
20	16	0,05	2,40	1,75	44	8	0,05	2,70	1,60
21	15	0,02	1,50	0,60	45	10	0,14	7,50	5,70
22	18	0,12	8,90	3,40	46	16	0,03	1,70	0,90
23	10	0,04	1,50	1,60	47	16	0,05	2,30	1,00
24	12	0,01	0,40	0,30	48	15	0,17	9,40	6,10

PR: Prüfraumwert; **PF:** Perforatorwert; **GA:** Gasanalysewert

Anhang 3: Korrelationswertetabellen

Tabelle A3-2: Messwerte von 31 MDF-Proben, geprüft nach der Prüfraum-, der Perforator- und der Gasanalysemethode

Nr.	Dicke	PR	PF	GA	Nr.	Dicke	PR	PF	GA
	mm	ppm	mg/100g	mg/m ² h		mm	ppm	mg/100g	mg/m ² h
1	18	0,08	7,8	3,5	17	16	0,02	1,1	0,6
2	32	0,07	4,2	2,4	18	16	0,10	5,9	2,7
3	30	0,02	0,5	0,7	19	16	0,06	6,3	3,2
4	18	0,09	5,6	3,2	20	16	0,17	10,2	7,2
5	18	0,07	5,2	3,1	21	16	0,04	2,6	1,3
6	15	0,12	7,9	4,0	22	19	0,05	6,0	2,1
7	18	0,03	1,4	1,5	23	16	0,18	12,1	5,8
8	18	0,04	2,4	1,9	24	16	0,14	8,3	4,5
9	15	0,05	1,1	1,3	25	16	0,10	5,6	3,5
10	7	0,14	10,3	5,9	26	16	0,07	6,2	2,9
11	8	0,08	6,0	2,2	27	10	0,05	4,6	1,7
12	12	0,06	5,0	1,5	28	18	0,06	4,9	2,8
13	15	0,04	0,3	0,5	29	16	0,05	4,0	2,4
14	16	0,02	1,0	0,6	30	30	0,06	5,9	2,3
15	16	0,09	8,0	4,1	31	7	0,08	7,7	3,3
16	16	0,08	6,7	4,1					

PR: Prüfraumwert; **PF:** Perforatorwert; **GA:** Gasanalysewert

Anhang 3: Korrelationswertetabellen

Tabelle A3-3: Messwerte von 39 OSB-Proben, geprüft nach der Prüfraum-, der Perforator- und der Gasanalysemethode

Nr.	Dicke	PR	PF	GA	Nr.	Dicke	PR	PF	GA
	mm	ppm	mg/100g	mg/m ² h		mm	ppm	mg/100g	mg/m ² h
1	16	0,02	1,0	0,4	21	10	0,04	2,4	0,9
2	16	0,03	0,9	0,4	22	18	0,04	3,8	1,0
3	16	0,02	0,4	0,3	23	27	0,05	4,1	1,2
4	16	0,02	1,4	0,4	24	9	0,08	4,7	2,2
5	16	0,02	0,7	0,5	25	15	0,09	7,6	2,2
6	16	0,005	0,3	0,1	26	20	0,05	5,4	1,6
7	15	0,09	5,4	1,6	27	10	0,08	7,1	2,9
8	18	0,08	7,2	2,3	28	11	0,08	4,1	2,3
9	15	0,06	3,9	1,8	29	22	0,03	3,6	1,4
10	15	0,06	5,9	1,5	30	25	0,01	0,5	0,1
11	15	0,06	4,4	1,1	31	10	0,04	2,6	0,8
12	18	0,07	4,6	2,2	32	15	0,04	3,2	1,2
13	15	0,05	2,8	1,1	33	22	0,03	3,4	1,0
14	16	0,07	6,0	1,6	34	13	0,01	0,6	0,2
15	18	0,02	1,8	0,8	35	13	0,1	5,1	2,9
16	18	0,03	2,0	0,9	36	13	0,005	0,2	0,1
17	15	0,01	0,5	0,2	37	13	0,01	0,7	0,02
18	18	0,01	0,8	0,2	38	13	0,06	3,0	2,2
19	18	0,04	3,2	1,0	39	13	0,005	0,2	0,1
20	12	0,02	2,2	0,5					

PR: Prüfraumwert; **PF:** Perforatorwert; **GA:** Gasanalysewert

Anhang 3: Korrelationswertetabellen

Tabelle A3-4: Messwerte von 30 Furniersperrhölzern und 8 Tischlerplatten, geprüft nach der Prüfraum- und Gasanalysemethode

Nr.	Dicke	PR	GA sofort	GA nach 4 Wo.	Nr.	Dicke	PR	GA sofort	GA nach 4 Wo.
Sperr- holz	mm	ppm	mg/m ² h	mg/m ² h		mm	ppm	mg/m ² h	mg/m ² h
1	15	0,01	0,3	0,3	21	10	0,04	0,9	0,4
2	15	0,01	0,3	0,2	22	8	0,02	0,4	0,3
3	14	0,01	0,2	0,4	23	5	0,12	3,9	1,9
4	15	0,05	1,7	0,3	24	19	0,15	5,7	4,1
5	16	0,05	3,3	1,4	25	12	0,10	3,1	1,7
6	15	0,01	0,3	0,3	26	10	0,05	1,4	0,4
7	12	0,05	1,4	0,6	27	10	0,19	6,9	4,1
8	14	0,04	1,4	0,6	28	20	0,12	4,9	2,5
9	15	0,03	1,4	0,2	29	9	0,05	0,8	0,4
10	15	0,04	1,2	0,8	30	9	0,16	6,5	1,8
11	15	0,03	1,6	0,3	Tischler- platte				
12	4	0,04	1,9	0,5					
13	4	0,03	1,4	0,5	1	19	0,12	7,3	1,4
14	32	0,04	1,6	0,7	2	19	0,12	6,9	2,7
15	32	0,04	1,0	0,8	3	19	0,14	3,9	3,9
16	14	0,04	1,8	0,4	4	19	0,14	5,2	3,4
17	14	0,03	1,3	0,5	5	19	0,10	2,5	2,5
18	14	0,04	2,3	0,8	6	19	0,05	0,9	0,7
19	4	0,01	0,3	0,2	7	19	0,06	1,4	0,3
20	6	0,02	0,5	0,3	8	19	0,10	2,8	2,2

PR: Prüfraumwert; **PF:** Perforatorwert; **GA:** Gasanalysewert

Anhang 4: Messwerte zum Vergleich von DIN EN 717-1 und DIN EN ISO 16000-9

Tabelle A4-1 : Konzentrationswerte für Formaldehyd für die Holzwerkstoffproben 1 bis 9 bei den Vergleichsmessungen nach DIN EN 717-1 und DIN EN ISO 16000-9

Probe	Material	3d	3d	7d	7d	Ausgleich	28 d
		EN	ISO	EN	ISO	EN	ISO
		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
1	MDF	255	380	221	348	194	318
2	MDF	39	101	53	100	41	89
3	Spanplatte	129	178	114	182	110	159
4	Spanplatte	90	167	71	144	75	134
5	OSB	21	15	24	17	24	14
6	OSB	128	294	110	125	109	108
7	Sperrholz	63	138	65	119	64	82
8	Sperrholz	31	74	22	57	17	39
9	Sperrholz	40	82	33	65	25	34

Anhang 4: Messwerte zum Vergleich von DIN EN 717-1 und DIN EN ISO 16000-9

Tabelle A4-2: Konzentrationswerte für TVOC und holztypische VOC für die Holzwerkstoffproben 1 bis 9 bei den Vergleichsmessungen nach DIN EN 717-1 und DIN EN ISO 16000-9

Nr.	Wert	TVOC		TVOC o. HAc		Hexansäure		α-Pinen		Hexanal		Pentanal		HAc	
		EN	ISO	EN	ISO	EN	ISO	EN	ISO	EN	ISO	EN	ISO	EN	ISO
	7d	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³
1		398	1522	44	165	2	7	1	2	6	11	0	11	354	1357
2		116	292	18	60	0	8	5	6	7	21	13	25	98	232
3		253	580	97	222	9	29	61	98	37	67	0	32	156	358
4		317	534	256	475	52	111	63	129	49	71	11	19	61	59
5		234	488	203	441	11	30	3	3	33	73	0	10	31	47
6		483	863	51	98	8	17	0	0	15	25	0	0	432	765
7		87	301	20	66	0	0	0	0	18	44	0	0	67	235
8		244	527	0	3	0	0	0	0	0	3	0	0	244	524
9		159	304	38	80	0	0	0	0	13	17	0	0	121	224
	Endwert														
1		326	576	264	362	9	14	16	6	10	21	22	11	62	214
2		523	1079	39	105	0	2	25	2	11	14	46	12	484	974
3		248	188	165	76	11	10	42	39	57	29	0	18	93	112
4		396	326	279	103	9	8	45	49	105	36	0	8	117	223
5		231	310	198	257	35	48	0	0	49	69	0	0	33	53
6		182	262	150	200	9	26	0	0	30	40	0	0	32	62
7		13	110	7	50	0	0	0	0	5	40	0	0	6	60
8		177	176	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	177	175
9		216	155	129	25	0	0	0	0	28	9	0	0	87	130

HAc: Essigsäure