

	Holzwerkstoffe Bestimmung der Formaldehydabgabe Teil 1: Formaldehydabgabe nach der Prüfkammer-Methode Deutsche Fassung prEN 717-1:2002	DIN EN 717-1
--	--	-------------------------------

ICS 79.060.01

Entwurf

Einsprüche bis 2002-09-30

Vorgesehen als
Ersatz für
DIN V ENV 717-1:1999-02

Wood-based panels — Determination of formaldehyde release —
Part 1: Formaldehyde emission by the chamber method;
German version prEN 717-1:2002

Panneaux à base de bois — Détermination du dégagement de
formaldéhyde —
Partie 1: Emission de formaldéhyde par la méthode à la chambre;
Version allemande prEN 717-1:2002

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

— vorzugsweise als Datei per e-Mail an nhm@din.de in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter <http://www.din.de/stellungnahme> abgerufen werden;

— oder in Papierform an den Normenausschuss Holzwirtschaft und Möbel (NHM) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Kamekestraße 8, 50672 Köln.

Nationales Vorwort

Dieser europäische Norm-Entwurf wurde von der Arbeitsgruppe 5 „Formaldehyd“ des Technischen Komitees CEN/TC 112 „Holzwerkstoffe“ (Sekretariat: DIN) erarbeitet.

Der zuständige Ausschuss im DIN ist der NHM AA 2.15 „Spiegelausschuss zu CEN/TC 112 und ISO/TC 89 — Holzwerkstoffe“.

Änderungen

Gegenüber der DIN V ENV 717-1:1999-02 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Anforderungen an die Luftdichtheit der Prüfkammer in 8.2.2 geändert.
- b) Bedingungen für eine Verkürzung der Prüfung in Abschnitt 10 festgelegt.

Fortsetzung 36 Seiten EN

— *Entwurf* —

— Leerseite —

Holzwerkstoffe — Bestimmung der Formaldehydabgabe — Teil 1: Formaldehydabgabe nach der Prüfkammer-Methode

Panneaux à base de bois — Détermination du dégagement de formaldéhyde — Partie 1 : Emission de formaldéhyde par la méthode à la chambre

Wood-based panels — Determination of formaldehyde release — Part 1: Formaldehyde emission by the chamber method

ICS:

Deskriptoren

Inhalt

	Seite
Vorwort.....	3
1 Anwendungsbereich.....	4
2 Normative Verweisungen.....	4
3 Begriffe.....	4
4 Prinzip.....	5
5 Reagenzien.....	5
5.1 Allgemeines.....	5
5.2 Acetylaceton-Lösung.....	5
5.3 Ammoniumacetat-Lösung.....	5
6 Prüfeinrichtungen.....	5
6.1 Prüfkammer.....	5
6.2 Luftprobenahmesystem.....	6
6.3 Geräte für die chemische Analyse.....	7
6.4 Geräte zur Überprüfung der Luftwechselzahl.....	7
7 Prüfkörper.....	7
8 Durchführung.....	8
8.1 Prüfbedingungen.....	8
8.2 Nachweis der Prüfbedingungen.....	8
8.3 Vorbereitung der Prüfkammer.....	9
8.4 Vorbereitung der Prüfkörper.....	9
8.5 Beladung und Beginn der Prüfung.....	10
8.6 Luftprobenahme und Analyse.....	10
8.7 Prüfdauer.....	10
9 Bestimmung der Formaldehydabgabe.....	10
9.1 Allgemeines.....	10
9.2 Prinzip.....	11
9.3 Arbeitsablauf.....	11
9.4 Kalibrierkurve.....	11
9.5 Berechnung der absorbierten Formaldehydmenge in den Gaswaschflaschen.....	12
9.6 Berechnung der Formaldehydabgabe.....	12
10 Bestimmung des Prüfergebnisses.....	13
11 Angabe der Ergebnisse.....	13
12 Prüfbericht.....	13
Anhang A (normativ) Prüfkammern.....	17
A.1 Option 1: Große Prüfkammer.....	17
A.2 Option 2: 1 m ³ -Prüfkammer.....	18
A.3 Option 3: 0,225 m ³ -Prüfkammer.....	19
Anhang B (normativ) Bestimmung der Luftwechselzahl.....	28
B.1 Prinzip.....	28
B.2 Geräte für die Messung.....	28
B.3 Durchführung.....	28
B.4 Auswertung.....	28
Anhang C (normativ) Bestimmung des Wertes der Ausgleichskonzentration.....	30
C.1 Prinzip.....	30
C.2 Bestimmung des Wertes der Ausgleichskonzentration.....	30
C.3 Ausnahmemerkmale.....	31
Anhang D (informativ) Analytischer Arbeitsablauf bei der fluorimetrischen Bestimmung des Formaldehydgehaltes.....	34
D.1 Hantzsch-Reagenz.....	34
D.2 Luftprobenahme und Analyse.....	34
D.3 Geräte für die chemische Analyse.....	34
D.4 Kalibrierkurve.....	34
D.5 Berechnung der absorbierten Formaldehydmenge in den Gaswaschflaschen und Berechnung der Formaldehydabgabe.....	35
Anhang E (informativ) Literaturhinweise.....	36

Vorwort

Dieses Dokument (prEN 717-1) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 112 „Holzwerkstoffe“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird ENV 717-1:1998 ersetzen.

Diese Europäische Norm gehört zu einer Normenreihe, die Verfahren zur Bestimmung des Formaldehydpotentials oder der Formaldehydabgabe von Holzwerkstoffen festlegt. Die anderen Normen dieser Reihe sind:

EN 120, *Holzwerkstoffe — Bestimmung des Formaldehydgehalts — Extraktionsverfahren genannt Perforator-methode.*

EN 717-2, *Holzwerkstoffe — Bestimmung der Formaldehydabgabe — Teil 2: Formaldehydabgabe nach der Gasanalyse-Methode.*

EN 717-3, *Holzwerkstoffe — Bestimmung der Formaldehydabgabe — Teil 3: Formaldehydabgabe nach der Flaschen-Methode.*

Diese Europäische Norm basiert auf dem CEN-Bericht CR213 „Spanplatten — Bestimmung der Formaldehydabgabe unter spezifischen Bedingungen“ und dem COST-Projekt 613: Innenraumluftqualität und ihre Auswirkung auf den Menschen, Bericht Nr 2: „Formaldehydabgabe von Holzwerkstoffen: Richtlinie zur Bestimmung der Ausgleichskonzentration in Prüfkammern“.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Vornorm anzukündigen: Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, die Tschechische Republik und das Vereinigte Königreich.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm legt ein Verfahren für die Bestimmung der Formaldehydabgabe von Holzwerkstoffen fest mittels der Ausgleichskonzentration in einer Klimakammer unter definierten, praxisnahen Bedingungen. Als Optionen werden drei Prüfkammertypen beschrieben. Diese Prüfkammermethode erlaubt auch die Schätzung von Formaldehydkonzentrationen unter verschiedenen Praxisbedingungen mittels mathematischer Modelle.

2 Normative Verweisungen

Diese Europäische Norm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nur zu dieser Europäischen Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation (einschließlich Änderungen).

EN 326-1, *Holzwerkstoffe — Probenahme, Zuschnitt und Überwachung — Teil 1: Probenahme und Zuschnitt der Prüfkörper sowie Angabe der Prüfergebnisse.*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieser Europäischen Norm gelten die folgenden Begriffe.

3.1

Kammervolumen

gesamtes Luftvolumen der unbeladenen Kammer, einschließlich rezirkulierender Umluftleitungen, ausgedrückt in Kubikmeter (m^3)

3.2

Beladungsfaktor

Verhältnis der Gesamtoberfläche der Prüfkörper, die Schmalflächen ausgenommen, zum Kammervolumen, ausgedrückt in Quadratmeter je Kubikmeter (m^2/m^3)

3.3

Luftwechselzahl

Quotient aus dem je Stunde durch die Kammer strömenden Luftvolumen (m^3/h) und dem Kammervolumen (m^3)

3.4

Luftgeschwindigkeit

Geschwindigkeit der Luft nahe der Oberfläche der Prüfkörper, ausgedrückt in Meter je Sekunde (m/s)

3.5

Ausgleichskonzentration

die Ausgleichskonzentration (siehe Abschnitt 10) ist erreicht, wenn die Formaldehydabgabe der Holzwerkstoffe unter den Prüfbedingungen quasi konstant ist, das heißt, die Formaldehydkonzentration in der Kammer bleibt konstant

ANMERKUNG In der Praxis lässt sich eine echte Ausgleichskonzentration nicht erreichen, weil Formaldehyd irreversibel emittiert wird. Diese Norm legt daher die Bedingungen des Ausgleichszustandes für die Durchführung der Prüfung fest.

3.6

Abgabewert

der Abgabewert ist die Ausgleichskonzentration für Formaldehyd in der Kammer, die bei konstanter Temperatur und relativer Luftfeuchte, konstantem Beladungsfaktor und konstanter Luftwechselzahl erhalten wird, massenbezogen ausgedrückt in Milligramm Formaldehyd je Kubikmeter Luft (mg/m^3)

ANMERKUNG Bei 23 EC und 1 013 hPa besteht folgende Beziehung für Formaldehyd:

1 ppm (part per million) = 1,24 mg/m^3

1 mg/m^3 = 0,81 ppm (parts per million)

4 Prinzip

Prüfkörper mit einer bekannten Oberfläche werden in eine Kammer gebracht, in der die Temperatur, die relative Luftfeuchte, die Luftgeschwindigkeit und die Luftwechselzahl unter definierten Bedingungen gehalten werden. Der von den Prüfkörpern abgegebene Formaldehyd vermischt sich mit der Luft in der Kammer. Die Luft in der Kammer wird periodisch gemessen. Die Formaldehydkonzentration wird bestimmt, indem man Luft aus der Kammer durch Gaswaschflaschen leitet, die Wasser enthalten, welches den Formaldehyd absorbiert. Die Formaldehydkonzentration im Wasser wird bestimmt. Die Formaldehydkonzentration in der Kammerluft wird errechnet aus der Konzentration im Wasser in den Gaswaschflaschen und dem Volumen der Luftprobe. Sie wird in Milligramm je Kubikmeter (mg/m^3) ausgedrückt. Die Probenahme wird in regelmäßigen Abständen fortgesetzt, bis die Ausgleichskonzentration für Formaldehyd erreicht ist.

ANMERKUNG 1 Die Prüfkammer-Methode kann ebenfalls für andere formaldehydabgebende Produkte als Holzwerkstoffe verwendet werden.

ANMERKUNG 2 Die Einflüsse von Temperatur, relativer Luftfeuchte, Beladungsfaktor und Luftwechselzahl auf die Formaldehyd-Konzentration in der Kammer-Atmosphäre können durch die Andersen-Formel beschrieben werden. Eine Wechselwirkung zwischen dem Aufbau der Prüfkörper, insbesondere der Oberflächen, und der Luftgeschwindigkeit ist ebenfalls festzustellen, kann jedoch nicht exakt durch eine Formel beschrieben werden.

5 Reagenzien

5.1 Allgemeines

Für die Analyse müssen Reagenzien und Wasser von analysenreiner Qualität verwendet werden.

5.2 Acetylaceton-Lösung

4 ml Acetylaceton werden in einen 1 000-ml-Messkolben gegeben und bis zur Markierung mit Wasser aufgefüllt.

5.3 Ammoniumacetat-Lösung

200 g Ammoniumacetat werden in Wasser in einem 1 000-ml-Messkolben aufgelöst und bis zur Markierung mit Wasser aufgefüllt.

ANMERKUNG Im Handel erhältliche vorbereitete Lösungen dürfen verwendet werden.

6 Prüfeinrichtungen

6.1 Prüfkammer

6.1.1 Allgemeines

Diese Norm gilt für verschiedene Prüfkammern zur Bestimmung der Formaldehydabgabe, die im Anhang A beschreiben sind.

Allgemeine Beschreibungen und Anforderungen, die für alle Arten von in dieser Norm einbezogenen Prüfkammern gelten, werden in 6.1.2 bis 6.1.8 angegeben.

6.1.2 Prüfkammermaterialien

Die für die Innenwände und Lüftungskanäle der Prüfkammern verwendeten Materialien müssen eine glatte Oberfläche haben, die vor der Prüfung wirksam mit Wasser gereinigt werden kann. Die Oberfläche muss so inert wie möglich sein und so wenig Formaldehyd wie möglich aufnehmen.

ANMERKUNG Geeignete Materialien sind nichtrostender Stahl oder Aluminium (sandgestrahlt oder poliert) sowie Glas oder einige Kunststoffsorten (PVC, PMMA).

6.1.3 Luftdichtheit der Prüfkammer

Die Prüfkammer muss luftdicht sein, um einen unkontrollierten Luftwechsel zu vermeiden.

Die Kriterien für die Luftdichtheit sind in 8.2.2 aufgeführt.

6.1.4 Luftzirkulation in der Prüfkammer

Die Prüfkammer muss mit Einrichtungen (wie einem Ventilatorsystem) ausgerüstet sein, um:

- ein intensives Mischen der Kammerluft und
- eine Luftgeschwindigkeit von 0,1 m/s bis 0,3 m/s an der Oberfläche der Prüfkörper sicherzustellen (siehe 8.2.5).

6.1.5 Luftwechsellanlage

Die Prüfkammer muss mit einer Luftein- und/oder -auslassanlage ausgerüstet sein, die den Luftwechsel (Ersatz der Prüfkammerluft durch saubere, aufbereitete Luft) mit einer Fehlergrenze von 5 % bei einer Luftwechselzahl von 1/h regelt.

Es sind Vorkehrungen zu treffen, dass der Einlass für die saubere Luft und das Luftzirkulationssystem so angebracht sind, dass eine ausreichende Durchmischung der Luft sichergestellt ist, und dass die Umgebungsluft auch nicht während der Probenahme in den Luftauslass eindringen kann.

6.1.6 Versorgung der Prüfkammer mit sauberer Luft

Apparative Ausrüstung, die saubere Luft mit einer maximalen Formaldehydkonzentration von 0,006 mg/m³ (0,005 ppm) liefert.

6.1.7 Regelungssysteme für Temperatur und relative Luftfeuchte

Apparative Ausrüstungen, die die Temperatur und die relative Luftfeuchte in der Prüfkammer innerhalb der folgenden Grenzabweichungen halten:

- Temperatur: $(23 \pm 0,5) \text{ } ^\circ\text{C}$
- relative Luftfeuchte: $(45 \pm 3) \%$

6.1.8 Ausrüstung zur Überwachung der Prüfbedingungen

Messeinrichtung und Aufzeichnungsgeräte zur ständigen oder regelmäßigen Überwachung der festgelegten Prüfbedingungen mit folgenden Fehlergrenzen:

- Temperatur: 0,1 °C
- relative Luftfeuchte: 1 %
- Luftwechselzahl: 3 %
- Luftgeschwindigkeit: 0,05 m/s

6.2 Luftprobenahmesystem

6.2.1 Allgemeines

Bild 1 zeigt das Schema eines Luftprobenahmesystems zur Bestimmung der Formaldehydkonzentration in der Luft der Prüfkammer. Die Probenahmesonde muss am Luftauslass oder in der Prüfkammer nahe demselben angebracht werden.

ANMERKUNG Andere Luftprobenahmesysteme dürfen verwendet werden, wenn nachgewiesen wurde, dass sie zum gleichen Ergebnis führen.

6.2.2 Geräte

Das Luftprobenahmesystem besteht aus folgenden Komponenten, die in Bild 1 aufgeführt sind. Die Zahlenangaben in Klammern beziehen sich auf die Positionsnummern in Bild 1:

6.2.2.1 Probenahmesonde (1)

6.2.2.2 Zwei 100-ml-Gaswaschflaschen mit Wasser zur Absorption und anschließend Formaldehydbestimmung (2)

6.2.2.3 Trockenturm mit Silikagel zur Aufnahme der Luftfeuchte (3)

6.2.2.4 Nadelventil (4)

6.2.2.5 Gaspumpe (5)

6.2.2.6 Gasdurchflussmessgerät (6)

6.2.2.7 Volumendurchflussmessgerät (mit Thermometer) (7)

6.2.2.8 Luftdruckmessgerät (8)

6.3 Geräte für die chemische Analyse

6.3.1 Spektrophotometer geeignet für Küvetten mit mindestens 50 mm Schichtdicke zur Messung der Absorption bei 412 nm

6.3.2 Wasserbad, das in der Lage ist, eine Temperatur von (40 ± 1) °C zu halten

6.3.3 Sechs Messkolben, 100 ml (kalibriert bei 20 °C)

6.3.4 Zwei Messkolben, 1 000 ml (kalibriert bei 20 °C)

6.3.5 Pipetten 5 ml, 10 ml, 15 ml, 20 ml, 25 ml, 50 ml, and 100 ml (kalibriert bei 20 °C)

6.3.6 Mikrobürette

6.3.7 Sechs Flaschen, 50 ml, mit Verschlüssen

6.3.8 Waage, Skalenteilungswert 0,001 g

6.4 Geräte zur Überprüfung der Luftwechselzahl

6.4.1 Gasflasche mit Spurengas

6.4.2 Detektor zur ständigen Messung des Spurengases

6.4.3 Aufzeichnungsgerät

ANMERKUNG Distickstoffoxid (N_2O) mit Infrarot-Erkennung (IR) hat sich als geeignetes Spurengas erweisen.

7 Prüfkörper

Die Probenahme erfolgt nach den allgemeinen Prinzipien der EN 326-1, wobei die Prüfkörper für eine Gesamtbeladung von $1 \text{ m}^2/\text{m}^3$ (siehe Anhang A) zugeschnitten werden. Die Prüfkörper sind unmittelbar nach dem Zuschnitt hermetisch zu verpacken. Sie müssen bis zum Beginn der Prüfung eingepackt bleiben.

8 Durchführung

8.1 Prüfbedingungen

Folgende Bedingungen müssen während der gesamten Prüfung beibehalten werden:

- Temperatur ($23 \pm 0,5$) °C;
- relative Luftfeuchte (45 ± 3) %;
- Beladungsfaktor ($1,0 \pm 0,02$) m²/m³;
- Luftwechselzahl ($1,0 \pm 0,05$)/h;
- Luftgeschwindigkeit an der Oberfläche der Prüfkörper (siehe 8.2.5) (0,1 bis 0,3) m/s.

8.2 Nachweis der Prüfbedingungen

8.2.1 Versorgung der Prüfkammer mit sauberer Luft

Bei Bestimmung wie in Abschnitt 9 festgelegt, darf der Formaldehydgehalt in der Luft für die Prüfkammer 0,006 mg/m³ (0,005 ppm) nicht übersteigen.

8.2.2 Luftdichtheit der Prüfkammer

Um ungewollten Luftaustausch durch Eindringen von Umgebungsluft zu verhindern, muss die Prüfkammer mit einem leichten Überdruck betrieben werden.

Die Luftdichtheit muss regelmäßig überprüft werden, entweder durch Druckabfallmessungen oder durch gleichzeitiges Vergleichen der Volumendurchflüsse am Luftein- und -austritt oder durch Messungen mittels Spurengas.

Die Prüfkammer wird als ausreichend luftdicht angesehen, wenn mindestens eine der folgenden Anforderungen erfüllt ist:

- der Luftverlust ist geringer als $10^{-2} \times$ Kammervolumen je Minute bei einem Überdruck von 1 000 Pa;
- die Luftmengen im Ein- und -auslassstrom differieren um weniger als 2 %;
- die Verdünnung des Spurengases ist geringer als 0,05/h.

8.2.3 Systeme zur Kontrolle der Temperatur und der relativen Luftfeuchte

Die Temperaturkontrolle ist durchzuführen, indem entweder die Prüfkammer an einem Ort mit der erforderlichen Temperatur aufgestellt wird, oder indem die Temperatur innerhalb der Prüfkammer kontrolliert wird.

Im letzteren Fall müssen die Kammerwände effektiv isoliert werden, um Kondensatwasserbildung an den Innenseiten der Kammerwände zu verhindern.

Die Kontrolle der relativen Luftfeuchte erfolgt entweder durch eine externe Feuchtekontrolle der Frischluft oder durch eine interne Kontrolle der Kammerluft. Im letzteren Fall sind Vorkehrungen zu treffen, um das Auftreten von Kondensat- oder Spritzwasser in der Prüfkammer zu verhindern.

Temperatur und relative Luftfeuchte müssen ständig oder regelmäßig und unabhängig von der Klimatisierungsanlage überprüft werden. Hierfür müssen Sensoren an geeigneten Stellen in der Prüfkammer angebracht werden.

Nach Beladung der Prüfkammer sind anfängliche Abweichungen von Temperatur und relativer Luftfeuchte, die auf die Umgebungsluft und unklimateisierte Prüfkörper zurückzuführen sind, aufzuzeichnen.

8.2.4 Luftwechselzahl

Die Zufuhr sauberer und klimatisierter Luft muss ständig oder regelmäßig überwacht werden. Geeignete Verfahren sind in Anhang A aufgeführt.

Die Luftwechselzahl darf nicht um mehr als $\pm 0,05$ Luftwechsel je Stunde variieren.

Die effektive Luftwechselzahl muss regelmäßig überprüft werden, entweder durch Verwendung eines geeichten Gasvolumenmessgerätes, oder indem das in Anhang B beschriebene Spurengasverfahren verwendet wird.

8.2.5 Luftgeschwindigkeit in der Prüfkammer

Vor Beginn der Prüfung ist die Luftgeschwindigkeit in der mit Prüfkörpern beladenen Prüfkammer auf einen Wert von 0,1 m/s bis 0,3 m/s einzustellen, gemessen an geeigneten Stellen nicht mehr als 20 mm über die Oberfläche der Prüfkörper.

ANMERKUNG 1 Geeignete Geräte für die Messung der Luftgeschwindigkeit sind Hitzdraht- oder Filmanemometer, kalibriert im Bereich 0 m/s bis 0,5 m/s.

Die Positionen der Messstellen richten sich nach dem Volumen der Prüfkammer und der Art der Luftführung.

ANMERKUNG 2 Die Luftgeschwindigkeit sollte bei großen Prüfkammern ($\geq 12 \text{ m}^3$) an mindestens 4 Stellen und bei kleinen Prüfkammern (1 m^3 oder $0,225 \text{ m}^3$) an mindestens 2 Stellen gemessen werden.

8.2.6 Funktion der Prüfkammer

Die Funktion der Prüfkammer kann nach einem Verfahren geprüft werden, welches von Hoetjer und Koerts im CEN-Report CR 213 beschrieben wurde (zitiert in Anhang E).

8.3 Vorbereitung der Prüfkammer

Die Prüfkammer wird auf die in 8.1 festgelegten Bedingungen eingestellt. Die Bestimmung der Formaldehydkonzentration (siehe 8.6) in der leeren Kammer („Hintergrundkonzentration“) darf nicht eher als 1 h nach Einstellung der Bedingungen nach 8.1 erfolgen.

Wenn die Formaldehydkonzentration in der Kammerluft $0,006 \text{ mg/m}^3$ oder weniger beträgt, kann die Kammer mit den Prüfkörpern beladen werden.

ANMERKUNG Wenn die Formaldehydkonzentration höher als $0,006 \text{ mg/m}^3$ liegt, dann sollte die Kammer im Leerzustand betrieben werden, bis die tolerierte Hintergrundkonzentration von $0,006 \text{ mg/m}^3$ erreicht ist. Falls notwendig, sollten vor Beginn der Luftreinigung Staub und Späne vom Boden entfernt und die Wände und anderen Oberflächen in der Prüfkammer gesäubert werden.

8.4 Vorbereitung der Prüfkörper

8.4.1 Allgemeines

Die Prüfkörper werden ausgepackt, falls erforderlich werden die Kanten abgedichtet und dann werden die Prüfkörper in die Prüfkammer gelegt. Das Verhältnis der Länge offener (nicht abgedichteter) Kanten U bezogen auf die Oberfläche A muss $U/A = 1,5 \text{ m/m}^2$ betragen.

ANMERKUNG Aufgrund des konstanten Verhältnisses $U/A = 1,5 \text{ m/m}^2$ hängt der prozentuale Anteil offener Kantenfläche bezogen auf die Oberfläche von der Dicke des Prüfkörpers ab, wie folgendes Beispiel zeigt:

Plattendicke	Prozentualer Anteil offener Kantenfläche
10 mm	1,5 %
19 mm	2,8 %
32 mm	4,8 %

8.4.2 Große Prüfkammern (siehe A.1)

Bei den 1 m × 2 m-Prüfkörpern für die Prüfung in großen Prüfkammern ($\geq 12 \text{ m}^3$) darf keine Abdichtung der Kanten vorgenommen werden. Der Umfang, das heißt die Länge offener (nicht abgedichteter) Kanten U , beträgt 6 m bei 1 m × 2 m-Prüfkörpern und die Oberfläche A beträgt 4 m^2 . Daraus ergibt sich ein Verhältnis U/A von $1,5 \text{ m/m}^2$.

8.4.3 Kleine Prüfkammern (siehe A.2 und A.3)

Um das Verhältnis $U/A = 1,5 \text{ m/m}^2$ auch bei kleineren Prüfkörpern in kleinen Prüfkammern zu erhalten, ist es notwendig, die Kanten teilweise abzudichten. Die Abdichtung sollte mit einem selbstklebenden Aluminiumband erfolgen.

ANMERKUNG Die Länge der abzudichtenden Kanten wird in A.2.3 für 1 m^3 -Kammern und in A.3.3 für $0,225 \text{ m}^3$ -Kammern angegeben.

8.5 Beladung und Beginn der Prüfung

Die Prüfkörper werden in die Prüfkammer eingebracht. Sie müssen vertikal und etwa in der Mitte der Kammer aufgestellt sein, die Oberflächen parallel zur Richtung der Luftströmung ausgerichtet und mindestens 200 mm voneinander entfernt (siehe Bilder A.1 bis A.5 und A.7). Die erste Luftprobenahme darf nicht eher als 3 h nach Beladung der Prüfkammer und Beginn der Prüfung durchgeführt werden.

8.6 Luftprobenahme und Analyse

In jede Gaswaschflasche werden mindestens 25 ml Wasser gegeben und diese danach an die Probenahmeapparatur (siehe 6.2 und Bild 1) angeschlossen. Aus der Prüfkammerluft wird ein Mindestvolumen von 120 l mit einer Probenahmegeschwindigkeit von etwa 2 l/min durch die Gaswaschflaschen geleitet. Die Masse der Absorptionslösung muss nach jeder Probenahme bestimmt werden. 10 ml von jeder Absorptionslösung werden in eine 50-ml-Flasche pipettiert und mit jeweils 10 ml Acetylaceton-Lösung (siehe 5.2) und 10 ml Ammoniumacetat-Lösung (siehe 5.3) versetzt. Die Flasche wird verschlossen und der Formaldehydgehalt, wie in Abschnitt 9 beschrieben, bestimmt.

ANMERKUNG Das Volumen der Luftprobe ist abhängig von der Formaldehydkonzentration. Bei photometrischer Bestimmung ist die oben genannte Probenahme geeignet für Konzentration größer als $0,005 \text{ mg/m}^3$. Für die Bestimmung geringerer Konzentrationen sollte das Volumen der Luftprobe erhöht und/oder das Volumen der Absorptionslösung verringert werden. Die Empfindlichkeit der Analyse kann auch erhöht werden durch die fluorimetrische Bestimmung des Reaktionsproduktes (Diacetyl-dihydrolutidin) anstelle der photometrischen Bestimmung. Außerdem sollte der Masseverlust der Absorptionslösung bestimmt werden und ein ausreichender Wasserstand über den Einsätzen der Gaswaschflaschen sichergestellt werden.

8.7 Prüfdauer

Die Probenahme wird solange zweimal am Tag durchgeführt, bis genug Werte vorliegen, um die Ausgleichskonzentration zu berechnen (siehe Anhang C).

ANMERKUNG Die Zeitspanne zwischen zwei Probenahmen sollte mehr als 3 h betragen.

9 Bestimmung der Formaldehydabgabe

9.1 Allgemeines

Der Formaldehydgehalt der wässrigen Absorptionslösung von jeder Probenahme wird photometrisch nach dem Acetylaceton-Verfahren bestimmt.

ANMERKUNG Zur Verbesserung der Analyseempfindlichkeit kann der Formaldehydgehalt auch fluorimetrisch bestimmt werden (Arbeitsablauf siehe Anhang D).

9.2 Prinzip

Die Bestimmung basiert auf der so genannten Hantzschschen Reaktion, bei welcher Formaldehyd mit Acetylaceton und Ammoniumionen zu Diacetyldihydrolutidin (DDL) (siehe Bild 2) reagiert. DDL hat ein Absorptionsmaximum bei 412 nm. Die Reaktion ist spezifisch für Formaldehyd.

9.3 Arbeitsablauf

Die verschlossenen Flaschen (siehe 8.6) werden 15 min im Wasserbad bei $(40 \pm 1)^\circ\text{C}$ erwärmt. Die Lösungen werden unter Lichtausschluss 1 h bei Umgebungstemperatur gelagert. Die Absorption der Lösungen wird mit einem Spektrophotometer bei einer Wellenlänge von 412 nm gegen Wasser unter Benutzung einer Küvette mit 50 mm Schichtdicke bestimmt (siehe 6.3.1).

Ein Blindwert wird parallel mit einer Lösung von 10 ml Wasser, 10 ml Acetylaceton-Lösung (siehe 5.2) und 10 ml Ammoniumacetat-Lösung (siehe 5.3) bestimmt und bei der Berechnung des Formaldehydgehaltes der ProbenahmeLösung berücksichtigt.

ANMERKUNG Küvetten mit größerer Schichtdicke können benutzt werden, bedürfen aber anderer Kalibrierkurven. Außerdem ist in diesem Fall eine geänderte Art der Auswertung erforderlich.

9.4 Kalibrierkurve

9.4.1 Allgemeines

Die Kalibrierkurve (siehe Bild 3) wird mittels einer Formaldehyd-Standardlösung erstellt, deren Konzentration durch iodometrische Titration bestimmt wurde. Diese Kalibrierkurve muss mindestens einmal je Woche überprüft werden.

9.4.2 Formaldehyd-Standardlösung

Reagenzien:

- Iodlösung $c(\text{I}_2) = 0,05 \text{ mol/l}$
- Natriumthiosulfatlösung $c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0,1 \text{ mol/l}$
- Natronlaugelösung $c(\text{NaOH}) = 1 \text{ mol/l}$
- Schwefelsäurelösung $c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1 \text{ mol/l}$

Der Titer der Lösungen muss vor Gebrauch überprüft werden.

- Stärkelösung 1 % Massenanteil

Etwa 1 g Formaldehydlösung (Konzentration 35 % bis 40 %) wird in einem 1 000-ml-Messkolben mit Wasser gelöst und bis zur Markierung aufgefüllt. Die exakte Formaldehydkonzentration wird wie folgt bestimmt:

20 ml der Formaldehyd-Standardlösung werden mit 25 ml Iodlösung und 10 ml Natronlauge gemischt. Der Mischung werden, nach 15 min Standzeit vor Licht geschützt, 15 ml Schwefelsäurelösung hinzugefügt. Das überschüssige Iod wird mit der Natriumthiosulfatlösung zurücktitriert. Gegen Ende der Titration werden einige Tropfen Stärkelösung als Indikator zugegeben. Ein Blindversuch wird mit 20 ml Wasser parallel durchgeführt.

Der Formaldehydgehalt wird wie folgt berechnet:

$$c(\text{HCHO}) = (V_0 - V) \times 15 \times c(\text{NA}_2\text{S}_2\text{O}_3) \times 1\,000/20 \quad (1)$$

Dabei ist:

- $c(\text{HCHO})$ die Formaldehydkonzentration, in Milligramm je Liter;
- V das Volumen der verbrauchten Thiosulfatlösung in Milliliter;
- V_0 das Volumen der verbrauchten Thiosulfatlösung für den Blindversuch in Milliliter;
- $c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$ die Thiosulfatkonzentration, in Mol je Liter.

ANMERKUNG 1 ml 0,1 mol/l-Thiosulfatlösung entspricht 1 ml 0,05-mol/l-Iodlösung und 1,5 mg Formaldehyd.

9.4.3 Formaldehyd-Kalibrierlösung

Von der Formaldehyd-Standardlösung, bestimmt nach 9.4.2, wird ein Volumen, welches 3 mg Formaldehyd enthält, mit einer Mikrobürette in einen 1 000-ml-Messkolben abpipettiert und mit Wasser bis zur Markierung aufgefüllt. 1 ml dieser Kalibrierlösung enthält 3 µg Formaldehyd.

9.4.4 Bestimmung der Kalibrierkurve

Von der Formaldehyd-Kalibrierlösung (siehe 9.4.3) werden 0 ml, 1 ml, 5 ml, 10 ml, 20 ml, 50 ml oder 100 ml in einen 100-ml-Messkolben abpipettiert und mit Wasser bis zur Markierung aufgefüllt. 10 ml jeder Verdünnung werden nach dem gleichen Verfahren, wie unter 9.3 beschrieben, photometrisch analysiert. Die Extinktionen werden gegen die Formaldehydkonzentration c (zwischen 0 und 0,003 mg/ml) auf Millimeterpapier graphisch aufgetragen (siehe Beispiel in Bild 3). Die Steigung f wird graphisch bestimmt oder berechnet.

9.5 Berechnung der absorbierten Formaldehydmenge in den Gaswaschflaschen

Der aus der Luft, die durch die Gaswaschflaschen geleitet wurde, absorbierte Formaldehyd wird nach folgender Gleichung berechnet:

$$G = (A_s - A_b) \cdot f \cdot V_{\text{sol}} \quad (2)$$

Dabei ist:

- G der Gehalt an Formaldehyd in jeder Absorptionslösung, in Milligramm;
- A_s die Extinktion der Lösung aus der Gaswaschflasche;
- A_b die Extinktion des Blindwertes (siehe 9.3);
- f der Steigungsfaktor der Kalibrierkurve für die Formaldehyd-Standardlösung, in Milligramm je Milliliter;
- V_{sol} das Volumen der Absorptionslösung, in Milliliter.

Die Werte G der beiden Absorptionslösungen werden zu Gesamtgehalt an Formaldehyd G_{tot} addiert.

9.6 Berechnung der Formaldehydabgabe

Die Formaldehydabgabe aus dem geprüften Holzwerkstoff, ausgedrückt als Konzentration in der Luft der Prüfkammer, wird nach folgender Gleichung berechnet:

$$c = G_{\text{tot}} / V_{\text{air}} \quad (3)$$

Dabei ist:

- c die Formaldehydkonzentration, in Milligramm je Kubikmeter;
- G_{tot} der Gesamtgehalt von Formaldehyd in den Absorptionslösungen, in Milligramm;
- V_{air} das Volumen der Luftprobe, in Kubikmeter.

ANMERKUNG Das Volumen der Luftprobe sollte auf eine Normaltemperatur von 23 EC und einen Normalluftdruck von 1 013 hPa bezogen werden.

10 Bestimmung des Prüfergebnisses

Die Prüfung darf frühestens nach 4 Tagen beendet werden, vorausgesetzt dass unter Berücksichtigung der Genauigkeit des Prüfverfahrens kein Prüfergebnis aus 4 aufeinander folgenden Tagen den Grenzwert überschreitet und die lineare Regressionsfunktion aus den Prüfergebnissen dieser 4 Tage um nicht mehr als $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ansteigt.

Der Wert der Ausgleichskonzentration wird berechnet nach dem in Anhang C beschriebenen Verfahren. Für die Berechnung wird eine Mindestdauer der Kammerprüfung von 10 Tagen festgelegt, wobei die Formaldehydkonzentration an mindestens 7 Tagen gemessen werden muss (nicht unbedingt aufeinander folgende Tage). Je Tag sind mindestens 2 Formaldehydbestimmungen erforderlich. Der Ausgleichszustand ist erreicht, wenn der Abfall der berechneten Konzentrationskurve gleich oder niedriger als 5 % für eine Prüfdauer von 4 Tagen ist ($\delta = 0,05$, siehe Anhang C). Falls diese Bedingung nicht innerhalb von 10 Tagen erfüllt wird, ist die Prüfung fortzusetzen. Falls die Bedingung für den Ausgleichszustand nicht innerhalb von 28 Tagen (672 h) erreicht ist, wird der mittels der kompletten Potenzfunktion für den 28sten Tag der Prüfung berechnete Werte als Wert für die Ausgleichskonzentration definiert.

11 Angabe der Ergebnisse

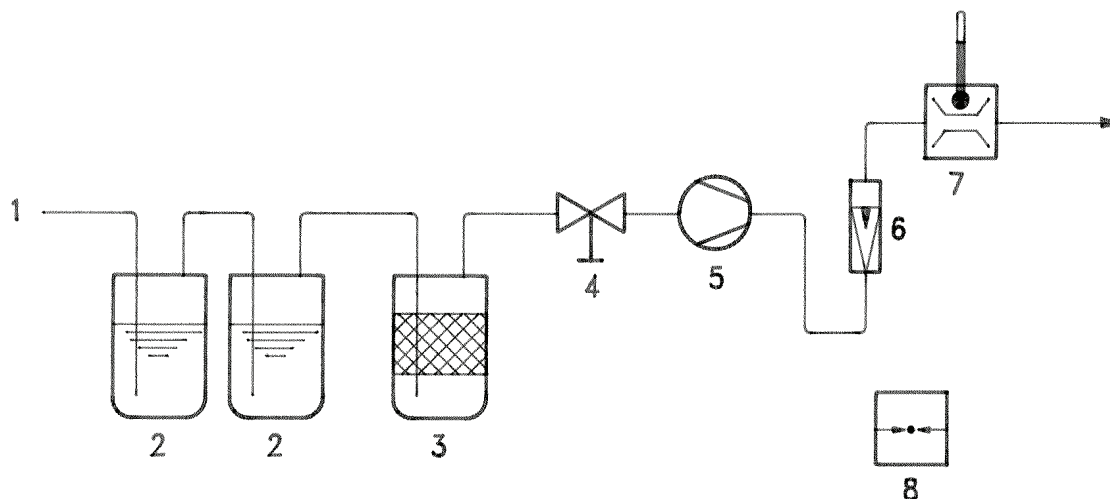
Der Wert für die Ausgleichskonzentration wird angegeben in Milligramm je Kubikmeter (mg/m^3), gerundet auf $0,01 \text{ mg}/\text{m}^3$. Die Prüfdauer (in Stunden) bis zum Erreichen der Ausgleichskonzentration ist hinter dem Wert in Klammern anzugeben.

ANMERKUNG Ein Ringversuch unter Beteiligung mehrerer europäischer Prüfinstitute mit verschiedenen Holzwerkstoffen hat Standardabweichungen zwischen 14 % (Material mit hoher Formaldehydabgabe) und 20 % (Material mit niedriger Formaldehydabgabe) ergeben.

12 Prüfbericht

Der Prüfbericht muss nach EN 326-1 erstellt werden. Zusätzlich muss er folgende Informationen enthalten. Wenn die unter a) bis g) genannten Angaben nicht bekannt sind, ist hierauf hinzuweisen:

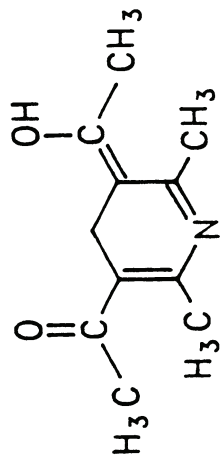
- a) Typ der Prüfkammer (Option);
- b) Falls notwendig und bekannt, Herstellername, Datum und Ort der Herstellung, Art der Versendung sowie Behandlung zwischen Ankunft im Prüflaboratorium und Beginn der Prüfung;
- c) Datum von Beginn und Ende der Prüfung;
- d) Kurze Beschreibung der Prüfbedingungen und des angewendeten Analyseverfahrens;
- e) Der Wert der Ausgleichskonzentration, in Milligramm Formaldehyd je Kubikmeter (mg/m^3);
- f) Prüfdauer bis zum Erreichen des Wertes der Ausgleichskonzentration;
- g) Beschreibung weiterer Einzelheiten (z. B. Bericht über Verfahren, die nicht in Übereinstimmung mit dieser Norm sind).

**Legende**

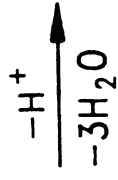
- 1 Probenahmesonde
- 2 Gaswaschflasche
- 3 Trockenturm mit Silikagel
- 4 Nadelventil

- 5 Gaspumpe
- 6 Gasdurchflussmessgerät
- 7 Volumendurchflussmessgerät mit Thermometer
- 8 Luftdruckmessgerät

Bild 1 — Beispiel eines Probenahmesystems zur Bestimmung der Formaldehydkonzentration in Luft



Diacetyldihydrolutidin (gelb)



Ammoniumion

+



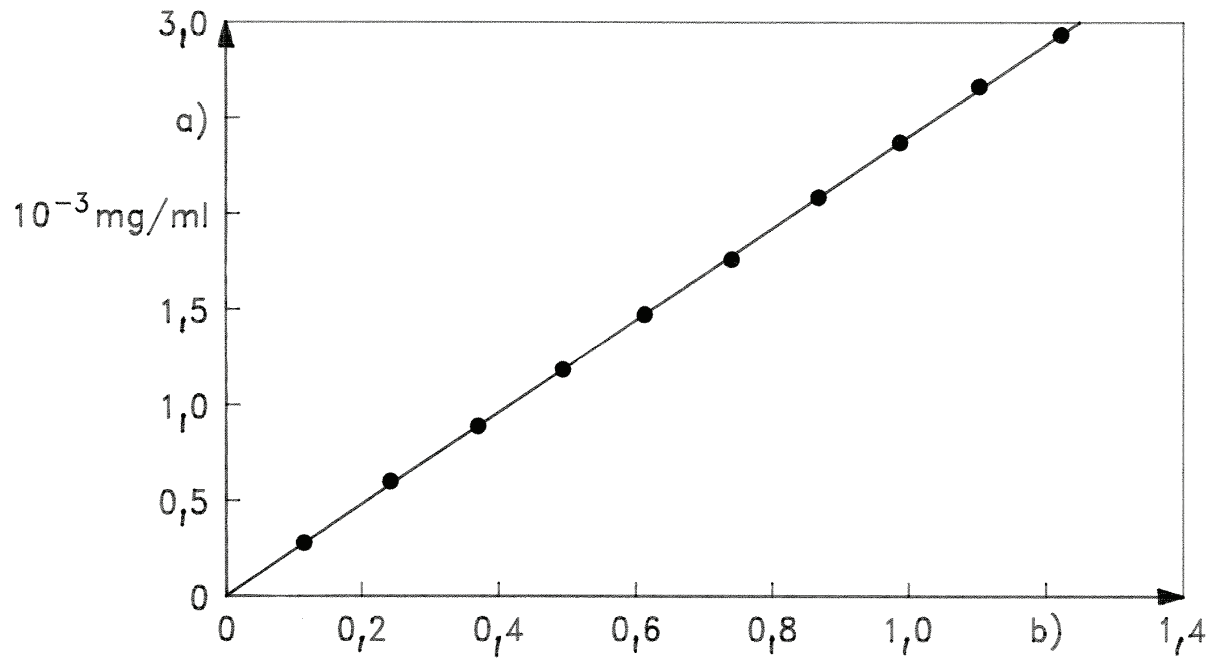
Formaldehyd

+



Acetylaceton

Bild 2 — Reaktionsschema des Acetylaceton-Verfahrens



$$c = f \cdot (A_s - A_b)$$

Legende

- a) Konzentration der verdünnten Kalibrierlösung c
- b) Extinktion $A_s - A_b$

Bild 3 — Beispiel einer Kalibrierkurve für Formaldehyd bestimmt nach dem Acetylaceton-Verfahren (Schichtdicke 50 mm)

Anhang A (normativ)

Prüfkammern

A.1 Option 1: Große Prüfkammer

A.1.1 Kammervolumen und Kammerbetrieb

Große Prüfkammern werden nach dieser Norm definiert als Kammern mit einem Leervolumen von mindestens 12 m^3 .

ANMERKUNG 1 Das Leervolumen der Kammer ist das Volumen des Kammerteils für die Beladung mit Prüfkörpern und sofern vorhanden des Kammerteils zur Konditionierung und Zirkulation der Luft.

Große Kammern können mit zwei unterschiedlichen Arten der Luftführung betrieben werden:

- mit paralleler Luftführung (siehe Bild A.1); oder
- mit zirkulärer Luftführung (siehe Bild A.2).

Die Temperatur und die relative Luftfeuchte können in der Kammer mit speziellen Vorrichtungen (Luftherwärmer, Dampfinjektor) oder über vorkonditionierte Luftzufuhr eingestellt werden. Kammern mit diesem Betrieb benötigen eine wirksame Wärmedämmung der Kammerwände.

ANMERKUNG 2 Die Konditionierungsvorrichtung und die Kammer sollten unter Bedingungen betrieben werden, bei denen eine Kondensation von Wasser auf den Oberflächen nicht erfolgen kann, d. h. bei einer Temperatur oberhalb der Taupunkttemperatur.

Die Temperatur in der Prüfkammer kann auch durch die Unterbringung der Kammer in einem größeren Raum mit kontrollierter Temperatur eingestellt werden. Prüfkammern mit diesem Betrieb dürfen keine Wärmedämmung aufweisen.

Die eingebrachte Luftmenge wird durch ein Ventilations- oder Druckluftsystem eingestellt und kann durch ein Gasdurchflussmessgerät oder durch die Luftgeschwindigkeit im Einlasskanal gemessen werden. Die tatsächliche Luftwechselzahl muss regelmäßig kontrolliert werden (siehe 8.2.4).

A.1.2 Konstruktionsprinzip

Die Prüfeinrichtungen (siehe Bilder A.1 und A.2) bestehen aus folgenden Komponenten (die Zahlenangaben in Klammern beziehen sich auf die Positionsnummern in den Bildern A.1 und A.2):

A.1.2.1 Klimakontrollierte Prüfkammer (1)

ANMERKUNG Große Kammern sollten als Volumen ein Mehrfaches von 4 m^3 mit einem Mindestvolumen von 12 m^3 aufweisen, um die Verwendung gleicher Prüfkörperformate ($1,0 \text{ m} \times 2,0 \text{ m} \times \text{Plattendicke}$) zu ermöglichen.

A.1.2.2 Lufteinlass mit Luftmengenregler (2)

ANMERKUNG Die zugeführte Luft sollte gereinigt werden und falls erforderlich auf eine Temperatur nahe der Prüftemperatur vorkonditioniert sein.

A.1.2.3 Umluftventilator (3)

ANMERKUNG Der Umluftventilator (ein oder mehrere) durchmischt die Kammerluft durch intensive Zirkulation. Das Konstruktionsprinzip der Kammer verstärkt die Durchmischung der Atmosphäre durch einen intensiven Luftstrom durch den nutzbaren Raum der Kammer.

A.1.2.4 Geräte zur Einstellung der Temperatur (4)

A.1.2.5 Dampfinjektor zur Einstellung der relativen Luftfeuchte (5)

A.1.2.6 Luftauslass (6)

A.1.2.7 Prüfkörper (7)

A.1.2.8 Instrumente und Sensoren für die Messung und Aufzeichnung der Temperatur, Luftfeuchte und Luftgeschwindigkeit im Luftein- und/oder -auslass

A.1.3 Prüfkörper

Die Prüfkörper sind herzustellen wie in Abschnitt 7 und 8.4 angegeben. Das Format der Prüfkörper sollte $1,0\text{ m} \times 2,0\text{ m} \times$ Plattendicke betragen. Die Prüfkammer wird mit einer Platte dieses Formats je 4 m^3 Kammer volumen beladen. Die Prüfkörper werden in der Prüfkammer, wie in den Bildern A.1 und A.2 dargestellt, aufgestellt. Die Aufstellung erfolgt parallel zur Luftströmung mit einem Mindestabstand von 200 mm zwischen den Platten.

A.2 Option 2: 1 m^3 -Prüfkammer

A.2.1 Kammervolumen und Kammerbetrieb

Prüfkammern dieses Typs haben ein Volumen von 1 m^3 und werden mit intensiver zirkulärer Luftführung betrieben (siehe Bilder A.3, A.4 und A.5).

Die klimatischen Prüfbedingungen (Temperatur, relative Luftfeuchte) können in der Kammer mit speziellen Konditionierungsvorrichtungen (Lufterwärmer, Dampfinjektor) oder über Zufuhr von vorkonditionierter Luft eingestellt werden. Kammern mit diesem Betrieb benötigen eine wirksame Wärmedämmung der Kammerwände.

ANMERKUNG 1 Die Konditionierungsvorrichtungen und die Kammer sollten unter Bedingungen betrieben werden, bei denen eine Kondensation von Wasser auf den Oberflächen nicht erfolgen kann, d. h. bei einer Temperatur oberhalb der Taupunkttemperatur.

Die Temperatur in der Prüfkammer kann auch durch die Unterbringung der Kammer in einem größeren Raum mit kontrollierter Temperatur eingestellt werden. Prüfkammern mit diesem Betrieb dürfen keine Wärmedämmung aufweisen.

ANMERKUNG 2 Bild A.6 zeigt eine Vorrichtung, die eine Einstellung der relativen Luftfeuchte auf $(45 \pm 3)\%$ ermöglicht.

Das Volumen der eingebrachten Luft wird durch eine Gaspumpe oder ein Druckluftsystem in Verbindung mit einem Gasdurchflussmessgerät (siehe Bild A.6) gemessen und eingestellt und kann mit einem kalibrierten Gasvolumenmessgerät im Luftauslass bestimmt werden. Die tatsächliche Luftwechselzahl muss regelmäßig kontrolliert werden (siehe 8.2.4).

A.2.2 Konstruktionsprinzip

Die Prüfeinrichtungen (siehe Bilder A.3, A.4 und A.5) bestehen aus folgenden Komponenten (die Zahlenangaben in Klammern beziehen sich auf die Positionsnummern in den Bildern A.3, A.4 und A.5):

A.2.2.1 Prüfkammer mit einem Kammervolumen von $1\text{ m}^3 \pm 1\%$ (1)

ANMERKUNG Die in den Bildern dargestellten Prüfkammern sind Beispiele und bestehen aus Metall, Glas oder Kunststoffplatten.

A.2.2.2 Lufteinlass (2)

ANMERKUNG Die zugeführte Luft sollte gereinigt werden und auf eine Temperatur nahe der Prüftemperatur vorkonditioniert sein. Das Volumen der durch die Kammer geleiteten Luft wird mit einem Gasvolumenmessgerät bestimmt.

A.2.2.3 Umluftventilator (mindestens einer) (3)

ANMERKUNG Der Umluftventilator durchmischt die Kammerluft durch intensive Zirkulation.

A.2.2.4 Einlass zur Einführung von Sensoren für die ständige oder regelmäßige Messung von Temperatur und relativer Luftfeuchte (4)**A.2.2.5 Luftauslass (5)****A.2.2.6 Umlenkleche oder Trennwände oder perforierte Böden****A.2.2.7 Prüfkörper****A.2.3 Prüfkörper**

Die Prüfkörper sind herzustellen wie in Abschnitt 7 und 8.4 angegeben. Das Format der Prüfkörper sollte $0,5\text{ m} \times 0,5\text{ m} \times$ Plattendicke betragen. Für dieses Format müssen $1,25\text{ m}$ der Kanten abgedichtet werden, um das Verhältnis $U/A = 1,5\text{ m/m}^2$ nach 8.4 zu erreichen; $0,75\text{ m}$ der Kanten bleiben nicht abgedichtet. Die Prüfkammer wird mit zwei Prüfkörpern dieses Formats beladen. Die Prüfkörper werden nahe dem Zentrum der Prüfkammer und parallel zur Luftströmung mit einem Mindestabstand von 200 mm voneinander aufgestellt.

A.3 Option 3: $0,225\text{ m}^3$ -Prüfkammer**A.3.1 Kammervolumen und Kammerbetrieb**

Diese Prüfkammer hat ein Volumen von $0,225\text{ m}^3$. Die Kammer wird mit zirkulärer Luftführung betrieben (siehe Bild A.7). Die Temperatur in der Prüfkammer wird durch die Unterbringung der Kammer in einen größeren Raum mit kontrollierter Temperatur eingestellt.

ANMERKUNG 1 Die Temperatur der in Bild A.7 dargestellten Kammer wird über die Temperatur des umgebenden Raumes eingestellt.

Die relative Luftfeuchte wird über den Taupunkt der eingebrachten Luft eingestellt. Die Anwendung dieses Prinzips ermöglicht eine gleichzeitige Reinigung der Luft. Die relative Luftfeuchte von $(45 \pm 3)\%$ wird durch Befeuchtung der eingebrachten Luft erreicht.

ANMERKUNG 2 Bild A.6 zeigt eine Vorrichtung, die eine Einstellung der relativen Luftfeuchte auf $(45 \pm 3)\%$ ermöglicht.

Das Volumen der eingebrachten Luft wird durch eine Gaspumpe oder ein Druckluftsystem in Verbindung mit einem Gasdurchflussmessgerät (siehe Bild A.6) gemessen und eingestellt und kann mit einem kalibrierten Gasvolumenmessgerät im Luftauslass bestimmt werden. Die tatsächliche Luftwechselzahl muss regelmäßig kontrolliert werden (siehe 8.2.4).

A.3.2 Konstruktionsprinzip

Die Prüfeinrichtungen (siehe Bild A.7) bestehen aus folgenden Komponenten (die Zahlenangaben in Klammern beziehen sich auf die Positionsnummern in Bild A.7):

A.3.2.1 Prüfkammer mit einem Volumen von $0,225\text{ m}^3 \pm 2\%$ (1)

Die Maße der Kammer sind $0,7\text{ m} \times 0,5\text{ m} \times 0,65\text{ m}$. Die Kammer ist einem größeren klimatisierten Raum untergebracht, der eine konstante Temperatur von $(23 \pm 0,5)\text{ °C}$ innerhalb der Kammer erzeugt.

A.3.2.2 Lufteinlass (2)

ANMERKUNG Der Lufteinlass der Kammer ist nahe dem Einlassteil für den Ventilator angebracht.

A.3.2.3 Umluftventilator mit außen liegendem Elektromotor (3)

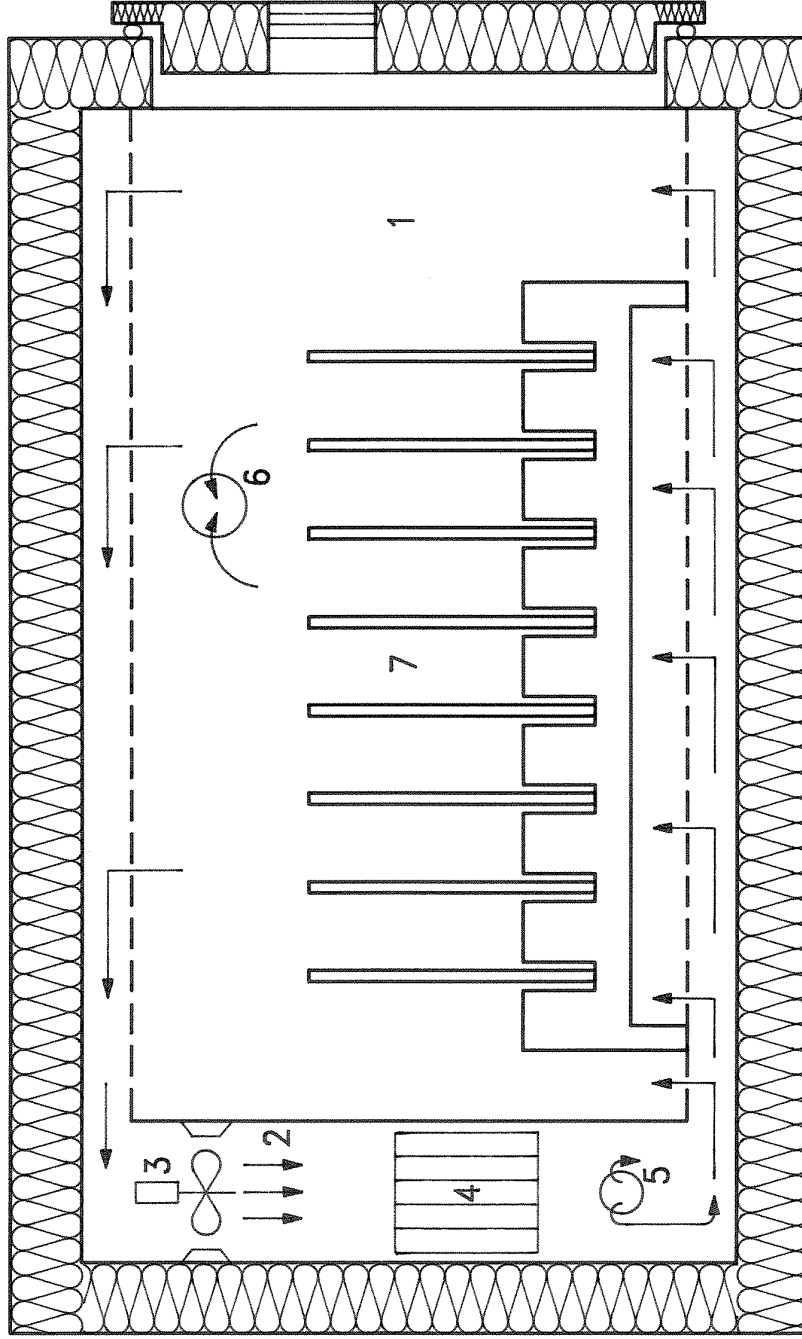
ANMERKUNG Der Umluftventilator mit außen liegendem Elektromotor durchmischt die Kammerluft durch symmetrische, intensive Zirkulation um die Prüfkörper.

A.3.2.4 Einlass zur Einführung von Sensoren für die ständige oder regelmäßige Messung von Temperaturen und relativer Luftfeuchte (4)**A.3.2.5** Luftauslass (5)

ANMERKUNG Die Luftauslassöffnungen werden weit entfernt von den Lufteinlassöffnungen angeordnet. Die Leitungen zur Luftprobenahme werden durch die Auslassröhren geführt, wodurch die Probenahme in der Nähe der Auslässe erfolgt.

A.3.2.6 Prüfkörper (6)**A.3.3 Prüfkörper**

Die Prüfkörper sind herzustellen wie in Abschnitt 7 und 8.4 angegeben. Das Format der Prüfkörper sollte $0,2\text{ m} \times 0,28\text{ m} \times$ Plattendicke betragen. Für dieses Format müssen $0,792\text{ m}$ der Kanten abgedichtet werden, um das Verhältnis $U/A = 1,5\text{ m/m}^2$ nach 8.4 zu erreichen; $0,168\text{ m}$ der Kanten bleiben nicht abgedichtet. Die Prüfkammer wird mit zwei Prüfkörpern dieses Formats beladen. Die Prüfkörper werden nahe dem Zentrum der Prüfkammer und parallel zur Luftströmung mit einem Mindestabstand von 200 mm voneinander aufgestellt.

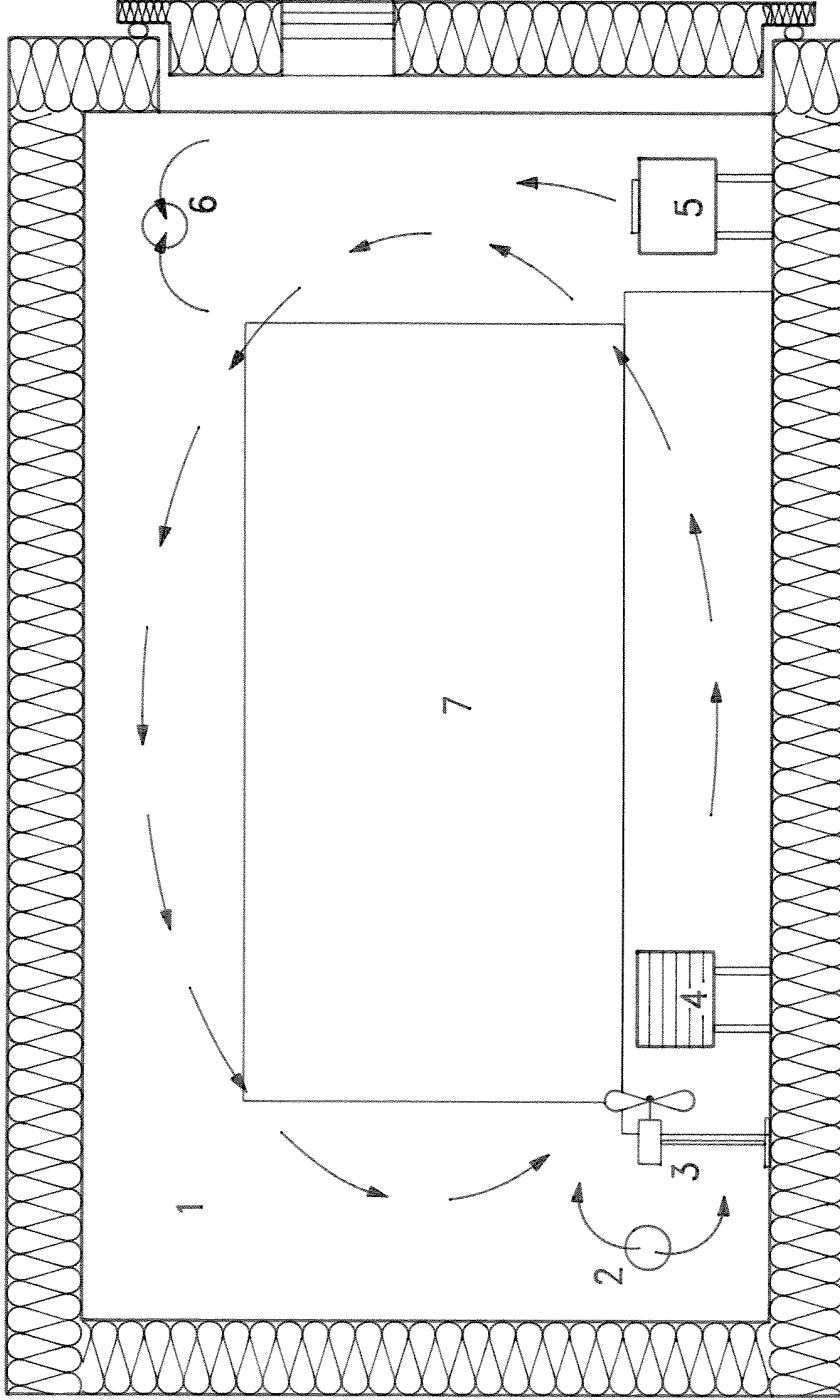


Legende

- 1 Prüfkammer
- 2 Lufteinlass
- 3 Umluftventilator
- 4 Geräte zur Einstellung der Temperatur

- 5 Dampfinjektor zur Einstellung der relativen Luftfeuchte
- 6 Lufttausler
- 7 Prüfkörper

Bild A.1 — Beispiel eines Konstruktionschemas einer großen Prüfkammer mit paralleler Luftführung

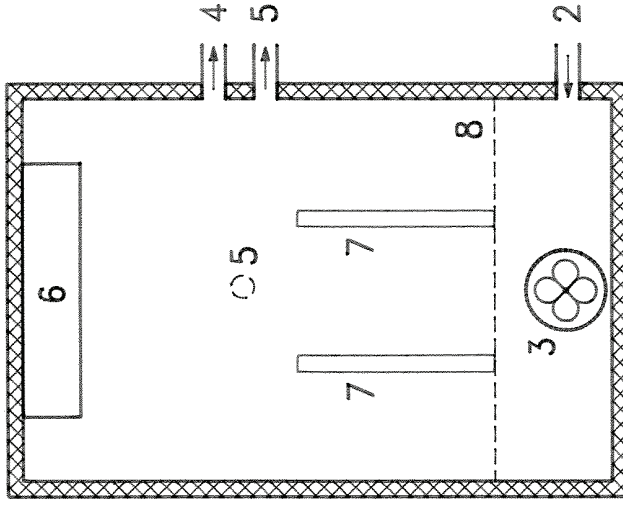


Legende

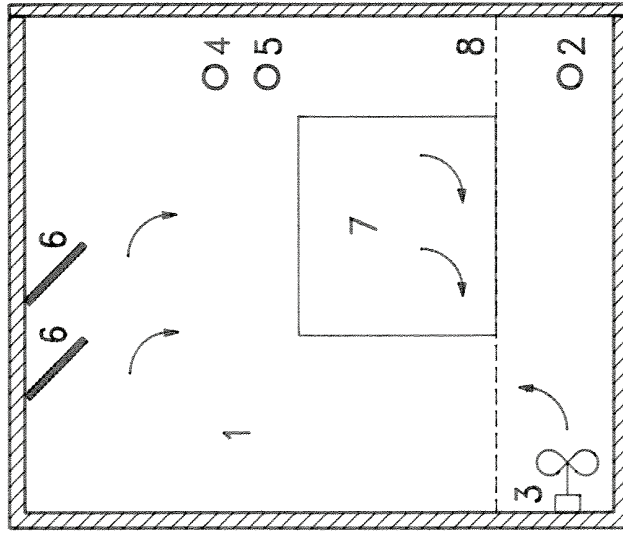
- 1 Prüfkammer
- 2 Lufteinlass
- 3 Umluftventilator
- 4 Geräte zur Einstellung der Temperatur

- 5 Dampfinjektor zur Einstellung der relativen Luftfeuchte
- 6 Luftauslass
- 7 Prüfkörper

Bild A.2 — Beispiel eines Konstruktionsschemas einer großen Prüfkammer mit zirkulärer Luftführung

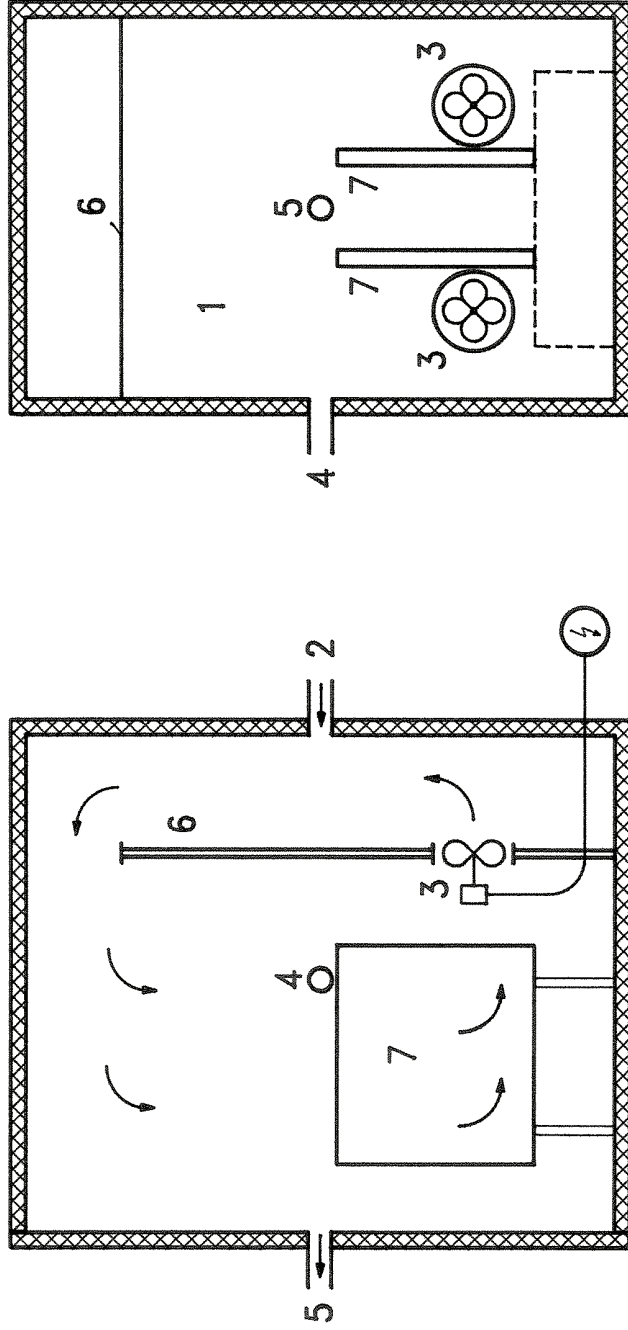


- 5 Luftauslass
- 6 Umlenkbleche
- 7 Prüfkörper
- 8 Perforierter Boden



- Legende**
- 1 1 m³-Prüfkammer
 - 2 Lufteinlass
 - 3 Umluftventilator
 - 4 Einlass für Sensoren

Bild A.3 — Beispiel 1 eines Konstruktionsschemas einer 1 m³-Prüfkammer

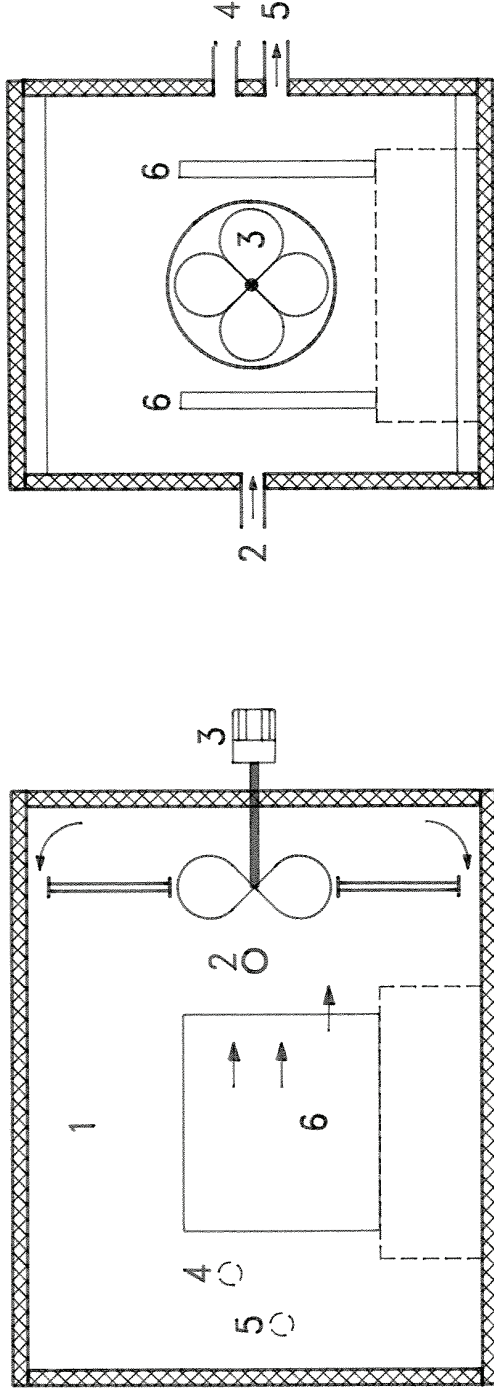


Legende

- 1 1 m³-Prüfkammer
- 2 Lufteinlass
- 3 Umluftventilator
- 4 Einlass für Sensoren

- 5 Luftauslass
- 6 Trennwand
- 7 Prüfkörper

Bild A.4 — Beispiel 2 eines Konstruktionsschemas einer 1 m³-Prüfkammer

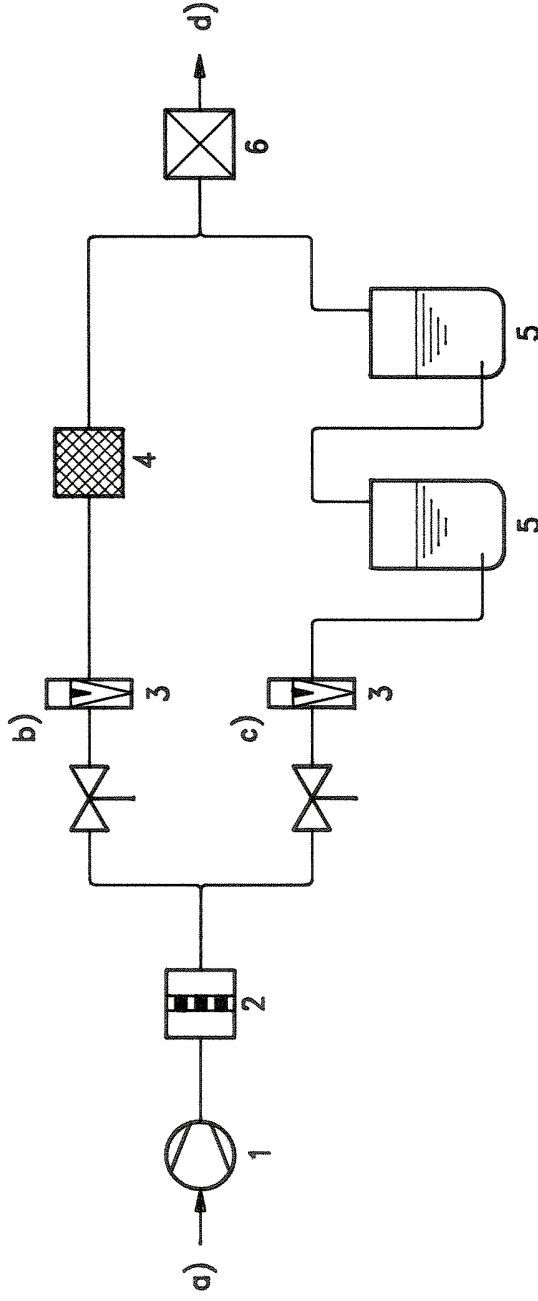


Legende

- 1 1 m³-Prüfkammer
- 2 Lufteinlass
- 3 Umluftventilator mit außenliegendem Elektromotor

- 4 Einlass für Sensoren
- 5 Luftauslass
- 6 Prüfkörper

Bild A.5 — Beispiel 3 eines Konstruktionsschemas einer 1 m³-Prüfkammer



Legende

- a) Luft (ein)
- b) 55 % Luftstrom
- c) 45 % Luftstrom
- d) zur Kammer
- 1 Gaspumpe

2 Aktivkohlefilter

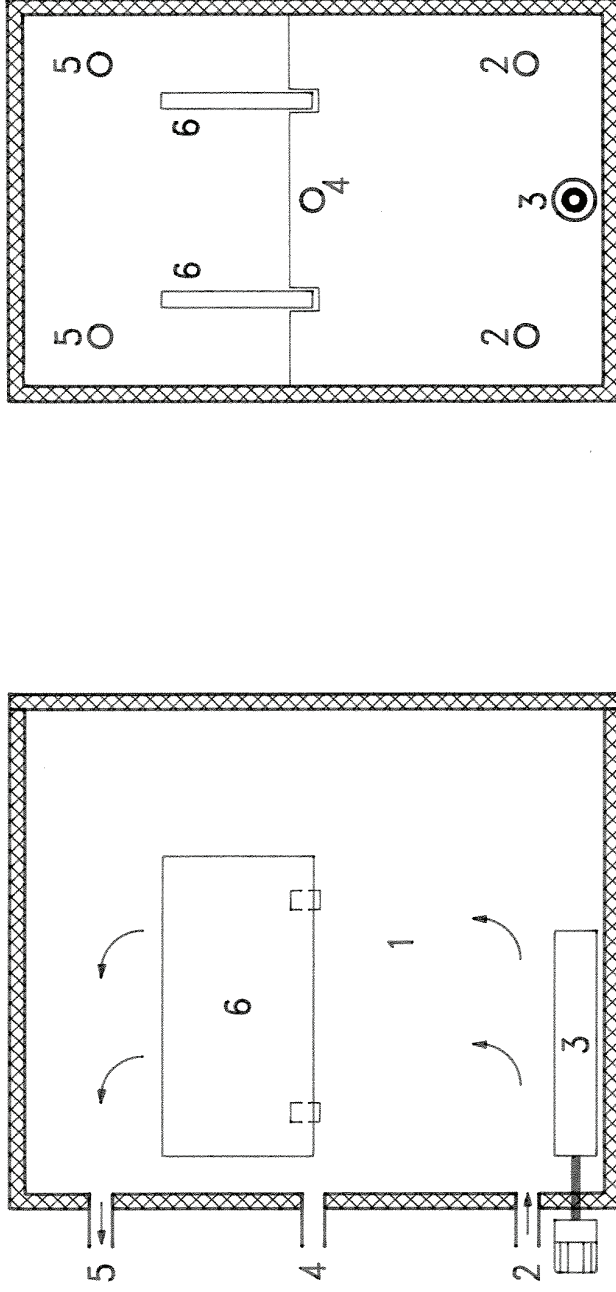
3 Gasdurchflussmessgerät und Gasdurchflussregler

4 Trockenturm (Silikagel)

5 Waschflasche (Auffeuchtung) mit einem Mindestvolumen von 1 000 ml

6 Durchflussregler oder Gasuhr

Bild A.6 — Beispiel einer Vorrichtung zur Erstellung eines Luftstroms mit relativer Luftfeuchte von 45 %



Legende

- 1 0,225 m³-Prüfkammer
- 2 Lufterlass
- 3 Umluftventilator mit außen liegendem Elektromotor

- 4 Einlass für Sensoren
- 5 Luftauslass
- 6 Prüfkörper

Bild A.7 — Konstruktionsschema der 0,225 m³-Prüfkammer

Anhang B (normativ)

Bestimmung der Luftwechselzahl

B.1 Prinzip

Die Bestimmung der Luftwechselzahl n in der unbeladenen Prüfkammer erfolgt nach dem Verfahren der dynamischen Konzentrationsabnahme eines Indikatorgases (Spurengas), welches aus einer Druckflasche in die Prüfkammer eingebracht wurde. Die Indikatorgaskonzentration nimmt mit steigender Luftwechselzahl zunehmend schnell ab. Bei idealen Durchmischungsbedingungen in der Kammer verläuft die Konzentrationsabnahme nach folgender Gleichung:

$$c_t = c_0 e^{-nt} \quad (\text{B.1})$$

$$n = (1/t) \ln (c_0/c_t) \quad (\text{B.2})$$

Dabei ist:

- c_0 die Anfangskonzentration des Indikatorgases, in Milligramm je Kubikmeter;
- c_t die Konzentration des Indikatorgases, in Milligramm je Kubikmeter zurzeit t in Stunden;
- n die Luftwechselzahl je Stunde (1/h);
- t die Zeit, in Stunden.

ANMERKUNG Distickstoffmonoxid (N_2O) ist ein geeignetes Spurengas, das mit einem Infrarot (IR)-Detektor bestimmt werden kann. Distickstoffmonoxid hat ein Molekulargewicht von 44,01 g und eine Dichte von 1,53 relativ zu Luft.

B.2 Geräte für die Messung

B.2.1 Infrarot (IR)-Gasanalysator geeignet zur Messung von Distickstoffmonoxid in Konzentrationen bis zu 2 000 mg/m³ mit kontinuierlichem Aufzeichnungsgerät

B.2.2 Druckflaschen, die N_2O enthalten, mit Druckluftminderer

B.3 Durchführung

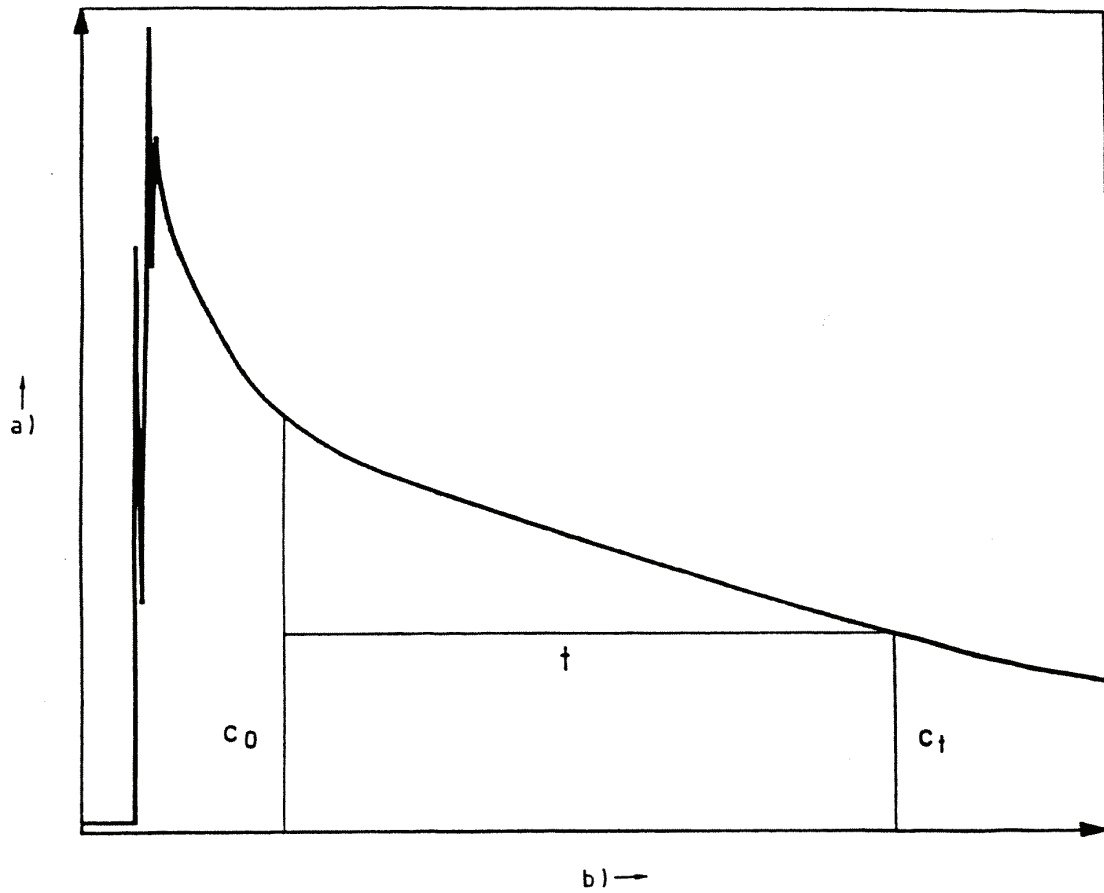
Die Prüfkammer wird unter den Bedingungen der Norm betrieben (siehe 8.1). Für die Bestimmung der genauen Luftwechselzahl wird N_2O aus der Druckflasche in die Prüfkammer geleitet, bis die Maximalkonzentration des gewählten Messbereiches nahezu erreicht ist. Eine Probe des N_2O /Luftgemisches wird am Luftauslass der Kammer mittels eines flexiblen Probenahmeschlauches entnommen und dem Infrarotgasanalysator zugeführt; die N_2O -Konzentration wird aufgezeichnet (siehe Bild B.1). Die Konzentration des N_2O ist für einige Minuten instabil. Danach fällt sie kontinuierlich ab, der Gleichung (B.1) folgend.

ANMERKUNG Nach etwa 10 min wird der erste Konzentrationswert c_0 gemessen, nach weiteren 30 min der zweite Konzentrationswert c_t . Das Verfahren kann für andere Wertepaare wiederholt werden. Ebenso können die Werte linearisiert werden, um aus der Steigung der Geraden nach Gleichung (B.2) die Luftwechselzahl zu bestimmen.

B.4 Auswertung

Die Luftwechselzahl n wird berechnet aus c_0 und c_t für eine festgelegte Zeit mittels Gleichung (B.2). Falls der berechnete Wert mehr als 5 % vom geforderten Wert 1/h abweicht, muss der Luftwechsel bei der Prüfung erneut eingestellt und dieses Bestimmungsverfahren wiederholt werden.

ANMERKUNG Beim Ablesen der N₂O-Konzentration sollte die Nicht-Linearität der Ablese- oder Aufzeichnungsvorrichtung beachtet werden.



$$n = \frac{1}{t} \cdot \ln \frac{c_0}{c_t}$$

Legende

- a) N₂O Konzentration c
- b) Zeit t

Bild B.1 — Typisches Beispiel der Abnahme der N₂O Konzentration über die Zeit

Anhang C (normativ)

Bestimmung des Wertes der Ausgleichskonzentration

C.1 Prinzip

Zur Berechnung des Wertes der Ausgleichskonzentration wird die komplette Potenzfunktion (siehe Gleichung (C.1)) verwendet.

$$c = A/(1 + Bt^D) \quad (\text{C.1})$$

Dabei ist:

c die Kammerkonzentration; in Milligramm je Kubikmeter;

t die Zeit; in Stunden;

A , B und D sind positive Konstanten.

Für die bestmögliche Anpassung der Werte an die Funktion werden unvermeidlich Regressionsalgorithmen nach dem iterativen Verfahren der nichtlinearen Regression benötigt. Diese sind kommerziell für Personalcomputer in verschiedenen Softwarepaketen erhältlich. Alle nicht-linearen Regressionsroutinen verlangen eine angemessene Abschätzung der Initialparameter, um eine optimale Anpassung zu erreichen. Aus der Erfahrung wird empfohlen, für A einen Schätzwert 10 % bis 20 % höher liegend als der erste Konzentrationswert einzusetzen, wohingegen Schätzwerte von 0,1 für B und 0,5 für D angemessen sind.

C.2 Bestimmung des Wertes der Ausgleichskonzentration

Für die Bestimmung des Wertes der Ausgleichskonzentration sind Konzentrationswerte ermittelt über mindestens 10 Tage (mindestens 14 Werte, möglichst gleichmäßig über die Zeit verteilt) zu sammeln. Die Werte der Funktionsparameter nach Gleichung (C.1) (siehe Bild C.1), die die beste Anpassung an die Daten ergeben, sind zu bestimmen.

ANMERKUNG Gleichung (C.1) beginnt mit $c = A$ für die Zeit $t = 0$ und nimmt auf null ab, wenn die Zeit gegen unendlich geht. Sie ist im Prinzip nur in der Lage, einen monoton abnehmenden Vorgang zu beschreiben. Um eine schlechte Anpassung zu vermeiden, sollten ansteigende Werte am Beginn der Prüfung, wenn vorhanden, aus dem Datensatz entfernt werden.

Für die Bestätigung des Ausgleichszustandes ist die folgende Gleichung zu verwenden:

$$[(c_t - c_{t+96})/c_{t+96}] \leq \delta \quad (\text{C.2})$$

Dabei ist:

c_t, c_{t+96} die berechneten Formaldehydkonzentration nach Gleichung (C.1) für die Zeit t und $t + 96$ [d. h. vier Tage (96 h) später];

t = 0, 24, 48, 72, 96, 120, 144, 168, 192, usw. die Zeit in Stunden, bei denen die Gleichung (C.2) wiederkehrend überprüft wird;

δ die akzeptierbare Abnahme der Konzentration über vier Tage.

δ wird durch diese Norm mit 0,05 (5 %) festgelegt. Der Ausgleichszustand ist beim ersten Wert für t erreicht, bei dem die Gleichung (C.2) erfüllt wird. Zu diesem Zeitpunkt können die zwei Konzentrationswerte als quasi konstant betrachtet werden, und der Ausgleichszustand wird als erreicht angenommen für c_{t+96} . Falls $\delta > 0,05$ ist, ist das Verfahren zu wiederholen durch Einsetzen von Daten weiterer Kammermessungen, und zwar solange, bis die Bedingungen erfüllt sind oder der Maximalwert der Prüfdauer (28 Tage) erreicht ist.

C.3 Ausnahmemerkmale

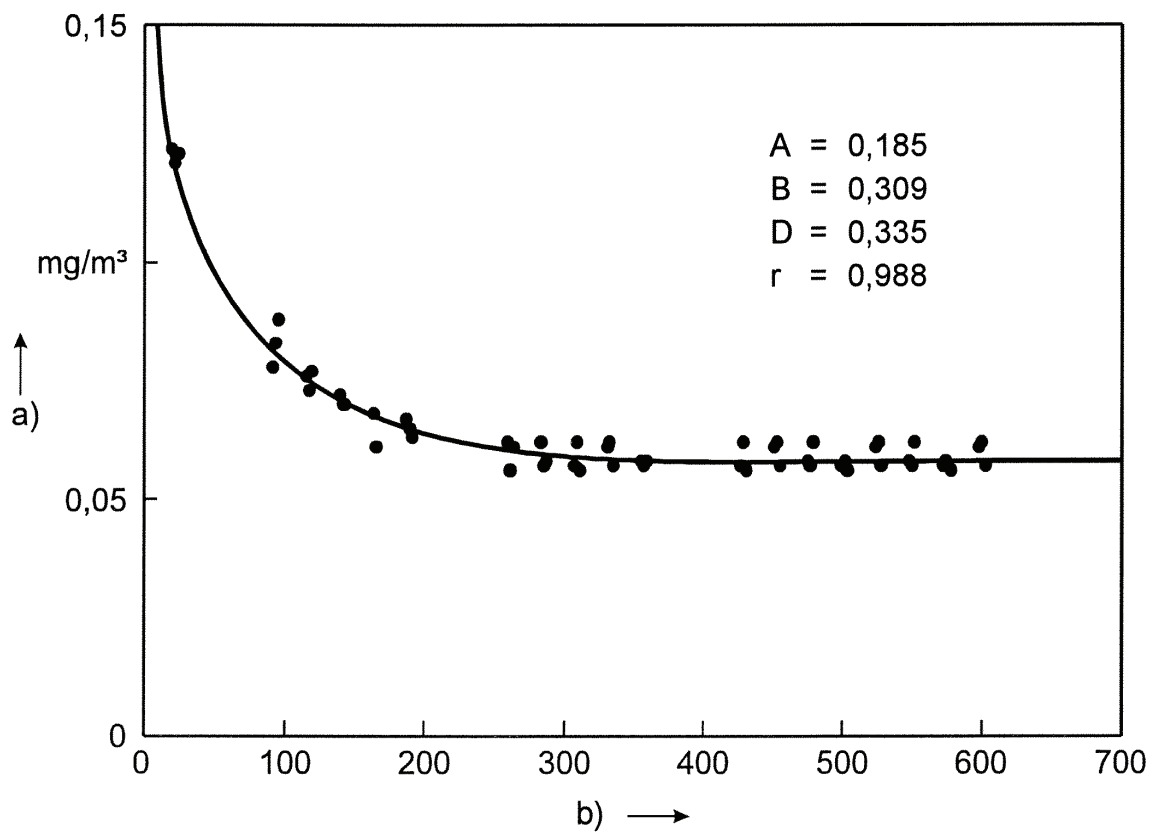
Gleichung (C.1) beginnt mit $c = A$ und $t = 0$ und nimmt monoton auf null ab, wenn t gegen unendlich geht. Daher ist der Steigungsfaktor für die Konzentration c stets negativ über den gesamten Bereich der Zeit. Abhängig vom Muster der ersten Werte kann Gleichung (C.1) dennoch zwei unterschiedliche Verläufe aufweisen, bestimmt allein durch die Größe des Parameters D . Der erste, häufigere Verlauf tritt auf, wenn die Anfangswerte rasch abfallen, wobei $D \leq 1$ ist. Der zweite, seltenere Verlauf tritt auf, wenn die Anfangswerte nur langsam abnehmen und $D > 1$ wird.

Im ersten Fall beginnt der Steigungsfaktor der Kurve als absoluter Wert mit unendlich oder mit $A \cdot B$, abhängig davon, ob D kleiner oder gleich 1 für $t = 0$ ist, um kontinuierlich mit der Zeit abzunehmen. Im zweiten Fall durchläuft die Kurve dagegen einen Wendepunkt zurzeit t_i (siehe Gleichung (C.3)):

$$t_i = \{(D - 1)/[B(c + 1)]\}^{1/D} \quad (\text{C.3})$$

Die Steigung der Kurve beginnt dann mit null, nimmt bis zum Wendepunkt zu und nimmt erst danach kontinuierlich ab (siehe Bild C.2).

Fälle mit $D \leq 1$ sind unbedenklich für Gleichung (C.2), da die berechnete Differenz zwischen zwei aufeinander folgenden Konzentrationen für einen vorgegebenen Zeitabstand (z. B. 96 h, wie in dieser Norm empfohlen) anfänglich am größten ist und mit der Zeit kleiner und kleiner wird. Für $D > 1$ dagegen geschieht dies erst hinter dem Wendepunkt, zuvor geschieht das Umgekehrte. Als Konsequenz, insbesondere wenn der Wendepunkt zu einem Zeitpunkt später als 96 h auftritt, wird der geringe Steigungsfaktor nach Gleichung (C.1) für die ersten Tage der Prüfung einen scheinbaren aber falschen Ausgleichszustand bei den ersten Berechnungen nach Gleichung (C.2) anzeigen. Ein vernünftiger Weg, diese Schwierigkeiten zu umgehen, wäre die Identifizierung und Entfernung der anfänglich zunehmenden Konzentrationswerte mittels Rechnerunterstützung. Diese Werte sind diejenigen, die ein Maximum im Ausdruck anzeigen und davorliegen. Eine solche Maßnahme beseitigt den potentiellen Wendepunkt oder versetzt ihn an eine harmlose Stelle, z. B. direkt an den Beginn der Zeitachse. Eine grundsätzliche Missachtung der Werte für die ersten 24 h kann aber zur Berücksichtigung ungeeigneter Werte führen oder es kann, falls die Daten, welche den anfänglichen Teil des Abfalls darstellen, ausgeschlossen werden, wesentlich schwieriger sein, den Regressionsalgorithmus eng an die Kurvenparameter anzupassen.

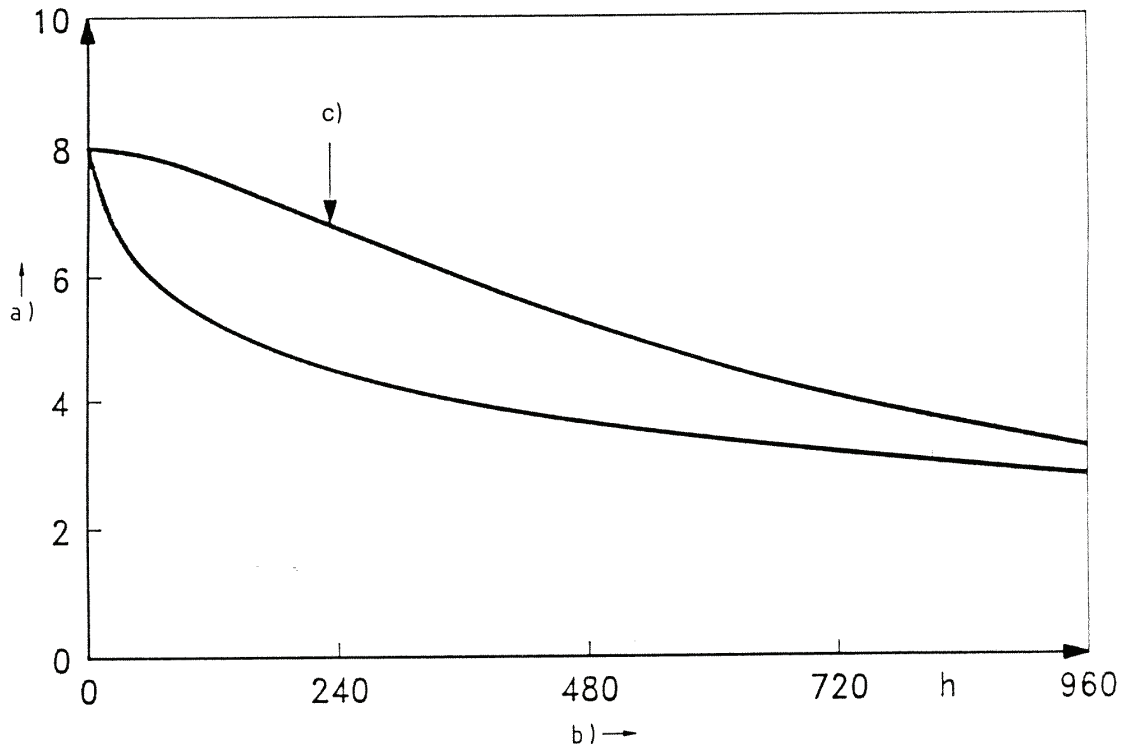


ANMERKUNG A, B, D sind positive Konstanten der Gleichung (siehe C.1).
 r ist das Bestimmtheitsmaß der Gleichung (siehe C.1).

Legende

- a) Formaldehydkonzentration c , in Milligramm je Kubikmeter
 b) Zeit t , in Stunden

Bild C.1 — Beste Anpassungskurve der Formaldehydkonzentrationswerte aus einer Kammerprüfung von Faserplatten nach dem Trockenverfahren (MDF)



Obere Kurve: $D > 1$
Untere Kurve: $0 < D \leq 1$

Legende

- a) Konzentration (willkürliche Einheiten)
- b) Prüfdauer, in Stunden
- c) Wendepunkt

Bild C.2 — Abhängigkeit der Konzentrationskurven-Anpassung vom Wert von D

Anhang D (informativ)

Analytischer Arbeitsablauf bei der fluorimetrischen Bestimmung des Formaldehydgehaltes

D.1 Hantzsch-Reagenz

D.1.1 Reagenzien und Wasser von analytischer Qualität werden verwendet.

D.1.2 77 g Ammoniumacetat werden in Wasser in einem 500-ml-Messkolben aufgelöst. 1,0 ml Acetylaceton und 1,5 ml Essigsäure werden hinzugefügt und mit Wasser bis zur Markierung aufgefüllt.

D.2 Luftprobenahme und Analyse

In jede der beiden Gaswaschflaschen werden 20 ml Wasser gegeben. Aus der Prüfkammerluft wird ein Mindestvolumen von 6 l mit einer Probenahmegeschwindigkeit von etwa 0,5 l/min durch die Gaswaschflaschen geleitet. 10 ml von jeder Absorptionslösung werden in eine 50-ml-Flasche pipettiert und mit 10 ml Hantzsch-Reagenz versetzt. Die Flaschen werden verschlossen und der Formaldehydgehalt der Lösungen nach D.4 bestimmt. Gleichzeitig wird ein Blindwert mit einer Lösung aus 10 ml Wasser und 10 ml Hantzsch-Reagenz bestimmt.

D.3 Geräte für die chemische Analyse

D.3.1 Spektrophotometer für Fluorimetrie

D.3.2 Wasserbad, das in der Lage ist, eine Temperatur von (40 ± 1) °C zu halten.

D.3.3 Messkolben, 500 ml (kalibriert bei 20 °C)

D.3.4 Pipetten, 0,2 ml, 0,5 ml, 1 ml, 2 ml, 3 ml, 10 ml (kalibriert bei 20 °C)

D.3.5 Messkolben, 25 ml (kalibriert bei 20 °C)

D.3.6 Flaschen mit Verschlüssen (50 ml)

D.3.7 Waage, Skalenteilungswert 0,1 mg

D.4 Kalibrierkurve

D.4.1 Allgemeines

Die Kalibrierkurve wird mittels Formaldehyd-Natriumbisulfit erstellt. Diese Kalibrierkurve wird mindestens einmal je Woche überprüft.

D.4.2 Formaldehyd-Standardlösung

Reagenzien: Formaldehyd-Natriumbisulfit

4,4703 g Formaldehyd-Natriumbisulfit werden in einem 1 000-ml-Messkolben mit Wasser gelöst und mit Wasser bis zur Markierung aufgefüllt. 1 ml dieser Lösung enthält 1 mg Formaldehyd.

D.4.3 Formaldehyd-Kalibrierlösung

1,25 ml der Formaldehyd-Standardlösung werden in einen 500-ml-Messkolben gegeben und mit Wasser bis zur Markierung aufgefüllt. 1 ml dieser Kalibrierlösung enthält 2,5 µg Formaldehyd.

D.4.4 Bestimmung der Kalibrierkurve

Von der Formaldehyd-Kalibrierlösung (siehe D.4.3) werden 0 ml, 0,2 ml, 0,5 ml, 1 ml, 2 ml oder 3 ml in einen 25 ml-Messkolben abpipettiert und mit Wasser bis zur Markierung aufgefüllt.

10 ml jeder Verdünnung werden mit 10 ml Hantzsch Reagenz vermischt. Die verschlossenen Flaschen werden 60 min im Wasserbad bei $(40 \pm 1)^\circ\text{C}$ erwärmt. Die Lösungen werden unter Lichtausschluss 1 h bei Umgebungstemperatur gelagert. Die Intensität der Fluoreszenz wird bei einer Anregungs-Wellenlänge $\lambda_{\text{ex}} = 410$ nm und einer Emissions-Wellenlänge $\lambda_{\text{em}} = 510$ nm bestimmt. Die Intensitäten werden gegen die Formaldehydkonzentrationen zwischen 0 und 0,3 µg/ml aufgetragen. Die Steigung wird graphisch bestimmt oder berechnet.

D.5 Berechnung der absorbierten Formaldehydmenge in den Gaswaschflaschen und Berechnung der Formaldehydabgabe

Siehe 9.5 und 9.6

Anhang E (informativ)

Literaturhinweise

- [1] CEC Project: Investigation on comparability of large chamber test for formaldehyde emission from wood based panels. Part I: Main programme. Wilhelm-Klauditz-Institute, Braunschweig, November 1992
- [2] CEC Project: Investigation on comparability of large chamber test for formaldehyde emission from wood based panels. Part II: Accompanying programme. Wilhelm-Klauditz-Institute, Braunschweig, December 1993
- [3] CEN Report CR 213: 'Particleboards — Determination of Formaldehyde Emission under Specified Conditions'.
- [4] Colombo, A.; Jann, O.; Marutzky, R.: The estimation of the steady state formaldehyde-concentration in large chambers. Staub-Reinhaltung der Luft 54 (1994), 143-146
- [5] COST Project 613: Indoor Air Quality and its Impact on Man. Report No. 2: Formaldehyde emission from wood based materials: Guideline for the determination of steady state concentrations in test chambers.
- [6] COST Project 613: Indoor Air Quality and its Impact on Man. Report No. 8: Guideline for the characterisation of volatile organic compounds emitted from indoor materials and products, using small test chambers.
- [7] Hoetjer, J. J.; Koerts, F.: A Model for Formaldehyde Release from Wood Products. In: CEN Report CR 213
- [8] NPA Formaldehyde test method — 2: Large Scale Test method for determinating formaldehyde emissions from wood products: large chamber method FTM 2-1985, National Particleboard Association, Gaitherburg MA 198
- [9] Swedish Standard SS 270236: Building boards — Determination of formaldehyde emission.