

DIN EN ISO 12460-2:2025-05 (D)

Holzwerkstoffe - Bestimmung der Formaldehydabgabe - Teil 2:
Kleinprüfkammerverfahren (ISO 12460-2:2024); Deutsche Fassung EN ISO 12460-2:2025

| Inhalt | Seite |
|--|-------|
| Europäisches Vorwort..... | 11 |
| Vorwort..... | 12 |
| 1 Anwendungsbereich..... | 13 |
| 2 Normative Verweisungen | 13 |
| 3 Begriffe | 13 |
| 4 Allgemeines..... | 14 |
| 5 Bedeutung und Verwendung..... | 14 |
| 6 Störungen..... | 15 |
| 7 Prüfeinrichtung..... | 15 |
| 7.1 Prüfkammer | 15 |
| 7.1.1 Allgemeines..... | 15 |
| 7.1.2 Luftwechselzahl | 15 |
| 7.1.3 Luftumwälzung | 15 |
| 7.1.4 Zuluft | 15 |
| 7.1.5 Ausrüstung zur Überwachung der Prüfbedingungen..... | 15 |
| 7.1.6 Luftprobenahmeanschluss..... | 16 |
| 7.2 Luftprobenahmesystem | 16 |
| 7.2.1 Probenahmesystem für nasschemische Analysen..... | 16 |
| 7.2.2 Direkte Probenahme..... | 17 |
| 8 Handhabung von Probenmaterial und Klimatisierung der Prüfkörper..... | 17 |
| 8.1 Handhabung..... | 17 |
| 8.2 Einzelprüfkörper..... | 17 |
| 8.3 Klimatisierung..... | 18 |
| 8.4 Abdichtung der Schmalflächen des Prüfkörpers | 19 |
| 9 Durchführung der Prüfung..... | 19 |
| 9.1 Prüfbedingungen..... | 19 |
| 9.2 Prüfverfahren für Werkstoffe | 19 |
| 9.3 Luftprobenahme | 19 |
| 9.4 Analyse der Luftproben..... | 20 |
| 9.4.1 Allgemeines..... | 20 |
| 9.4.2 Gleichwertigkeit von Analyseverfahren - Allgemeine Anforderungen | 20 |
| 10 Berechnung | 20 |
| 11 Bestimmung der Luftwechselzahl..... | 22 |
| 12 Prüfbericht | 22 |
| Anhang A (informativ) Prüfkammern..... | 24 |
| A.1 Allgemeines..... | 24 |
| A.2 Beispiel 1: 1-m ³ -Prüfkammer..... | 24 |
| A.2.1 Rauminhalt und Betrieb der Kammer | 24 |
| A.2.2 Konstruktionsprinzip | 24 |

| | | |
|--|--|-----------|
| A.2.3 | Prüfkörper..... | 25 |
| A.3 | Beispiel 2: 0,225-m ³ -Prüfkammer..... | 27 |
| A.3.1 | Rauminhalt und Betrieb der Kammer..... | 27 |
| A.3.2 | Konstruktionsprinzip..... | 28 |
| A.3.3 | Prüfkörper..... | 28 |
| A.4 | Beispiel 3: 0,045-m ³ -Prüfkammer..... | 30 |
| A.4.1 | Rauminhalt und Betrieb der Kammer..... | 30 |
| A.4.2 | Konstruktionsprinzip..... | 30 |
| A.4.3 | Prüfkörper..... | 30 |
| A.5 | Beispiel 4: 0,004-m ³ -Prüfkammer..... | 32 |
| A.5.1 | Rauminhalt und Betrieb der Kammer..... | 32 |
| A.5.2 | Konstruktionsprinzip..... | 32 |
| A.5.3 | Prüfkörper..... | 33 |
| Anhang B (informativ) Umrechnung der Ergebnisse der Formaldehydprüfung..... | | 36 |
| B.1 | Allgemeines..... | 36 |
| B.2 | Umrechnung der Temperatur mithilfe der Gleichung von Berge et al. | 36 |
| B.3 | Umrechnung der relativen Luftfeuchte mithilfe der Gleichung von Berge et al..... | 37 |
| B.4 | Neuberechnung von Temperatur, relativer Luftfeuchte, Beladungszahl und Luftwechselzahl mithilfe der Gleichung von Andersen..... | 38 |
| B.5 | Berechnung der Formaldehydabgabe — WKI-Rechenmodell..... | 39 |
| B.5.1 | Allgemeines..... | 39 |
| B.5.2 | Lineares Rechenmodell..... | 39 |
| B.5.3 | Exponentielles Rechenmodell — 2014..... | 40 |
| B.5.4 | Exponentielles Rechenmodell — 2022..... | 40 |
| Anhang C (normativ) Analyseverfahren zur Formaldehydbestimmung..... | | 41 |
| C.1 | Allgemeines..... | 41 |
| C.2 | Acetylaceton-Verfahren — Kalibrierkurve und Probenahme..... | 41 |
| C.2.1 | Allgemeines..... | 41 |
| C.2.2 | Gefährdungen..... | 41 |
| C.2.3 | Ausrüstung für die chemische Analyse..... | 41 |
| C.2.4 | Reagenzien..... | 42 |
| C.2.5 | Kalibrierkurve..... | 42 |
| C.2.6 | Probenahme..... | 44 |
| C.2.7 | Analyseverfahren..... | 46 |
| C.2.8 | Berechnung der absorbierten Formaldehydmenge..... | 46 |
| C.2.9 | Berechnung der Formaldehydemission..... | 47 |
| C.2.10 | Leistungsmerkmale..... | 47 |
| C.2.11 | Störungen..... | 48 |
| C.3 | Chromotropsäureverfahren — Kalibrierkurve und Probenahme..... | 48 |
| C.3.1 | Allgemeines..... | 48 |
| C.3.2 | Gefährdungen..... | 49 |
| C.3.3 | Ausrüstung für die chemische Analyse..... | 49 |
| C.3.4 | Reagenzien..... | 49 |
| C.3.5 | Kalibrierkurve..... | 50 |
| C.3.6 | Analyseverfahren..... | 52 |
| C.3.7 | Probenahme..... | 53 |
| C.3.8 | Berechnung der absorbierten Formaldehydmenge..... | 53 |
| C.3.9 | Berechnung der Formaldehydemission..... | 54 |
| C.3.10 | Störungen..... | 54 |
| C.4 | DNPH-Verfahren — Kalibrierkurve und Probenahme..... | 54 |
| C.4.1 | Allgemeines..... | 54 |
| C.4.2 | Gefährdungen..... | 55 |
| C.4.3 | Ausrüstung für die chemische Analyse..... | 55 |
| C.4.4 | Reagenzien..... | 56 |
| C.4.5 | Kalibrierkurve..... | 57 |
| C.4.6 | Bestimmung der Kalibrierkurve..... | 59 |
| C.4.7 | HPLC-System..... | 60 |

| | | |
|---|---|-----------|
| C.4.8 | Dauer der Probenahme/Prüfung..... | 61 |
| C.4.9 | Präzision und Unsicherheit..... | 65 |
| C.5 | Laser-Absorptionsspektroskopie (LAS)..... | 65 |
| C.5.1 | Messprinzip..... | 65 |
| C.5.2 | Gefährdungen..... | 66 |
| C.5.3 | Ausrüstung für die chemische Analyse..... | 66 |
| C.5.4 | Reagenzien..... | 66 |
| C.5.5 | Kalibrierung..... | 66 |
| C.5.6 | Probenahme..... | 68 |
| C.5.7 | Dauer der Prüfung..... | 69 |
| C.5.8 | Berechnung der Formaldehydemission..... | 69 |
| C.5.9 | Leistungsmerkmale..... | 69 |
| C.5.10 | Störungen..... | 69 |
| C.5.11 | Gleichwertigkeit..... | 69 |
| C.6 | Chemischer Sensor..... | 69 |
| C.6.1 | Messprinzip..... | 69 |
| C.6.2 | Gefährdungen..... | 70 |
| C.6.3 | Ausrüstung für die chemische Analyse..... | 71 |
| C.6.4 | Reagenzien..... | 71 |
| C.6.5 | Kalibrierung..... | 71 |
| C.6.6 | Probenahme..... | 72 |
| C.6.7 | Dauer der Prüfung..... | 72 |
| C.6.8 | Berechnung der Formaldehydemission..... | 72 |
| C.6.9 | Leistungsmerkmale..... | 72 |
| C.6.10 | Störungen..... | 72 |
| C.6.11 | Gleichwertigkeit..... | 73 |
| Anhang D (informativ) Bestimmung einer Korrelation..... | | 74 |
| D.1 | Allgemeines..... | 74 |
| D.2 | Begriffe..... | 74 |
| D.3 | Probennahme und Probenvorbereitung..... | 76 |
| D.3.1 | Allgemeines..... | 76 |
| D.3.2 | Zusammengehörigkeit der Prüfkörper..... | 76 |
| D.3.3 | Produktprüfdaten..... | 76 |
| D.3.4 | Verfahren der werkseigenen Produktionskontrolle..... | 76 |
| D.4 | Prüfverfahren..... | 77 |
| D.4.1 | Referenzkammerprüfverfahren..... | 77 |
| D.4.2 | Abgeleitete Prüfverfahren..... | 77 |
| D.5 | Bestimmung der Korrelation..... | 78 |
| D.5.1 | Allgemeiner Zusammenhang..... | 78 |
| D.5.2 | Auswahl der Daten..... | 78 |
| D.5.3 | Optionen für die Bestimmung einer Korrelation..... | 79 |
| D.5.4 | Datenanalyse..... | 87 |
| D.5.5 | Berechnung der Grenzwerte..... | 95 |
| D.5.6 | Überprüfung der Korrelation (jährlich und nach einer Änderung des Produktionsprozesses)..... | 96 |
| Literaturhinweise..... | | 98 |
| Bilder | | |
| Bild 1 — Beispiel eines Probenahmesystems zur Bestimmung der Formaldehydkonzentration in der Luft..... | | 17 |
| Bild A.1 — Beispiel 1 eines Konstruktionsschemas einer 1-m³-Prüfkammer..... | | 26 |
| Bild A.2 — Beispiel 2 eines Konstruktionsschemas einer 1-m³-Prüfkammer..... | | 26 |

| | |
|---|-----------|
| Bild A.3 — Beispiel 3 eines Konstruktionsschemas einer 1-m³-Prüfkammer | 27 |
| Bild A.4 — Beispiel einer Vorrichtung zur Erzeugung eines kontrollierten Luftstroms mit einer relativen Luftfeuchte von 50 % | 27 |
| Bild A.5 — Beispiel eines Konstruktionsschemas einer 0,225-m³-Prüfkammer | 29 |
| Bild A.6 — Beispiel einer Vorrichtung zur Erzeugung eines kontrollierten Luftstroms mit einer relativen Luftfeuchte von 50 % | 29 |
| Bild A.7 — Beispiel eines Konstruktionsschemas einer 0,045-m³-Prüfkammer; Vorderansicht der (offenen) Kammer | 31 |
| Bild A.8 — Beispiel eines Konstruktionsschemas einer 0,045-m³-Prüfkammer; Innenansicht der Kammer von oben. Die Probenplatten werden in einer bestimmten Anordnung aufgestellt, um eine schlangelinienförmige Luftstromführung zu erreichen | 31 |
| Bild A.9 — Beispiel einer Vorrichtung zur Erzeugung eines kontrollierten Luftstroms mit einer relativen Luftfeuchte von 50 % | 32 |
| Bild A.10 — Konstruktionsschema einer 0,004-m³-Prüfkammer für den Betrieb mit vorher befeuchteter Luft | 35 |
| Bild A.11 — Beispiel einer Vorrichtung zur Erzeugung eines kontrollierten Luftstroms mit einer relativen Luftfeuchte von 50 % | 35 |
| Bild C.1 — Reaktionsschema des Acetylaceton-Verfahrens | 41 |
| Bild C.2 — Beispiel für eine Kalibrierkurve zur Formaldehydbestimmung nach dem Acetylaceton-Verfahren (Pfadlänge 50 mm) | 47 |
| Bild C.3 — Reaktionsschema des Chromotropsäureverfahrens | 48 |
| Bild C.4 — Reaktion der Carbonylverbindungen zur Bildung von 2,4-Dinitrophenylhydrazon | 55 |
| Bild C.5 — Beispiel für ein Chromatogramm des DNPH-Formaldehyd-Derivats | 60 |
| Bild C.6 — Funktionsprinzip des Laser-Absorptions-Formaldehyd-Analysators | 66 |
| Bild C.7 — Reaktionsschema der Oxidation von Formaldehyd zu einem Geminal-Diol-Anion | 70 |
| Bild C.8 — Reaktionsschema des entstehenden Anions. Es reagiert mit einem Hydroxylion an der Arbeitselektrode und es entsteht Formiat, Wasser und ein Wasserstoffion (siehe Bild C.7) | 70 |
| Bild C.9 — Schematische Darstellung des Sensors | 70 |
| Bild D.1 — Prinzip des Probenzuschnitts | 76 |
| Bild D.2 — Flussdiagramm für die Datenauswahl und Optionen für die Bestimmung einer Korrelation | 79 |
| Bild D.3 — Beispiele für Datencluster- oder -gruppenbildung und mögliche Korrelationen unter Berücksichtigung von Option 1 | 82 |
| Bild D.4 — Flussdiagramm für die QCL-Berechnung unter Berücksichtigung von Option 1 | 82 |

| | |
|--|----|
| Bild D.5 — Beispiele für Datenclusterbildung und mögliche Korrelationen unter Berücksichtigung von Option 2.1 | 83 |
| Bild D.6 — Beispiele für Datenclusterbildung und mögliche Korrelationen unter Berücksichtigung von Option 2.2 | 84 |
| Bild D.7 — Flussdiagramm für die QCL-Berechnung unter Berücksichtigung von Option 2..... | 85 |
| Bild D.8 — Beispiele für Datenclusterbildung und mögliche Korrelationen unter Berücksichtigung von Option 3 | 86 |
| Bild D.9 — Flussdiagramm für die QCL-Berechnung unter Berücksichtigung von Option 3..... | 87 |
| | |
| Tabellen | |
| Tabelle 1 — Beispiele für das berechnete Q/A -Verhältnis in Bezug auf die Kammergröße zur Berücksichtigung der in den Normen angegebenen Maße (hier: EN 717-1 [8], DMC [12], ISO 12460-3 [3])..... | 17 |
| Tabelle 2 — Beispiele für das berechnete Q/A -Verhältnis in Bezug auf die Kammergröße unter Berücksichtigung der Anforderungen für verschiedene Arten von Holzwerkstoffen (hier: ASTM D 6007 [11]) | 18 |
| Tabelle B.1 — Umrechnungsfaktoren für Formaldehyd bei abweichender relativer Luftfeuchte..... | 37 |
| Tabelle B.2 — Umrechnungsfaktoren für Formaldehyd bei abweichender relativer Luftfeuchte..... | 38 |
| Tabelle C.1 — Beispiele für die Probenahme unter Berücksichtigung der Kammergröße und des Analyseverfahrens | 45 |
| Tabelle C.2 — Volumen von Natriumbisulfitlösung und Standardlösung B | 51 |
| Tabelle C.3 — Herstellung der Stammlösungen mit etwa 50 mg/l (Beispiel) | 58 |
| Tabelle C.4 — Kalibrierlösung wie folgt aus den Stammlösungen hergestellt, wenn das DNPH-Formaldehyd-Derivat eine Reinheit von 100 % aufweist (Standard mit exakt 50 mg/l Formaldehyd) | 58 |
| Tabelle C.5 — Die Kalibrierlösungen wie folgt weiter verdünnt..... | 58 |
| Tabelle C.6 — Beispiel für die richtig berechnete Konzentration von Kalibrierstandards..... | 59 |
| Tabelle C.7 — Probenahmebeispiele Übersicht über die Probenahmebedingungen und die dadurch bedingten Konzentrationswerte | 59 |
| Tabelle D.1 — Die folgende Tabelle gibt Leitlinien für die Anwendung von abgeleiteten Prüfverfahren auf verschiedene Holzwerkstoffe als Beispiele an..... | 77 |
| Tabelle D.2 — Zweiseitige „r“-Werte nach Pearson, die einem Signifikanzniveau von 95 % entsprechen..... | 95 |
| Tabelle D.3 — Beispiel für eine Korrelationsüberprüfung mit Beispielen | 96 |