

DIN EN 14390

The logo consists of the letters 'DIN' in a bold, sans-serif font, with horizontal lines above and below the letters.

ICS 13.220.50

**Brandverhalten von Bauprodukten –
Referenzversuch im Realmaßstab an Oberflächenprodukten in einem
Raum;
Deutsche Fassung EN 14390:2007**

Fire test –
Large-scale room reference test for surface products;
German version EN 14390:2007

Essais au feu –
Essai dans une pièce en vraie grandeur pour les produits de surface;
Version allemande EN 14390:2007

Gesamtumfang 44 Seiten

Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN

Nationales Vorwort

Diese Europäische Norm (EN 14390:2007) wurde im Komitee CEN/TC 127 „Baulicher Brandschutz“ (Sekretariat: BSI, Vereinigtes Königreich) unter deutscher Mitwirkung erarbeitet.

Im DIN Deutsches Institut für Normung e. V. war hierfür der Arbeitsausschuss NA 005-52-01 AA „Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Baustoffe“ des Normenausschusses Bauwesen (NABau) zuständig.

ICS 13.220.50

Deutsche Fassung

**Brandverhalten von Bauprodukten —
Referenzversuch im Realmaßstab an Oberflächenprodukten
in einem Raum**

Fire test —
Large-scale room reference test for surface products

Essais au feu —
Essai dans une pièce en vraie grandeur pour les produits
de surface

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 13. Oktober 2006 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Management-Zentrum oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Management-Zentrum: rue de Stassart, 36 B-1050 Brüssel

Inhalt

	Seite
Vorwort	5
Einleitung.....	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen.....	6
3 Begriffe	6
4 Grundlagen.....	7
5 Brandraum.....	8
5.1 Maße.....	8
5.2 Durchgangsöffnung.....	8
5.3 Konstruktionsbaustoffe	9
6 Brenner	9
6.1 Allgemeines.....	9
6.2 Lage.....	9
6.3 Gas	9
6.4 Brennerleistung	9
7 Abzugshaube und Abzugsrohr	9
8 Messeinrichtung im Abzugsrohr.....	10
8.1 Allgemeines.....	10
8.2 Volumenstromrate	10
8.3 Gasanalyse	10
8.3.1 Probenentnahmestrecke.....	10
8.3.2 Sauerstoff	10
8.3.3 Kohlenstoffdioxid	10
8.4 Optische Dichte.....	10
8.4.1 Allgemeines.....	10
8.4.2 Lampe	10
8.4.3 Linsen	11
8.4.4 Blende	11
8.4.5 Messlichtempfänger	11
8.4.6 Position.....	11
9 Leistung des Systems.....	12
9.1 Kalibrierung.....	12
9.2 Ansprechzeit des Systems	12
9.2.1 Durchführung.....	12
9.2.2 Verzugszeiten.....	12
9.2.3 Ansprechzeiten	12
9.3 Genauigkeit	12
9.4 Methanolkalibrierung	13
9.4.1 Allgemeines.....	13
9.4.2 Behälter.....	13
9.4.3 Methanol	13
9.4.4 Verfahren	13
9.4.5 Anforderungen an die Methanolkalibrierung.....	14
10 Vorbereitung der Probekörper	14
10.1 Anordnung der Probekörper	14
10.2 Platten	14
10.3 Befestigung	14
10.4 Trägerplatten	14
10.5 Farben und Lacke	14
10.6 Konditionierung	14

11	Prüfung	15
11.1	Ausgangssituation	15
11.1.1	Umgebungstemperatur	15
11.1.2	Luftzug in der Umgebung	15
11.1.3	Brenner	15
11.1.4	Fotografien	15
11.2	Verfahren	15
11.2.1	Automatisches Aufzeichnen der Messdaten	15
11.2.2	Einstellungen des Brenners und des Durchflusses der Rauchgase	16
11.2.3	Fotografien	16
11.2.4	Beobachtungen	16
11.2.5	Abbrechen der Prüfung	16
11.2.6	Schäden der geprüften Probe	16
11.2.7	Ungewöhnliches Verhalten.....	16
12	Prüfbericht	17
Anhang A (normativ) Zündquelle		18
Anhang B (informativ) Konstruktion des Abzugssystems		19
B.1	Allgemeines	19
B.2	Abzugshaube	19
B.3	Abzugsrohr	19
B.4	Kapazität.....	19
B.5	Alternative Systeme	20
Anhang C (informativ) Messinstrumente im Abzugsrohr		22
C.1	Volumenstrom	22
C.1.1	Bidirektionale Sonde.....	22
C.1.2	Druckübertragungsgerät	22
C.1.3	Thermoelemente.....	22
C.2	Probenentnahme	22
C.2.1	Probenentnahmesonde.....	22
C.2.2	Probenentnahmestrecke.....	22
C.2.3	Pumpe.....	23
C.2.4	Ausgang der Probenentnahmestrecke	23
C.2.5	Spezifizierungen	23
C.3	Analyse des Verbrennungsgases.....	23
C.3.1	Allgemeines	23
C.3.2	Sauerstoffkonzentration	23
C.3.3	Kohlenstoffdioxidkonzentration	24
C.4	Optische Dichte	24
C.4.1	Allgemeines	24
C.4.2	Kalibrierung	24
Anhang D (normativ) Berechnungen		29
D.1	Volumenstrom	29
D.2	Generierter Wärmeeffekt, Kalibrierung und Prüfverfahren.....	30
D.2.1	Wärmefreisetzungsrate von der Zündquelle	30
D.2.2	Wärmefreisetzungsrate vom Bauprodukt.....	30
D.2.3	Berechnung der gesamten Wärmefreisetzung.....	31
D.2.4	Einschränkungen	32
D.3	Verbrennungsgase	32
D.4	Lichtschwächung	33
D.4.1	Allgemeines	33
D.4.2	Berechnung von SPR_{smooth}	33
D.4.3	Berechnung von TSP	34
D.5	Berechnung von $FIGRA_{RC}$ und $SMOGR_{RC}$	34
D.5.1	Zeit bis zum Flammenüberschlag.....	34

	Seite
D.5.2 Berechnung des $FIGRA_{RC}$, Fire Growth Rate Wert	34
D.5.3 Berechnung vom $SMOGRA_{RC}$, SMOke Growth Rate Index	35
Anhang E (informativ) Berechnungsbeispiele	37
E.1 Allgemeines	37
E.2 Beispiel Nummer 1	37
E.3 Beispiel Nummer 2	37
Literaturhinweise	42

Vorwort

Dieses Dokument (EN 14390:2007) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 127 „Baulicher Brandschutz“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom BSI gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Juli 2007, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Juli 2007 zurückgezogen werden.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Einleitung

Dieses Prüfverfahren ist dafür vorgesehen, das Brandverhalten eines Bauproduktes unter kontrollierten Laborbedingungen zu beschreiben.

Das Prüfverfahren kann zur Unterstützung einer Brandrisikoanalyse benutzt werden, die alle Faktoren mit einschließt, die wesentlich für die Bewertung des Brandrisikos eines Produkts in einer bestimmten praktischen Anwendung sind.

WARNHINWEIS — Die Aufmerksamkeit aller Personen, die mit der Planung und Durchführung von Brandprüfungen befasst sind, wird auf die Tatsache gerichtet, dass Brandprüfungen gefährlich sein können und dass die Freisetzung von toxischen und/oder schädlichen Gasen möglich ist.

Die Prüfverfahren beinhalten hohe Temperaturen und Verbrennungsprozesse vom Entzünden bis zum vollständigen Brand im Raum. Deshalb kann es zu Verbrennungen, dem Entzünden in der Nähe befindlicher Gegenstände oder von Kleidung kommen. Das Bedienungspersonal sollte Schutzkleidung, Helm, Schutzmaske und Ausrüstungen zur Vermeidung der Belastung durch toxische Gase verwenden.

Eine Anlage zur Löschung eines voll entwickelten Brandes sollte vorhanden sein.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm legt ein Prüfverfahren fest, um das Brandverhalten von Bauprodukten zu beurteilen. Es wird eine Situation simuliert, bei der sich in einem gut belüfteten kleinen Raum mit einer Durchgangsöffnung in einer Ecke ein Feuer entwickelt.

Die Aufgabe dieses Prüfverfahrens besteht darin, den Beitrag zur Brandentwicklung eines Oberflächenproduktes in einer Raumkonstellation bei Einwirkung einer festgelegten Zündquelle zu beurteilen. Das Verfahren bildet eine Referenzprüfung für diese Produktart innerhalb des europäischen Klassifizierungssystems für das Brandverhalten von Bauprodukten.

Dieses Prüfverfahren ist besonders für Bauprodukte geeignet, die nicht in ihrer praktischen Anwendung in einem klein- oder mittelskaligen Versuch geprüft werden können. Mit dem Prüfverfahren kann außerdem der Einfluss einer wärmedämmenden Hinterlegung auf das Brandverhalten eines Bauproduktes beurteilt werden.

Das Prüfverfahren dieser Europäischen Norm gibt Messwerte vom Beginn eines Brandes durch eine Zündquelle bis hin zum Feuerübersprung.

Das Prüfverfahren dient nicht der Beurteilung von Bodenbelägen. Es kann für einige freistehende Produkte ungeeignet sein, da deren Zusammenhalt im Brandfall einen entscheidenden Einfluss auf ihr Verhalten haben könnte.

ANMERKUNG Der im Titel sowie im Anwendungsbereich dieser Europäische Norm benutzte Begriff „Oberflächenprodukt“ bezieht sich auf in Gebäuden benutzte Innenbekleidungen, zusammengefügte Bauteile, Rohre und Rohrdämmstoffe.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN 13238, *Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten — Konditionierungsverfahren und allgemeine Regeln für die Auswahl von Trägerplatten*

EN 13501-1:2002, *Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten — Teil 1: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten*

EN ISO 13943: 2000, *Brandschutz — Vokabular (ISO 13943:2000)*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN ISO 1394:2000 und die folgenden Begriffe.

3.1

beanspruchte Oberfläche

den Beflammungsbedingungen während der Prüfung ausgesetzte Oberfläche eines Bauproduktes

3.2

Baustoff

Material, das aus einem einzigen Stoff oder aus einem fein verteilten Gemisch besteht

BEISPIEL Metall, Stein, Holz, Beton, Mineralwolle oder Polymere

3.3**Bauprodukt**

Baustoff, Verbundbaustoff oder Bausatz, über den Informationen verlangt werden

3.4**Probekörper**

repräsentativer Teil eines Bauproduktes, das zusammen mit einer etwaigen Trägerplatte oder einer Behandlung zu prüfen ist

ANMERKUNG Der Probekörper kann einen Luftspalt mit einschließen.

3.5**Oberflächenprodukt**

jeder Teil eines Gebäudes, der eine beanspruchte Oberfläche auf der Innenseite von Wänden und/oder der Decke hat

3.6**Flash-over****Feuerübersprung**

Punkt in der Entwicklung des Brandes, bei dem die Summe der Anteile der Wärmefreisetzungsrate aus Brenner und Probe 1 000 kW erreicht

3.7***FIGRA*_{RC}****Fire Growth RAte**

die Rate der Brandausbreitung während einer festgelegten Zeitspanne

3.8***SMOGRA*_{RC}****SMOke Growth RAte**

die Rate der Rauchentwicklung während einer festgelegten Zeitspanne

3.9**brennendes Abtropfen/Abfallen**

kontinuierlich brennendes Abtropfen/Abfallen vom Probekörper während einer Mindestdauer von 10 s oder sich auf dem Boden formende brennende Lachen

4 Grundlagen

Das Risiko zur Brandentwicklung wird in einer Brandkammer durch Messung der Wärmefreisetzungsrate des Feuers auf Grundlage des Sauerstoffverbrauchs berechnet, siehe auch Anhang B.

Das Risiko der Sichtbehinderung durch Rauch wird durch Messung der Rauchentwicklung abgeschätzt.

Brandnebenerscheinungen, die mit der Brandentwicklung zusammenhängen, wie zum Beispiel Flammenausbreitung und brennendes Abtropfen, werden durch Fotos und/oder Videoaufzeichnung dokumentiert.

ANMERKUNG Wenn weitere Informationen erforderlich sind, können Messungen zum Beispiel des Wärmestroms auf den Boden, der Anteile von giftigen Gasen, der Gastemperatur im Brandraum und der Massenströme nach innen und außen durch die Durchgangsöffnung durchgeführt werden, siehe auch ISO/TR 9705-2:2001 (Literaturhinweise [2]).

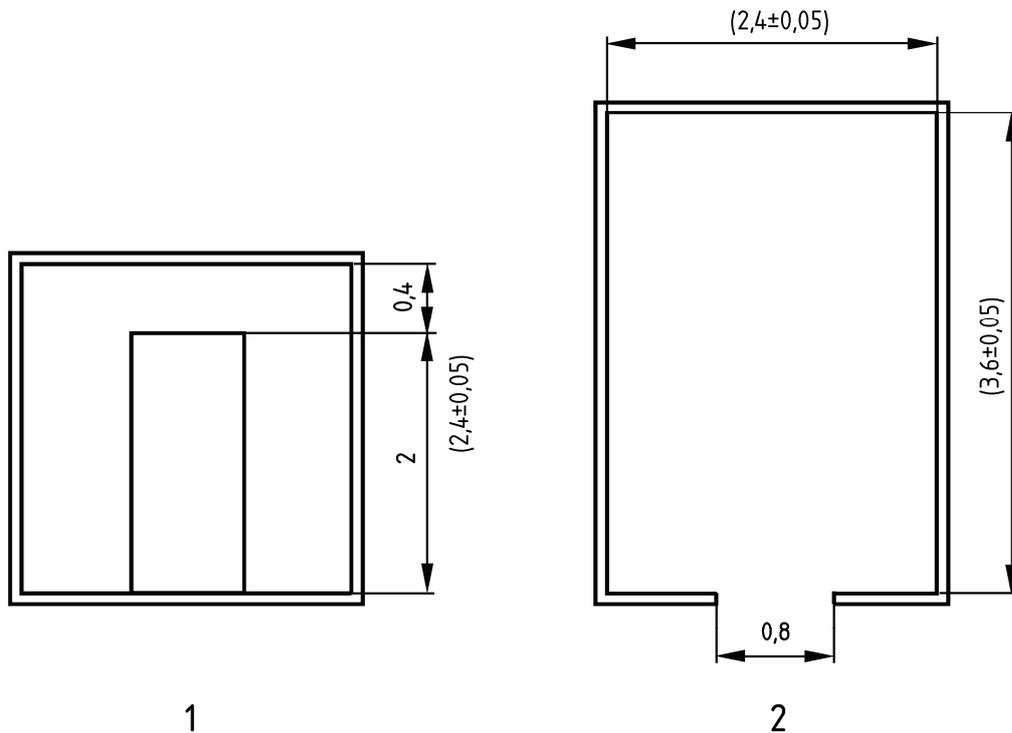
5 Brandraum

5.1 Maße

Der Brandraum (siehe Bild 1) besteht aus vier rechtwinklig einander zugeordneten Wänden, einem Boden und einer Decke und muss die folgenden Innenmaße haben:

- a) Länge: $(3,6 \pm 0,05)$ m;
- b) Breite: $(2,4 \pm 0,05)$ m;
- c) Höhe: $(2,4 \pm 0,05)$ m.

Maße in Meter



Legende

- 1 Ansicht
- 2 Draufsicht

Bild 1 — Brandraum

Der Brandraum muss im Inneren eines Gebäudes errichtet werden, wo es im Wesentlichen zugfrei ist. Dieser Umgebungsraum muss beheizbar sein und hinreichend groß sein, um sicherzustellen, dass das Prüfffeuer unbeeinflusst bleibt. Um den Einbau der Instrumente und der Zündquelle zu vereinfachen, darf der Brandraum so aufgestellt werden, dass der Boden von seiner Unterseite aus erreichbar ist.

5.2 Durchgangsöffnung

In mittlerer Breite einer Wand mit den Maßen $2,40 \text{ m} \times 2,40 \text{ m}$ ist eine Durchgangsöffnung vorzusehen. Es dürfen keine weiteren Öffnungen in den raumabschließenden Wänden vorgesehen werden, die als Belüftung wirken könnten. Die Durchgangsöffnung muss folgende Maße haben:

- a) Breite: $(0,8 \pm 0,02)$ m;
- b) Höhe: $(2,0 \pm 0,02)$ m.

Der Abstand zwischen dem oberen Ende der Durchgangsöffnung und der Decke muss $(0,4 \pm 0,02)$ m betragen.

5.3 Konstruktionsbaustoffe

Der Brandraum muss aus Baustoffen der Klasse A1 nach EN 13501-1:2002 mit einer Rohdichte von (600 ± 200) kg/m³ erstellt werden. Die Minstdicke der Konstruktion muss 20 mm betragen.

6 Brenner

6.1 Allgemeines

Die konstruktive Gestaltung des Brenners ist in Anhang A festgelegt.

Der Brenner muss mit Propangas betrieben werden und eine Oberseite aus Sand aufweisen. Die konstruktive Gestaltung muss derart sein, dass über die gesamte Öffnungsfläche ein gleichförmiger Gasdurchfluss erreicht wird.

Die Zündquelle ist ein Propangasbrenner, der verhältnismäßig große Gasmengen verbraucht. Deshalb wird auf die folgende Sicherheitswarnung aufmerksam gemacht.

Alle Bestandteile wie Zufuhrleitungen, Verbindungen, Durchflussmesser usw. sollten für Propangas zugelassen sein. Die Installation sollte in Anlehnung an vorhandene Bestimmungen durchgeführt werden.

Der Brenner sollte aus Sicherheitsgründen mit einer fernbedienbaren Zündquelle wie z. B. einer Zündflamme oder einem Glühdraht ausgerüstet sein. Es sollte ein Warnsystem für ausströmendes Gas vorgesehen werden sowie ein Absperrventil, das unverzüglich automatisch die Gaszufuhr unterbricht, wenn die Brennerflamme erlischt.

6.2 Lage

Der Brenner muss in einer Ecke gegenüber dem Durchgang am Boden angeordnet sein. Das obere Ende des Brenners muss 145 mm vom Boden entfernt sein. Die Wände des Brenners müssen am Probekörper anliegen.

6.3 Gas

Der Brenner muss mit handelsüblichem Propangas mit einem Reinheitsgrad von mindestens 95 % betrieben werden.

6.4 Brennerleistung

Die Netto-Brennerleistung muss während der ersten 10 min nach der Zündung 100 kW betragen und danach während einer Dauer von 10 min auf 300 kW ansteigen. Der Brennerleistung muss auf $\pm 5\%$ des vorgeschriebenen Wertes gemessen werden.

7 Abzugshaube und Abzugsrohr

Das Abzugssystem zur Abführung der Verbrennungsprodukte muss so ausgelegt werden, dass alle Verbrennungsprodukte, die den Brandraum über die Durchgangsöffnung während der Prüfung verlassen, eingefangen werden. Dabei darf das Abzugssystem das durch das Feuer verursachte Strömungsprofil in der Durchgangsöffnung nicht beeinträchtigen. Die maximale Abzugsleistung bei Normaldruck und einer Temperatur von 25 °C muss mindestens 3,5 m³/s betragen. Abzugssysteme auf der Basis von natürlichem Auftrieb dürfen nicht verwendet werden.

ANMERKUNG Ein Beispiel einer Ausführung einer Abzugshaube und eines Abzugsrohres ist in Anhang B aufgeführt.

8 Messeinrichtung im Abzugsrohr

8.1 Allgemeines

Dieser Abschnitt legt die Mindestanforderung an die Messeinrichtung im Abzugsrohr fest. Zusätzliche Angaben und konstruktive Gestaltungen sind in Anhang C aufgeführt.

8.2 Volumenstromrate

Die Volumenstromrate im Abzugsrohr muss mindestens auf $\pm 5\%$ gemessen werden.

8.3 Gasanalyse

8.3.1 Probenentnahmestrecke

Die Gasproben müssen an einer Stelle im Abzugsrohr entnommen werden, wo die Verbrennungsprodukte gleichmäßig verteilt sind. Die Probenentnahmestrecke muss aus einem inerten Material, das die zu bestimmende Gaskonzentration nicht beeinflusst, bestehen (siehe Anhang C).

8.3.2 Sauerstoff

Das O₂-Gasanalysegerät muss vom paramagnetischen Typ sein oder eine entsprechende Leistung erbringen und einen Messbereich von mindestens 0 % bis 21 % (Volumenanteile) Sauerstoff (V_{O_2}/V_{Luft}) haben. Die Messunsicherheit muss $\leq 0,1\%$ O₂ (Volumenanteile) sein, wenn wie empfohlen gemessen wird. Die Stabilität des Analysegeräts muss innerhalb von 0,01 % O₂ (Volumenanteile) über eine Dauer von 30 min betragen (gemessen nach C.3.2). Das Ausgangssignal des Analysegeräts und das Datenerfassungssystem müssen eine Auflösung von 0,01 % O₂ (Volumenanteile) oder besser haben.

8.3.3 Kohlenstoffdioxid

Das CO₂-Analysegerät muss vom IR-Typ sein oder eine entsprechende Leistung erbringen und einen Messbereich von mindestens 0 % bis 10 % Kohlenstoffdioxid (Volumenanteile) haben. Die Messunsicherheit muss $\leq 0,1\%$ CO₂ (Volumenanteile) sein bei bis zu 5 % CO₂ (Volumenanteile) und $\leq 0,2\%$ CO₂ (Volumenanteile) bei 5 % bis 10 % CO₂ (Volumenanteile). Die Linearität des Analysegeräts muss 1 % vom Messbereich oder besser sein. Das Ausgangssignal des Analysegeräts und das Datenerfassungssystem müssen eine Auflösung von 0,01 % CO₂ (Volumenanteile) oder besser haben. Es ist ausreichend, die Linearität des CO₂-Analysegeräts unter Verwendung von drei Kalibrierungspunkten über den Messbereich zu zeigen.

8.4 Optische Dichte

8.4.1 Allgemeines

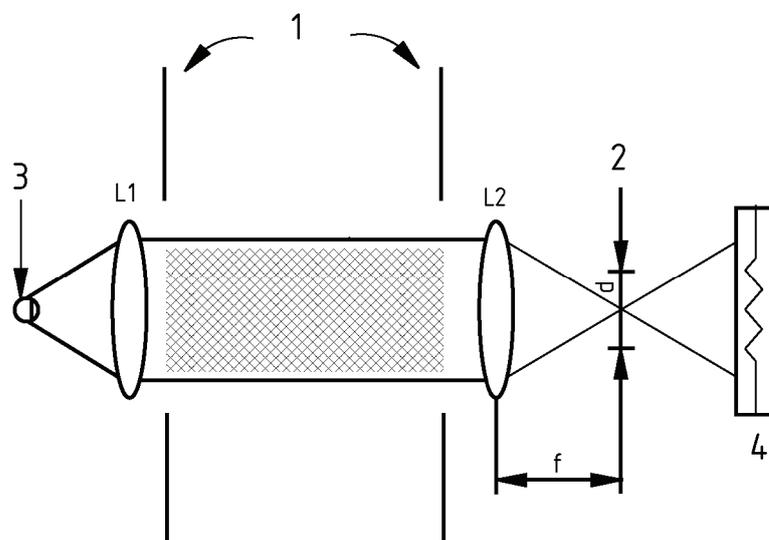
Die optische Dichte von Rauch wird durch Messung der Lichtschwächung einer Messvorrichtung aus einem Messlichtgeber, einer Linse, einer Blende und einem Messlichtempfänger ermittelt (siehe Bild 2).

8.4.2 Lampe

Lampe mit Glühfaden und einer Lichtfarbtemperatur von $(2\,900 \pm 100)$ K. Die Lampe muss mit stabilisiertem Gleichstrom betrieben werden, der innerhalb von $\pm 0,5\%$ stabil sein muss (einschließlich Temperatur-, Kurzzeit- und Langzeit-Stabilität).

8.4.3 Linsen

Die Linsenordnung muss das Licht in einen parallelen Lichtstrahlbündel mit einem Durchmesser von mindestens 20 mm ausrichten.



Legende

- 1 Wand des Abzugsrohrs
- 2 Blende
- 3 Lampe
- 4 Messlichtempfänger

Bild 2 — Lichtmessstrecke

8.4.4 Blende

Die Blende muss im Brennpunkt von Linse L_2 entsprechend Bild 2 angeordnet werden und ihr Durchmesser, d , muss in Abhängigkeit vom Abstand f der Linse L_2 zu ihrem Brennpunkt so festgelegt werden, dass d/f kleiner als 0,04 ist. Andere gleichwertige Lösungen zur Vermeidung von Streulicht sind erlaubt.

8.4.5 Messlichtempfänger

Der Messlichtempfänger muss in Übereinstimmung mit der CIE¹⁾ eine entsprechende Ansprechrate der Spektralverteilung des Lichtes aufweisen, die $V(\lambda)$ -Funktion (die CIE fotooptischen Kurven) muss eine Genauigkeit von mindestens $\pm 5\%$ aufweisen.

Die Ausgangswerte des Messlichtempfängers müssen über einem Ausgangsbereich von mindestens zwei Zehnerpotenzen innerhalb von 5% der gemessenen Übertragungswerte, oder 1% der absoluten Übertragung, linear sein.

8.4.6 Position

Der Lichtstrahl muss über den Querschnitt entlang des Durchmessers des Abzugsrohrs hinweg in einer Lage, wo der Rauch gleichmäßig verteilt ist, gehen.

1) Commission internationale d'éclairage.

9 Leistung des Systems

9.1 Kalibrierung

Vor jeder Prüfung oder zusammenhängender Prüfserie ist eine Kalibrierprüfung durchzuführen.

ANMERKUNG In Anhang D sind Gleichungen zur Berechnung angegeben.

Die Prüfung muss mit einer Brennerleistung nach Tabelle 1 durchgeführt werden, wobei der Brenner direkt unter der Abzugshaube angeordnet sein muss. Die Messwerte müssen mindestens alle drei Sekunden aufgenommen werden und müssen 1 min vor Zündung des Brenners begonnen werden. Nach stabilisierter Phase darf die Abweichung zwischen der mittleren Wärmefreisetzungsrate über 1 min hinweg errechnet aus dem gemessenen Sauerstoffverbrauch auf der einen Seite und der Wärmefreisetzungsrate über 1 min hinweg errechnet aus dem Gasverbrauch auf der anderen Seite 5 % der einzelnen Stufen der Brennerleistungen nicht überschreiten.

9.2 Ansprechzeit des Systems

9.2.1 Durchführung

Die Verzugszeiten und Ansprechzeiten der Gasanalysegeräte müssen für die schrittweisen Änderungen der Brennerleistung entsprechend Tabelle 1 geprüft werden. Der Brenner muss in mittiger Position 3,5 m unterhalb des Abzuges angeordnet werden. Die Messungen sind alle 3 s aufzunehmen.

Tabelle 1 — Profil der Brennerleistung

Zeit min	Brennerleistung kW
0 bis 2	0
2 bis 7	100
7 bis 12	300
12 bis 17	100
17 bis 19	0

9.2.2 Verzugszeiten

Die Verzugszeit des Sauerstoffanalysegerätes ist aus der Differenz zwischen einer 3 K Änderung in der Temperatur im Abzug und einer 0,05 % Änderung der Sauerstoffkonzentration zu berechnen. Die Verzugszeit des Kohlenstoffdioxidanalysegerätes ergibt sich aus der Differenz zwischen einer 3 K Änderung in der Temperatur im Abzug und einer 0,02 % Änderung der Kohlenstoffdioxidkonzentration. Keine der beiden Verzugszeiten darf 30 s überschreiten. Vor einer Berechnung der Wärmefreisetzungsrate müssen die Messwerte auf der Basis dieser Verzugszeit korrigiert werden.

9.2.3 Ansprechzeiten

Die Ansprechzeiten sind aus der Zeit zwischen einer 10 % und 90 % Änderung der gemessenen Sauerstoff- oder Kohlenstoffdioxidstufe zu berechnen. Die Ansprechzeiten dürfen 12 s nicht überschreiten.

9.3 Genauigkeit

Die Genauigkeit des Systems bezogen auf die verschiedenen Durchflussraten muss geprüft werden, indem die Durchflussrate im Abzug in vier verschiedenen Stufen, beginnend mit 2 m³/s (bei 0,1 MPa und 25 °C) bis zum Maximalwert, vergrößert wird. Die Leistung des Brenners muss 300 kW betragen. Die Fehlerabweichung der mittleren Wärmefreisetzungsrate berechnet über 1 min darf nicht mehr als 10 % von der tatsächlichen Leistung des Brenners abweichen.

9.4 Methanolkalibrierung

9.4.1 Allgemeines

Mindestens einmal im Jahr, oder falls erforderlich häufiger, muss eine Kalibrierung unter Benutzung von Methanol durchgeführt werden.

9.4.2 Behälter

Der Behälter zum Verbrennen des Methanols muss kreisförmig sein und aus Stahl hergestellt werden. Der Durchmesser des Behälters muss (720 ± 10) mm betragen und die Höhe (150 ± 10) mm. Die Dicke des Stahlbleches muss 2,0 mm betragen. Dies ergibt eine Fläche des Brennstoffes von $(0,41 \pm 0,01)$ m².

9.4.3 Methanol

Das Methanol muss eine Reinheit von mindestens 98 % aufweisen. Es muss 10 l Methanol benutzt werden.

ANMERKUNG Das sich aus diesem Pool ergebende Feuer wird eine Energie von etwa 140 kW freisetzen. Eine Probe des Methanols darf zurückbehalten werden und in einem getrennten Behälter aufbewahrt werden. Sollten sich Zweifel über die Reinheit der Flüssigkeit ergeben, kann diese zu einem späteren Zeitpunkt chemisch analysiert werden.

9.4.4 Verfahren

9.4.4.1 Allgemeines

Das Verfahren zur Kalibrierung mit Methanol wird in den folgenden Unterabschnitten beschrieben.

9.4.4.2 Ausgangslage

Der Brennstoffbehälter muss auf eine Waagschale, die als Platte oben auf der Waage liegt, gesetzt werden. Die Platte muss die Maße von $(1,2 \pm 0,05)$ m \times $(2,4 \pm 0,05)$ m aufweisen und aus nichtbrennbarem Calciumsilicat nach EN 13238 bestehen. Der Behälter darf nicht von unten her wärmegeklämt sein.

Die Waage, zum Beispiel eine Lastzelle, muss die Masse des Probekörpers auf ± 150 g bis mindestens 90 kg der Probekörpermasse messen. Sie muss derart aufgestellt werden, dass die Wärme der brennenden Probe und eine etwaige Exzentrizität der Last diese Genauigkeit nicht beeinflussen. Es ist dafür zu sorgen, dass sich während der Messungen die Messbereiche nicht ändern. Alle Teile der Waage, zum Beispiel eine Lastzelle, müssen unterhalb der Oberfläche der nichtbrennbaren Platte sein.

Der Abstand zwischen der Oberseite der Platte und dem Boden darf 0,5 m nicht überschreiten. Der Bereich zwischen der Platte und dem Boden muss abgeschirmt werden, um zu verhindern, dass Auftriebskräfte, die sich aus den durch das Feuer sich entwickelnden Luftströmungen ergeben können, die Messungen beeinflussen.

Der Behälter muss mittig unter der Abzugshaube in horizontaler Lage platziert werden.

Die Temperatur des Brennstoffes, des Behälters und die Temperatur, die vom Thermoelement zur Messung der Umgebungstemperatur gemessen wird, muss (20 ± 5) °C betragen. Der Brennstoffbehälter muss sich zwischen den Prüfungen auf innerhalb von 5 °C der Umgebungstemperatur abkühlen. Die in den Behälter gegebene Brennstoffmenge muss auf ± 100 g gewogen werden.

Der horizontale Luftzug in einer Entfernung von 0,5 m vom Rand der Waagschale in der Höhe der nichtbrennbaren Platte darf 0,5 m/s nicht überschreiten.

9.4.4.3 Durchfluss

Die Durchflussrate im Abzugssystem muss auf $(2,5 \pm 0,5)$ m³/s eingestellt werden.

9.4.4.4 Aufzeichnung der Ausgangslinie

Mindestens 2 min vor der Entzündung des Brennstoffes ist eine Ausgangslinie zu ermitteln.

9.4.4.5 Zündung

Der Brennstoff ist auf eine sichere Weise so zu entzünden, dass der Wägevorgang der Probe nicht gestört wird. Dies kann z. B. durch eine an einer langen Stange befestigten brennenden Kerze erreicht werden.

9.4.4.6 Ende der Kalibrierprüfung

Nachdem der Brennstoff abgebrannt ist, müssen die Messungen für weitere 2 min fortgesetzt werden.

9.4.5 Anforderungen an die Methanolkalibrierung

Die effektive Verbrennungswärme, $\Delta H_{c,eff}$, die aus der gesamten Wärmefreisetzung dividiert durch den gesamten Masseverlust errechnet wird, darf vom theoretischen Wert von 19,83 kJ/g nicht mehr als 10 % abweichen. Der Wert 17,3 MJ/m³ bei 25 °C für E (siehe D.2.2) ist zu verwenden.

10 Vorbereitung der Probekörper

10.1 Anordnung der Probekörper

Das zu prüfende Bauprodukt muss so weit wie möglich in der gleichen Art wie in der praktischen Anwendung befestigt werden. Die Wände (mit Ausnahme derjenigen Wand, in der die Türöffnung angeordnet ist) und die Decke müssen mit dem Produkt bekleidet werden. Dies wird als Normprüfkonfiguration der Probe bezeichnet.

10.2 Platten

Falls das zu prüfende Bauprodukt eine Platte ist, müssen so weit wie möglich die gewöhnliche Breite, Länge und Dicke der Platte entsprechend benutzt werden.

10.3 Befestigung

Das Bauprodukt muss entweder auf einer Trägerplatte oder direkt an der Innenseite des Brandraumes befestigt werden. Die Befestigungsart (zum Beispiel Nageln, Kleben oder die Benutzung einer Tagkonstruktion) muss so weit wie möglich mit der in der praktischen Anwendung übereinstimmen. Die Dicke des Probekörpers einschließlich eines Luftspaltes beträgt maximal 150 mm. Die Befestigungsart muss eindeutig im Prüfbericht beschrieben werden.

10.4 Trägerplatten

Sofern eine Trägerplatte verwendet wird, ist diese nach EN 13238 zu wählen und anzubringen oder es muss eine Trägerplatte entsprechend der Endanwendung benutzt werden.

10.5 Farben und Lacke

Farben und Lacke müssen auf die Trägerplatten und/oder auf das Produkt entsprechend den Angaben des Auftraggebers aufgetragen werden.

10.6 Konditionierung

Die Proben sind nach EN 13238 zu konditionieren. Etwaige Wägungen sollten an einem repräsentativen Stück des Probekörpers durchgeführt werden.

11 Prüfung

11.1 Ausgangssituation

11.1.1 Umgebungstemperatur

Die Temperatur im Brandraum und seiner Umgebung muss vom Zeitpunkt der Befestigung der Probekörper bis zum Beginn der Prüfung (20 ± 10) °C betragen. Eine Prüfung im Freien ist nicht zulässig. Die Zeit zwischen dem Entfernen der Probekörper aus dem Konditionierungsraum und dem Beginn der Prüfung ist auf ein Minimum zu reduzieren.

11.1.2 Luftzug in der Umgebung

Der horizontale Luftzug, der in einem horizontalen Abstand von 1 m von der Mitte des Durchganges aus gemessen wurde, darf 0,5 m/s nicht überschreiten.

11.1.3 Brenner

Der Brenner muss mit dem Probekörper im Bereich der Ecke in Berührung stehen. Die Oberfläche der Brenneröffnung muss frei von Trümmerteilen sein.

11.1.4 Fotografien

Das Bauprodukt muss vor der Prüfung entweder fotografiert oder mit Videokamera aufgenommen werden.

11.2 Verfahren

11.2.1 Automatisches Aufzeichnen der Messdaten

Die folgenden Messwerte müssen gemessen und automatisch alle 3 s aufgezeichnet werden. Die Aufzeichnung muss mindestens 2 min vor der Zündung des Brenners begonnen werden und mindestens bis 22 min nach der Entzündung fortgesetzt werden oder aber 2 min nach einem Flammenüberschlag, je nach dem, was zuerst eintritt.

- a) Zeit (t), in s. Der Beginn der Aufzeichnung der Messwerte bei $t = -120$ s entspricht 2 min vor der Zündung des Brenners.
- b) Durchfluss (\dot{m}_b) von Propangas zum Brenner in mg/s. Wenn ein Messgerät auf Rotationsprinzip benutzt wird, sind die Messwerte manuell hinzuzufügen.
- c) Druckdifferenz (Δp) zwischen den zwei Kammern der bidirektionalen Sonde an der Messstelle des Abzuges in Pa.
- d) Eingangssignale vom Lichtempfänger (I), als weißes Lichtsystem an der Messstelle des Abzuges in %.
- e) O₂ Prozent in den Rauchgasen, entnommen an der Gasentnahmesonde an der Messstelle des Abzuges.
- f) CO₂ Prozent in den Rauchgasen, entnommen an der Gasentnahmesonde an der Messstelle des Abzuges.
- g) Temperatur in K im Abzug (T_s) an der Messstelle des Abzuges.

11.2.2 Einstellungen des Brenners und des Durchflusses der Rauchgase

Der Brenner ist innerhalb von 10 s nach seiner Zündung auf die Stufe der Brennerleistung nach 6.4 einzustellen. Die Leistung des Abzuges ist kontinuierlich so einzustellen, dass alle Verbrennungsprodukte abgezogen werden.

11.2.3 Fotografien

Von der Prüfung müssen eine fotografische und/oder Videoaufnahmen vorgenommen werden. Sofern Fotos aufgenommen werden sollen, müssen mindestens 6 aufgenommen werden, wobei eines vor Prüfbeginn, eines nach Prüfende, eines während der Entzündung des Brenners und eines während der Vergrößerung der Brennerleistung aufzunehmen ist. Auf allen fotografischen Aufzeichnungen muss die Uhrzeit auf 1 s angegeben sein.

ANMERKUNG Es hat sich als sinnvoll ergeben, sowohl eine bewegliche Videokamera als auch eine fest installierte Videokamera zur Aufnahme von besonderen Ereignissen wie brennendes Abtropfen/Abfallen zu benutzen.

11.2.4 Beobachtungen

Während der Prüfung sind die folgenden Beobachtungen aufzuzeichnen, einschließlich der Zeit, wann sie auftauchen:

- a) Entzündung der Decke;
- b) ob eine Flammausbreitung unterhalb von 0,5 m an den Wänden des Brandraumes vom Boden aus gemessen auftritt, mit Ausnahme des Bereiches, der innerhalb von 1,2 m von der Ecke ist, wo die Zündquelle angeordnet ist;
- c) eine Änderung der Brennerleistung;
- d) aus dem Durchgang schlagende Flammen;
- e) Auftreten und Ort von brennendem Abtropfen/Abfallen;
- f) von der Abzugshaube nicht abgeleiteter Rauch oder Rauchverlust durch Risse im Raum.

Brennendes Abtropfen darf nur dann aufgezeichnet werden, wenn es außerhalb einer Entfernung von 1,2 m von der Ecke des Probekörpers auftritt, außerhalb des Bereiches, in dem der Brenner angeordnet ist.

11.2.5 Abbrechen der Prüfung

Die Prüfung ist 20 min nach Zündung des Brenners zu beenden oder früher im Falle eines Flammenüberschlages.

ANMERKUNG Sicherheitsgesichtspunkte können ein früheres Abbrechen bewirken.

11.2.6 Schäden der geprüften Probe

Nach der Prüfung ist das Ausmaß der Beschädigung des Bauprodukts festzustellen.

11.2.7 Ungewöhnliches Verhalten

Etwaiges anderes ungewöhnliches Verhalten ist festzuhalten.

12 Prüfbericht

Der Prüfbericht muss mindestens die folgenden Angaben enthalten. Eine eindeutige Unterscheidung muss gemacht werden zwischen den Daten, die vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt wurden, und den Daten, die durch die Prüfung bestimmt wurden:

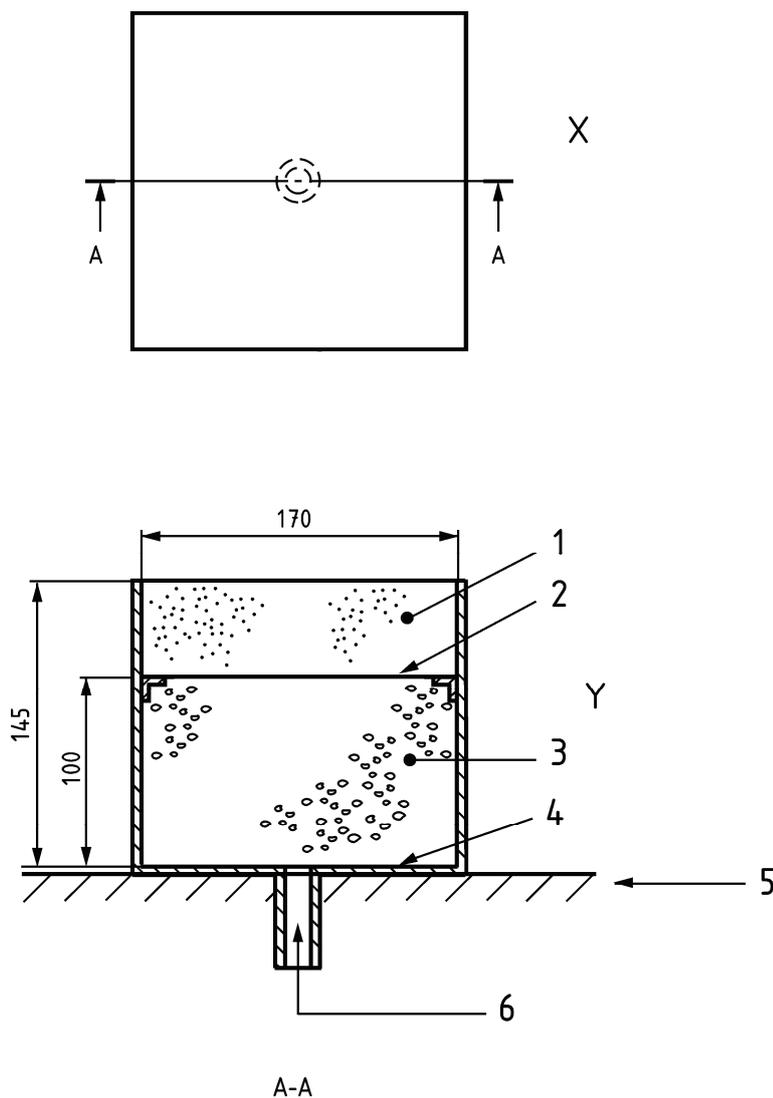
- a) Bezug darauf, dass die Prüfung in Übereinstimmung mit dieser Europäische Norm (EN 14390) durchgeführt wurde;
- b) jede Abweichung von dem Prüfverfahren;
- c) Name und Adresse des Prüflabors;
- d) Datum und Identifikationsnummer des Prüfberichts;
- e) Name und Adresse des Auftraggebers;
- f) Name und Adresse des Herstellers/Lieferanten, falls bekannt;
- g) Datum des Probeneingangs;
- h) Identifikation des Bauproduktes;
- i) Beschreibung der Probenahme, wenn relevant;
- j) eine allgemeine Beschreibung des geprüften Bauproduktes einschließlich Rohdichte, flächenbezogene Masse und Dicke, zusammen mit der Art des Aufbaus des Probekörpers;
- k) Beschreibung der Trägerplatte und der Befestigung auf der Trägerplatte (falls eine verwendet wird);
- l) Einzelheiten zur Konditionierung;
- m) Datum der Prüfung;
- n) Prüfergebnisse (siehe Anhang D);
 - i) Zeit bis zum Flammenüberschlag;
 - ii) grafische Darstellung von Zeit über der Wärmefreisetzungsrate (*HRR*) und ob der Brenner dabei eingeschlossen ist, Zeit/Wärmefreisetzungsrate des Brenners;
 - iii) Umgebungstemperatur;
 - iv) grafische Darstellung von Zeit über der Rauchentwicklungsrate (*SPR*) bei tatsächlicher Temperatur der durchströmenden Rauchgase im Abzug;
 - v) Beschreibung der Brandentwicklung (Fotografien);
 - vi) $FIGRA_{RC}$ berechnet nach Anhang D;
 - vii) $SMOGRA_{RC}$ berechnet nach Anhang D;
 - viii) gesamte Rauchentwicklung, *TSP*, berechnet nach Anhang D und dem Integrationszeitraum;
 - ix) gesamte Wärmefreisetzung, *THR*, berechnet nach Anhang D und der Integrationszeitraum;
- o) auf Nachfrage des Auftraggebers: Messdatenaufzeichnung der automatisch festgehaltenen Messwerte nach 9.4 und/oder die letzten Kalibrierberichte;
- p) die folgende Aussage: „Die Prüfergebnisse beziehen sich auf das Brandverhalten eines Bauproduktes unter den besonderen Bedingungen der Prüfung; sie sind nicht dafür gedacht, das einzige Kriterium zur Beurteilung einer potenziellen Brandgefahr des benutzten Bauproduktes zu sein“;
- q) visuelle Beobachtungen der Flammenausbreitung und von abtropfenden/abfallenden Teilen.

Anhang A (normativ)

Zündquelle

Der Brenner muss Bild A.1 entsprechen und eine Oberflächenschicht aus Sand aufweisen. Der Brenner muss mit Kies der Größe 4 mm bis 8 mm und Sand der Größe 2 mm bis 3 mm gefüllt werden. Die zwei Lagen müssen durch zwei Metalldrahtgeflechte stabilisiert werden: das obere Metalldrahtgeflecht muss eine Maschengröße von 1,4 mm und das untere Metalldrahtgeflecht eine Maschengröße von 2,8 mm aufweisen. Die obere Lage von Sand muss mit der oberen Kante des Brenners abschließen. Die Maße sind nominell.

Maße in Millimeter



Legende

- | | |
|------------------------|-------------------------|
| 1 Sand | 4 Messingdrahtgeflecht |
| 2 Messingdrahtgeflecht | 5 Boden des Brandraumes |
| 3 Kies | 6 Gaseingang |
| X Draufsicht | Y Seitenansicht |

Bild A.1 — Normzündquelle

Anhang B (informativ)

Konstruktion des Abzugssystems

B.1 Allgemeines

Während der Phase des ansteigenden Feuers kann die Massenstromrate von Verbrennungsgasen, die aus dem Brandraum herausströmen, eine Größenordnung von 1 kg/s und die Strömungsgeschwindigkeit der Verbrennungsgase von 4 m/s haben. Die Gase werden von einer Abzugshaube aufgefangen. Das folgende System wurde geprüft und hat gezeigt, dass es mit den Anforderungen dieser Europäischen Norm übereinstimmt.

B.2 Abzugshaube

Die Abzugshaube ist mittig über dem Durchgang des Brandraumes angeordnet, wobei die untere Kante mit der Decke des Brandraumes übereinstimmt. Die unteren Abmessungen der Abzugshaube sind 3 m × 3 m und die Höhe beträgt 1,0 m (siehe Bild B.1). An drei Seiten ragen Stahlbleche 1,0 m herunter (die vierte Seite ist mit dem Brandraum verbunden). Die effektive Höhe der Abzugshaube ist entsprechend 2 m (siehe Bild B.2). Die Abzugshaube mündet in einen Aufsatz mit einer Querschnittsfläche von 0,9 m × 0,9 m. Der Aufsatz hat eine Höhe von mindestens 0,9 m.

In der Kammer des Aufsatzes sind zwei Platten mit einer Größe von etwa 0,5 m × 0,9 m angeordnet, um die Verbrennungsgase besser zu vermischen (siehe Bild B.2).

Die Abzugshaube sollte so konstruiert und hergestellt werden, dass keine Leckage auftritt.

B.3 Abzugsrohr

Ein Abzugsrohr ist mit der Kammer des Aufsatzes verbunden. Der Innendurchmesser des Abzugsrohrs sollte 400 mm betragen. Das gradlinige Abzugsrohr sollte eine Länge von mindestens 4,8 m aufweisen.

Zur Erleichterung der Durchflussmessungen werden an beiden Enden des Abzugsrohrs Einsätze zur Glättung des Strömungsprofils angeordnet (siehe Bild B.1 und Bild B.2), oder der gradlinige Teil des Abzugsrohrs sollte eine derartige Länge aufweisen, dass ein gleichmäßiges Strömungsprofil an der Messstelle erreicht wird.

Das Abzugsrohr wird mit einem Absaugsystem verbunden.

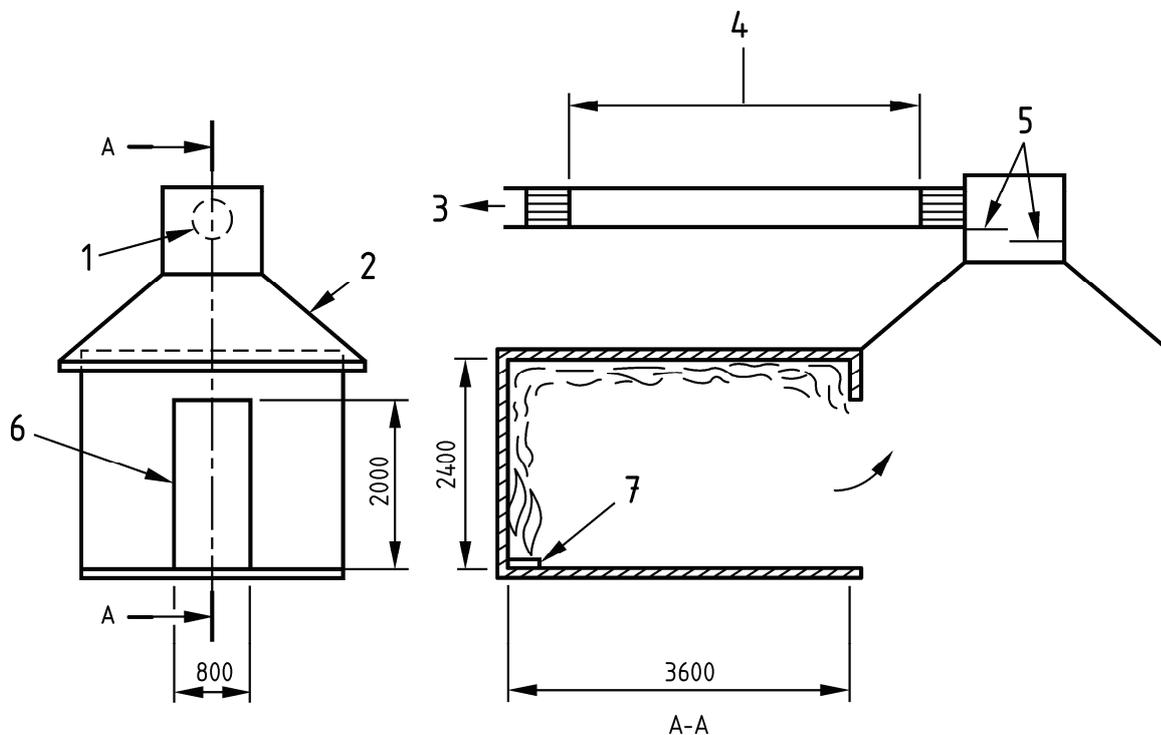
B.4 Kapazität

Die Kapazität des Rauchabzugssystems sollte derart ausgelegt sein, dass mindestens alle aus dem Brandraum entweichenden Verbrennungsgase abgeführt werden. Dies erfordert eine Kapazität des Rauchabzugssystems von mindestens 4 kg/s (ungefähr 12 000 m³/h bei genormten atmosphärischen Bedingungen). Dies entspricht einem Abzugsdruck von etwa 2 kPa am Ende des Abzugsrohrs. Während der Prüfung sollte es möglich sein, die Abgasströmung zwischen 0,5 kg/s und 4 kg/s zu regulieren. Wenn die Luftströmung während des ersten Teils der Prüfung nicht abgesenkt wird, ist die Genauigkeit der Messung zu gering.

B.5 Alternative Systeme

Ein alternatives Abzugssystem darf benutzt werden, wenn gezeigt wurde, dass es gleichwertige Ergebnisse liefert. Gleichwertigkeit wird durch die Übereinstimmung mit den Anforderungen nach Abschnitt 9 nachgewiesen.

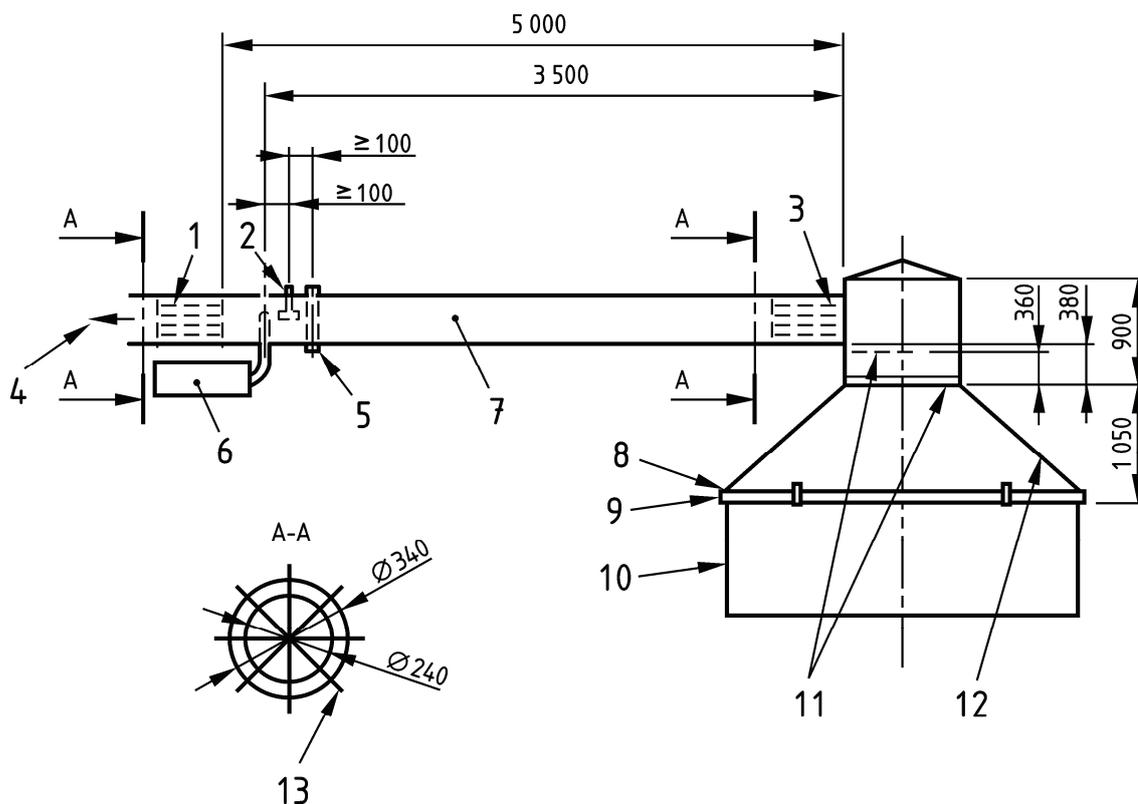
Maße in Millimeter



Legende

- 1 Abzugsrohr \varnothing 0,4 m
- 2 Abzugshaube 3 000 mm \times 3 000 mm
- 3 zum Rauchgasfilter
- 4 Länge 5 000 mm
- 5 Leitbleche
- 6 Durchgang
- 7 Gasbrenner

Bild B.1 — Grundsätzliche Konstruktion (ohne überragendes Blech)



Legende

- 1 Einsatz zur Glättung des Strömungsprofils
- 2 bidirektionale Sonde
- 3 Einsatz zur Glättung des Strömungsprofils
- 4 zum Rauchgasfilter
- 5 Lampe, fotooptisches System
- 6 Gasanalysegerät
- 7 Abzugsrohr $\text{\O} 400 \text{ mm}$
- 8 Öffnung $3\,000 \text{ mm} \times 3\,000 \text{ mm}$
- 9 Profilstahlrahmen $50 \text{ mm} \times 100 \text{ mm} \times 3,2 \text{ mm}$
- 10 Stahlplatte $1\,000 \text{ mm} \times 3\,000 \text{ mm}$
- 11 Stahlplatte $2 \text{ mm} \times 500 \text{ mm} \times 900 \text{ mm}$
- 12 Abzugshaube aus Stahlblech mit Dicke von 2 mm
- 13 4 Stahlplatten $395 \text{ mm} \times 400 \text{ mm}$

Bild B.2 — Einzelheiten des Abzugssystems und Lage der Sonden zur Probeentnahme

Anhang C (informativ)

Messinstrumente im Abzugsrohr

C.1 Volumenstrom²⁾

C.1.1 Bidirektionale Sonde

Der Volumenstrom darf mit Hilfe einer bidirektionalen Sonde, die auf der Mittelachse des Abzuges angeordnet ist, gemessen werden. Die Sonde, die im Bild C.1 dargestellt ist, besteht aus einem Zylinder aus nichtrostendem Stahl mit einer Länge von 32 mm und einem Innendurchmesser von 14 mm. Der Zylinder ist in zwei gleich große Kammern unterteilt. Die Druckdifferenz zwischen den zwei Kammern wird mit einem Druckübertragungsgerät gemessen. Das Diagramm aus den Ergebnissen der Sonde über der Reynolds-Zahl ist im Bild C.2 dargestellt.

C.1.2 Druckübertragungsgerät

Das Druckübertragungsgerät sollte auf mindestens ± 5 Pa messen und vom Kapazitätstyp sein. Ein geeigneter Messbereich ist von 0 Pa bis 2 000 Pa. Die Reaktionszeit des Druckübertragungsgeräts sollte weniger als 3 s betragen.

C.1.3 Thermoelemente

Die Gastemperatur in unmittelbarer Nähe der Sonde wird mit einem Mantel-Thermoelement Typ K mit einem maximalen Durchmesser von 0,25 mm gemessen. Das Thermoelement sollte das Strömungsprofil um die bidirektionale Sonde nicht stören.

C.2 Probenentnahme

C.2.1 Probenentnahmesonde

Die Probenentnahmesonde sollte im Abzugsrohr an einer Stelle angeordnet sein, wo die Abzugsgase gut durchmischt sind. Die Probenentnahmesonde sollte eine zylindrische Form haben, um die Störung des Strömungsprofils gering zu halten. Die Gasentnahmen sollten über den gesamte Durchmesser des Abzugsrohrs erfolgen.

C.2.2 Probenentnahmestrecke

Die Probenentnahmestrecke (siehe Bild C.3) sollte aus nichtkorrosivem Material wie zum Beispiel PTFE hergestellt werden. Die Verbrennungsgase sollten mit einem inerten Filter bis zu einer Teilchenkonzentration gefiltert werden, die für das Gasanalysengerät erforderlich ist. Der Filtervorgang sollte in mehr als einer Stufe durchgeführt werden. Die Gasmischung sollte bis auf maximal 10 °C abgekühlt werden.

Für andere Gase außer CO, CO₂ and O₂ sollten erwärmte Probenentnahmestrecken benutzt werden (150 °C bis 175 °C). Die Probenentnahmestrecken sollten so kurz wie möglich sein. Die Gase sollten mit erwärmten Filtern bei der gleichen Temperatur wie die Probeentnahmestrecke gefiltert werden, um eine Bildung kalter Punkte entlang der gesamten Probeentnahmestrecke zu verhindern (siehe auch C.2.3 und C.2.4).

2) In Bild C.3 werden geeignete Positionen für die in C.1 bis C.4 beschriebenen Sonden gezeigt.

C.2.3 Pumpe

Das Verbrennungsgas sollte mit einer Pumpe gefördert werden, die kein Öl, Fett oder ähnliche Produkte abgibt, die die Gasmischung kontaminieren könnten. Eine Membranpumpe ist geeignet.

C.2.4 Ausgang der Probenentnahmestrecke

Gas von der Probeentnahmestrecke sollte zu den einzelnen Analysegeräten ohne Bildung eines Druckgradienten verteilt werden. Geeignete Systeme enthalten einen auf Umgebungsdruck entlüfteten Behälter oder ein Druckregelventil.

C.2.5 Spezifizierungen

Eine geeignete Probeentnahmesonde ist im Bild C.4 dargestellt. Die Probeentnahmestrecke ist im Bild C.3 dargestellt. Eine geeignete Pumpe sollte eine Kapazität von 10 l/min bis 50 l/min haben. Die Pumpe sollte eine Druckdifferenz von mindestens 10 kPa erbringen, um das Risiko zu verringern, dass die Filter durch Rauch verstopft werden. Um Rußablagerungen in der Sonde zu verhindern, ist der Eingang der Probeentnahmesonde in Abströmrichtung angeordnet.

C.3 Analyse des Verbrennungsgases

C.3.1 Allgemeines

Die Analyse von Kohlenstoffdioxid, Kohlenmonoxid und Sauerstoff erfordert, dass etwaiger Wasserdampf aus den Verbrennungsgasen mit entsprechenden Trockenmitteln, z. B. Anhydrid von Kalziumsulfat, herausgezogen wird. Kieselsäuregel ist nicht geeignet.

C.3.2 Sauerstoffkonzentration

Die Stabilität des Ausganges des Sauerstoffanalysegerätes bei Benutzung eines Datenerfassungssystems sollte nach einer ersten Installation, einer Wartung, einer Reparatur oder einem Austausch des Sauerstoffanalysegerätes oder anderer wesentlicher Teile des Gasanalysestems geprüft werden, mindestens jedoch alle sechs Monate.

Das Verfahren zur Prüfung der Stabilität des Ausganges des Sauerstoffanalysegerätes sollte wie folgt sein:

- a) führe dem Sauerstoffanalysegerät sauerstofffreies Stickstoffgas zu, bis das Analysegerät den Gleichgewichtszustand erreicht hat;
- b) nach mindestens 60 min unter sauerstofffreien Bedingungen stelle den Volumenstrom im Abzugsrohr auf $(2,5 \pm 0,5) \text{ m}^3/\text{s}$ ein und schalte um auf Luft aus dem Abzugsrohr mit der gleichen Strömungsgeschwindigkeit, gleichem Druck und Trocknungsverfahren wie für das Probegas. Wenn das Analysegerät Gleichgewicht erreicht hat, justiere das Ausgangssignal des Analysegeräts auf $(20,95 \pm 0,01) \%$;
- c) starte innerhalb einer Minute die Aufzeichnung des Ausgangssignals des Sauerstoff-Analysegeräts in einem Intervall von $\leq 3 \text{ s}$ für eine Dauer von 30 min;
- d) bestimme die Drift unter Verwendung des Verfahrens der kleinsten Summe der Fehlerquadrate, um eine gerade Linie durch die Messdatenpunkte zu legen. Der absolute Wert der Differenz zwischen der Ablesung bei 0 min und bei 30 min dieser Ausgleichsgeraden stellt die Drift dar;
- e) bestimme die Streuung durch Berechnung der mittleren Standardabweichung um die Ausgleichsgerade herum.

Die Summe aus Drift und Streuung (beide als positive Werte genommen) sollte nicht größer als 0,01 % (V_{O_2}/V_{air}) sein.

C.3.3 Kohlenstoffdioxidkonzentration

Das Kohlenstoffdioxidanalysegerät sollte mit den Anforderungen nach 8.3.3 übereinstimmen.

C.4 Optische Dichte

C.4.1 Allgemeines

Typische Bestandteile einer geeigneten Lichtmessstrecke sind wie folgt:

Linsen: konvexe Form mit einem Durchmesser von 40 mm, Brennweite 50 mm;

Lampe: Halogenlampe; 6 V, 10 W;

Fotozelle: Quarzfotodiode mit einem gefärbten auswechselbaren Glasfilter, der spektrale Eigenschaften wie das menschliche Auge hat.

Die Fotozelle ist mit einem angemessenen Widerstand oder Verstärker verbunden, der eine minimale Auflösung von 2 Dekaden ergibt. Linsen, Lampe und Fotozelle werden in zwei Gehäusen befestigt, die sich am Rauchabzug gegenüberliegend auf einer Diagonalen befinden.

Das System sollte selbstreinigend in Bezug auf Rußablagerungen sein; dies kann durch Löcher in der Peripherie der beiden Gehäuse, die im Rauchabzug unter Druck stehen, erreicht werden.

Eine geeignete Lichtmessstrecke ist in ISO/TR 5924 angegeben.

C.4.2 Kalibrierung

C.4.2.1 Allgemeines

Die Kalibrierung der Lichtmessstrecke sollte vor Prüfungen, nach Errichtung, Wartung, Reparatur oder Ersatz des Halters des Rauchmesssystems oder anderer wesentlicher Teile des Abzugsystems und mindestens alle sechs Monate vor einer Prüfung durchgeführt werden. Die Kalibrierung setzt sich aus zwei Teilen zusammen: einer Überprüfung der Stabilität des Ausgangssignals und einer Überprüfung mit Hilfe von optischen Filtern.

C.4.2.2 Überprüfung der Stabilität

Die folgenden Schritte werden bei eingeschaltetem Messgerät durchgeführt:

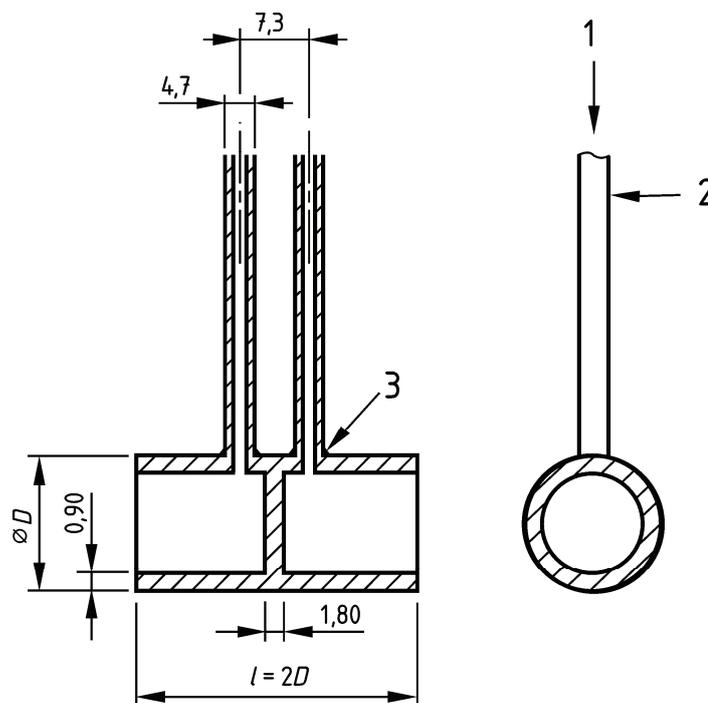
- a) stelle den Volumenstrom des Abzugs ein auf: $\dot{V}_{298} = (2,5 \pm 0,5) \text{ m}^3/\text{s}$;
- b) starte die Zeiterfassung und zeichne das Signal des Lichtempfängers für einer Dauer von 30 min auf;
- c) bestimme die Drift durch Anwendung des Verfahrens der kleinsten Summe der Fehlerquadrate, um eine Ausgleichsgerade durch die Messpunkte zu ziehen. Der absolute Wert der Differenz zwischen dem abgelesenen Wert bei 0 min und dem bei 30 min dieser Ausgleichsgeraden stellt die Drift dar;
- d) bestimme die Streuung durch Berechnung der mittleren Standardabweichung (rms; **root-mean-square**) um die Ausgleichsgerade.

Kriterium: Sowohl die Streuung als auch die Drift müssen kleiner als 0,5 % des Anfangswerts sein.

C.4.2.3 Überprüfung mit Hilfe der optischen Filter

Die Lichtmessstrecke sollte mit mindestens fünf Neutraleichtfiltern im Bereich der optischen Dichte von 0,05 bis 2,0 kalibriert werden. Die mit dem gemessenen Signal des Lichtempfängers berechnete optische Dichte sollte innerhalb von entweder $\pm 5\%$ oder $\pm 0,01$ des angegebenen Wertes der Filter liegen. Es werden bevorzugt ND-Filter empfohlen. Die Filter sollten mit der korrekten IEC-Kurve für die Empfindlichkeit des menschlichen Auges kalibriert werden.

Maße in Millimeter

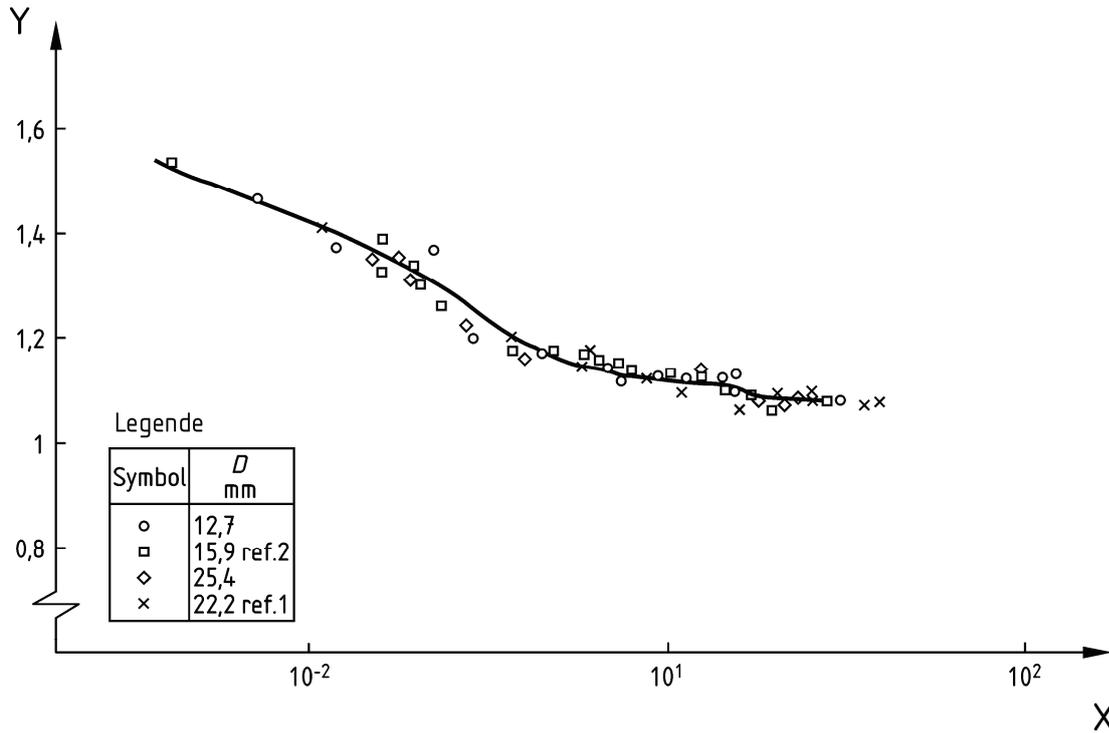


Legende

- 1 zu Δp Instrument
- 2 variable Länge der unterstützenden Rohre
- 3 Schweißnaht

ANMERKUNG Entnommen von McCaffrey und Heskestad (Literaturhinweise [3]).

Bild C.1 — Bidirektionale Sonde



$$X \quad Re = \frac{\rho V D}{\mu} \quad Y \quad \left(\frac{2 \Delta p}{\rho} \right)^{1/2} / V$$

ANMERKUNG 1 Herkunft: MCCAFFREY und HESKESTAD (Literaturhinweise [3]).

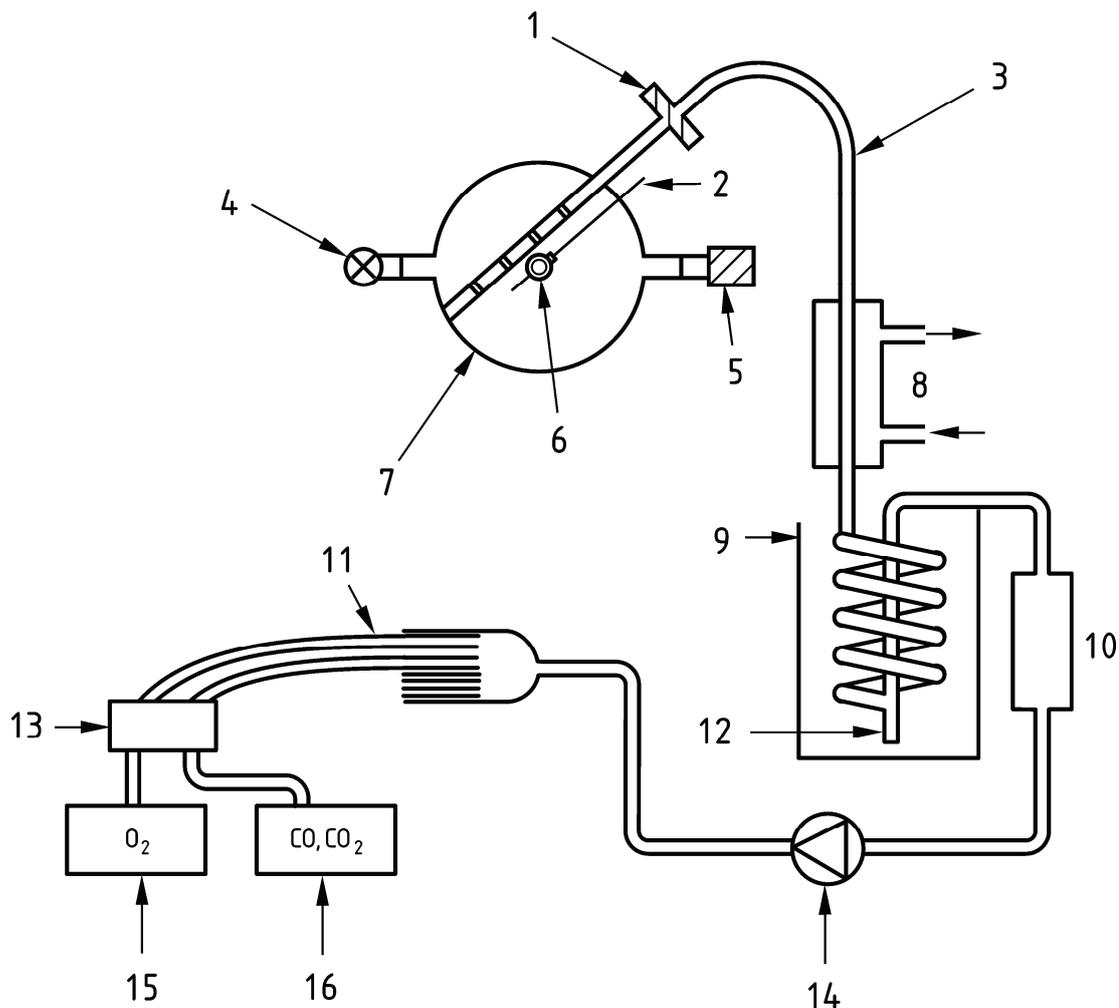
ANMERKUNG 2 Die Druckdifferenzen wurden mit einem feinfühligem elektronischen Manometer gemessen; die gleichmäßigen niedrigen Durchflussraten wurden von zwei unabhängigen Seiten, die in McCaffrey und Heskestad beschrieben werden, angegeben. Grundsätzlich war zur Ermittlung der Durchflussraten ein Hitzedraht-Anemometer und ein Pitot-Rohr (statisches) angemessen. Zur Datenreduktion mit dem Computer ergaben die in Bild C.2 gezeigten Punkte die folgende mathematische Annäherung als Polynom:

$$(2 \Delta p / \rho)^{1/2} / V = 1,533 - 1,366 \times 10^{-3} Re + 1,688 \times 10^{-6} Re^2 - 9,706 \times 10^{-10} Re^3 + 2,555 \times 10^{-13} Re^4 - 2,484 \times 10^{-17} Re^5$$

Diese Darstellung ist gültig für $40 < Re < 3\,800$ und hat eine Genauigkeit von ungefähr 5 %.

ANMERKUNG 3 Ein geeigneter Wert von D ist 16 mm.

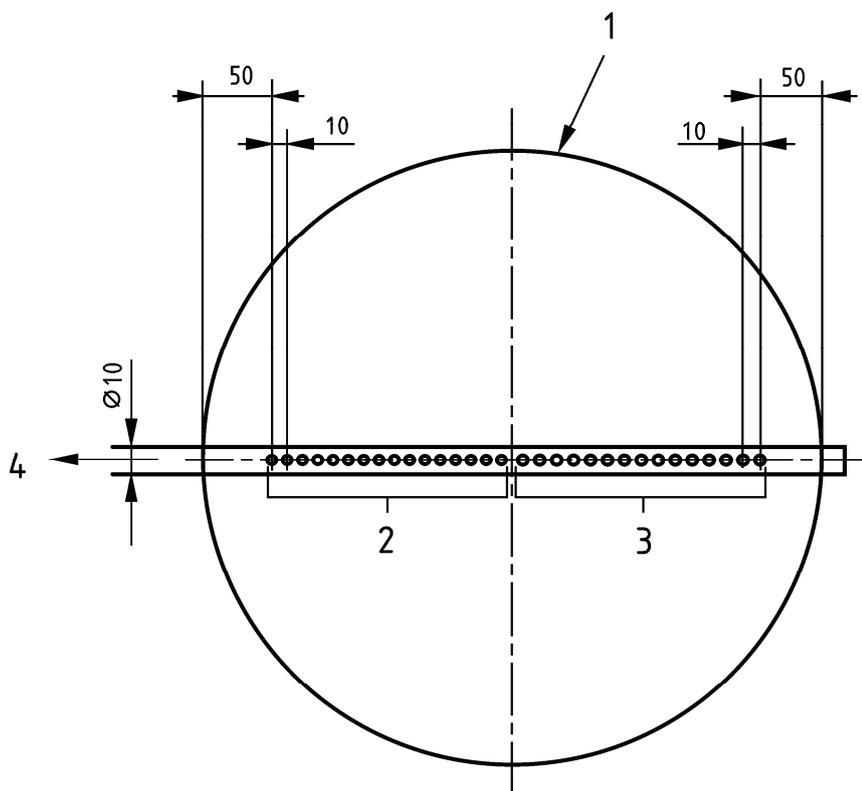
Bild C.2 — Ergebnis der Sonde über der Reynolds-Zahl



Legende

- 1 Glasfilter 150 µm bis 200 µm
- 2 Thermoelement
- 3 Probenentnahmestrecke aus nichtrostendem Stahl mit Ø 10 mm
- 4 Lampe
- 5 Fotozelle
- 6 bidirektionale Sonde
- 7 Rauchabzug
- 8 Wasserkühler
- 9 Kühlbox
- 10 Membranfilter 3 µm
- 11 zusätzliches Gas
- 12 Entwässerung
- 13 Filter zur Aufnahme von Wasser
- 14 Membranpumpe
- 15 paramagnetisches Sauerstoffmessgerät (O₂)
- 16 Infrarot-Spektrofotometer (CO, CO₂)

Bild C.3 — Prinzipien der Probenentnahmestrecke mit Gasanalysegerät



Legende

- 1 Rauchabzug
- 2 16 Bohrungen mit \varnothing 2 mm auf der Abströmseite
- 3 15 Bohrungen mit \varnothing 3 mm auf der Abströmseite
- 4 Strömungsrichtung

Bild C.4 — Probenentnahmesonde

Anhang D (normativ)

Berechnungen

D.1 Volumenstrom

Für die Messinstrumente, die in C.1 beschrieben sind, ist der Volumenstrom, \dot{V}_{298} , im Rauchabzug, der in Kubikmeter je Sekunde angegeben wird und sich auf einen atmosphärischen Druck und eine Umgebungstemperatur von 25 °C bezieht, durch die folgende Gleichung gegeben:

$$\dot{V}_{298} = (Ak_t / k_p) \times \frac{1}{\rho_{298}} \times (2\Delta p T_o \rho_o / T_s)^{1/2} \quad (\text{D.1})$$

$$= 22,4 (Ak_t / k_p) (\Delta p / T_s)^{1/2} \quad (\text{D.2})$$

Dabei ist

T_s die Rauchgastemperatur im Abzug, in Kelvin (K);

$T_o = 273,15$ K;

Δp die Druckdifferenz, die durch die bidirektionale Sonde gemessen wird, in Pascal (Pa);

ρ_{298} die Dichte der Luft bei 25 °C und atmosphärischem Druck, in Kilogramm je Kubikmeter (kg/m³);

ρ_o die Dichte der Luft bei 0 °C und 0,1 MPa, in Kilogramm je Kubikmeter (kg/m³);

A die Querschnittsfläche des Rauchabzuges, in Quadratmeter (m²);

k_t das Verhältnis des mittleren Massenstromes je Flächeneinheit zum Massenstrom je Flächeneinheit in der Mitte des Rauchabzuges;

k_p die Reynolds-Korrekturzahl für die bidirektionale Sonde nach Vorschlag von McCaffrey und Heskestad. Im Rauchabzug sind die Verhältnisse derart, dass Re im Allgemeinen größer als 3 800 ist. Deshalb kann k_p als konstant angenommen werden und gleich 1,08 gesetzt werden.

In der Gleichung (D.1) wird angenommen, dass eine Änderungen in der Dichte des Verbrennungsgases (in Bezug auf Luft) nur durch eine Erhöhung der Temperatur bewirkt wird. Korrekturen auf Grund einer veränderten chemischen Zusammensetzung oder eines veränderten Feuchtegehalts dürfen vernachlässigt werden, außer in Untersuchungen bei einer Löschung mit Wasser. Die Kalibrierkonstante k_t wird durch Messungen der Temperatur und des Strömungsprofils innerhalb des Rauchabzuges entlang eines Durchmessers im Querschnittsbereich ermittelt. Mehrere Serien von Messungen müssen anhand von repräsentativen Massenströmen sowohl mit warmer als auch kalter Gasströmung durchgeführt werden. Die Fehlerabweichung bei der Bestimmung von k_t darf ± 3 % nicht überschreiten.

D.2 Generierter Wärmeeffekt, Kalibrierung und Prüfverfahren

D.2.1 Wärmefreisetzungsrate von der Zündquelle

Während des Kalibrierverfahrens wird die Wärmefreisetzungsrate der Zündquelle, \dot{q}_b , die in Kilowatt angegeben wird, aus dem Verbrauch des Propangases aus der folgenden Gleichung ermittelt:

$$\dot{q}_b = \dot{m}_b \Delta h_{c,eff} \quad (D.3)$$

Dabei ist

\dot{m}_b der Massenstrom des Propangases zum Brenner, in Gramm je Sekunde (g/s);

$\Delta h_{c,eff}$ der effektive untere Heizwert des Propangases, in Kilojoule je Gramm (kJ/g).

Bei Annahme eines Wirkgrades der Verbrennung von 100 %, kann $\Delta h_{c,eff}$ zu 46,4 kJ/g gesetzt werden.

D.2.2 Wärmefreisetzungsrate vom Bauprodukt

Vor der Zündung des Brenners (siehe 11.2.1) müssen die folgenden Parameter während einer Dauer von zwei Minuten aufgezeichnet werden:

- die Umgebungstemperaturen (T_a). Diese wird als mittlere Temperatur des Abzuges T_s über eine Dauer von einer Minute von $t = -90$ s bis $t = -30$ s genommen;
- der erste Messwert des Sauerstoffes ($x_{O_2}^0$) ist als mittlerer Wert über eine Minute von $t = -90$ s bis $t = -30$ s zu messen;
- der erste Messwert des Kohlenstoffdioxids ($x_{CO_2}^0$) ist als mittlerer Wert über eine Minute von $t = -90$ s bis $t = -30$ s zu messen;
- der erste Messwert der Lichtstärke (I_0) ist als mittlerer Wert über eine Minute von $t = -90$ s bis $t = -30$ s zu messen.

Die Wärmefreisetzungsrate \dot{q} , in Kilowatt, eines geprüften Bauproduktes wird aus der folgenden Gleichung ermittelt:

$$\dot{q} = E^1 \dot{V}_{298} x_{O_2}^a \left(\frac{\phi}{\phi(\alpha - 1) + 1} \right) - \frac{E^1}{E_{C_3H_8}} \dot{q}_b \quad (D.4)$$

Mit ϕ als Sauerstoffverbrauchsfaktor:

$$\phi = \frac{x_{O_2}^0 (1 - x_{CO_2}) - x_{O_2} (1 - x_{CO_2}^0)}{x_{O_2}^0 (1 - x_{CO_2} - x_{O_2})} \quad (D.5)$$

und ($x_{O_2}^a$) dem Molanteil von Sauerstoff in der Umgebungsluft:

$$x_{O_2}^a = x_{O_2}^0 \left[1 - \frac{H}{100p} \exp \left\{ 23,2 - \frac{3816}{T_a - 46} \right\} \right] \quad (D.6)$$

Dabei ist

E ist die Wärmefreisetzung je verbrauchtem Volumen Sauerstoff in Kilojoule je Kubikmeter (kJ/m^3), $E^1 = 17,2 \times 10^3 \text{ kJ/m}^3$ (bei $25 \text{ }^\circ\text{C}$) für die Verbrennung des geprüften Bauproduktes. Wenn ein anderer Wert für E benutzt wird, ist dies festzuhalten und zu begründen;

$E_{\text{C}_3\text{H}_8} = 16,8 \times 10^3 \text{ kJ/m}^3$ (bei $25 \text{ }^\circ\text{C}$) für die Verbrennung von Propangas;

$E_{\text{CH}_3\text{OH}} = 17,3 \times 10^3 \text{ kJ/m}^3$ für die Verbrennung von Methanol;

\dot{V}_{298} die Volumenstromrate des Gases im Rauchabzug bei atmosphärischem Druck und einer Temperatur von $25 \text{ }^\circ\text{C}$, berechnet nach D.1 und angegeben in Kubikmeter je Sekunde (m^3/s);

α der Expansionsfaktor aufgrund einer chemischen Reaktion der Luft, der dabei der Sauerstoff entzogen wird ($\alpha = 1,105$ für die Verbrennung des geprüften Bauprodukts);

$x_{\text{O}_2}^a$ der Molanteil von Sauerstoff in der Umgebungsluft einschließlich von Wasserdampf;

$x_{\text{O}_2}^0$ der erste Wert der Ablesung des Sauerstoffanalysegerätes, ausgedrückt als Molanteil;

x_{O_2} die Ablesung des Sauerstoffanalysegerätes während der Prüfung, ausgedrückt als Molanteil;

$x_{\text{CO}_2}^0$ der erste Wert der Ablesung des Kohlenstoffdioxidanalysegerätes, ausgedrückt als Molanteil;

x_{CO_2} die Ablesung des Kohlenstoffdioxidanalysegerätes während der Prüfung, ausgedrückt als Molanteil;

H die relative Feuchte [%];

p der Umgebungsdruck [Pa];

\dot{q}_b die Wärmefreisetzungsrate des Brenners.

Das Abziehen der Wärmefreisetzung durch den Brenner zu Beginn der Prüfung wird einen negativen Wert von \dot{q} bewirken. Dies ergibt sich daraus, dass Verbrennungsgase noch im Brandraum sind, Strömungszeit zur Abzugshaube usw. Alle negativen Werte von \dot{q} sind auf null zu setzen.

D.2.3 Berechnung der gesamten Wärmefreisetzung

Die gesamte Wärmefreisetzung, THR , des geprüften Bauproduktes ist definiert als:

$$THR(t) = \int_0^t HRR(t) dt \quad (\text{D.7})$$

Dabei ist

$THR(t)$ die gesamte Wärmefreisetzung zur Zeit t ;

$HRR(t)$ die Wärmefreisetzungsrate zur Zeit t .

Die gesamte Wärmefreisetzung wird numerisch zur Zeit $t = N \times \Delta t$ berechnet als

$$THR(N \times \Delta t) = \sum_{n=1}^N HRR(n \times \Delta t) \times \Delta t \quad (\text{D.8})$$

Dabei ist

Δt eine gewählte konstante Zeitstufe von nicht mehr als 3 s;

N die Gesamtanzahl der Zeitstufen.

N wird nach den tatsächlichen Anforderungen an die Zeitdauer gewählt. N kann so gewählt werden, dass $N \times \Delta t$ gleich der Prüfdauer ist. Falls Flammenüberschlag auftritt, muss $N \times \Delta t$ eine Aufzeichnung geringer als die Zeitdauer bis zum Flammenüberschlag sein. Die Zeitdauer bis zum Flammenüberschlag ist in D.5.1 definiert.

D.2.4 Einschränkungen

Die Gleichungen (D.3) bis (D.6) basieren auf bestimmten Annäherungen, die zu den folgenden Einschränkungen führen:

- der produzierte CO-Anteil bleibt unberücksichtigt. Üblicherweise ist der Fehler vernachlässigbar. Sofern die CO-Konzentration gemessen wird, können Korrekturen für die Fälle berechnet werden, bei denen der Einfluss von unvollständiger Verbrennung quantifiziert werden muss;
- der Einfluss von Wasserdampf auf die Messung des Volumenstroms und der Gasanalyse wird nur teilweise berücksichtigt. Eine Korrektur dieses Fehlers kann nur erhalten werden, wenn eine fortlaufende Messung des teilweisen Wasserdampfdruckes erfolgt;
- der Wert von 17,2 MJ/m³ für den Faktor E ist der mittlere Wert einer großen Anzahl von Bauprodukten und gibt in den meisten Fällen eine angemessene Genauigkeit. Dieser Wert muss benutzt werden, es sei denn, es ist ein genauerer bekannt. In diesem Fall ist der benutzte E -Wert im Prüfbericht anzugeben.

Diese akkumulierten Fehler sollten üblicherweise kleiner als 10 % sein.

D.3 Verbrennungsgase

Durch die Messung des Molanteils eines bestimmten Gases ist es möglich, die unmittelbare Gasentwicklungsrate \dot{V}_{gas} zu bestimmen, die in Kubikmeter je Sekunde bei 0,1 MPa und 25 °C angegeben wird (m³/s). Die Gesamtmenge der Gasentwicklung V_{gas} , die in Kubikmeter bei 0,1 MPa und 25 °C (m³) angegeben wird, wird wie folgt berechnet:

$$\dot{V}_{gas} = \dot{V}_{298} \cdot x_i \quad (D.9)$$

$$V_{gas} = \int_0^t \dot{V}_{gas} dt \quad (D.10)$$

Dabei ist

\dot{V}_{298} die Volumenstromrate im Rauchabzug, in Kubikmeter je Sekunde (m³/s), bei 0,1 MPa und 25 °C;

x_i der Molanteil des bestimmten Gases im Analysegerät;

t die Zeit von der Entzündung ab, in Sekunden (s).

D.4 Lichtschwächung

D.4.1 Allgemeines

Die optische Dichte wird durch den Koeffizienten k in Reziprokmeter (m^{-1}) beschrieben und ist wie folgt definiert:

$$k = \frac{1}{L} \ln \left[\frac{I_0}{I} \right] \quad (\text{D.11})$$

Dabei ist

I_0 die Lichtstärke eines Lichtbündels aus parallelen Strahlen, das in einer rauchfreien Umgebung von einem Lichtempfänger gemessen wird, der die gleiche spektrale Feinfühligkeit wie das menschliche Auge hat;

I die Lichtstärke eines Lichtbündels aus parallelen Strahlen, das über eine bestimmte Länge durch Rauch hindurchgegangen ist;

L die Länge des Strahls durch den Rauch hindurch, in Meter (m).

Die unmittelbare Raumentwicklungsrate SPR in Quadratmeter je Sekunde (m^2/s) und die Gesamtmenge von Rauch TSP in Quadratmeter (m^2) werden wie folgt berechnet:

$$SPR(t) = k \dot{V}_s \quad (\text{D.12})$$

Dabei ist

\dot{V}_s die Volumenstromrate im Rauchabzug bei der tatsächlichen Gastemperaturen im Abzug, in Kubikmeter je Sekunde (m^3/s);

t die Zeit von der Zündung des Brenners ab, in Sekunden (s).

D.4.2 Berechnung von SPR_{smooth}

$SPR_{\text{smooth}}(t)$ ist der Mittelwert von $SPR(t)$ über 60 s entsprechend der Berechnung nach Gleichung (D.13).

$$SPR_{\text{smooth}}(t) = \frac{SPR(t-30s) + SPR(t-27s) + \dots + SPR(t+27s) + SPR(t+30s)}{21} \quad (\text{D.13})$$

Während eines Flammenüberschlages in der ersten Minute und letzten Minute einer Prüfung ist die Berechnung von SPR_{smooth} nach (D.13) nicht möglich, da die erforderlichen 21 Aufzeichnungen nicht vorliegen. Für diese Fälle ist das unten aufgeführten Verfahren anzuwenden.

Prüfbeginn:

Für $t = 0$ s: $SPR_{\text{smooth}} = 0 \text{ m}^2/\text{s}$,

Für $t = 3$ s: $SPR_{\text{smooth}} = SPR$ -Mittelwert über eine Dauer (0 s...6 s),

Für $t = 6$ s: $SPR_{\text{smooth}} = SPR$ -Mittelwert über eine Dauer (0 s...12 s),

Für $t = 27$ s: $SPR_{\text{smooth}} = SPR$ -Mittelwert über eine Dauer (0 s...54 s),

Für $t \geq 30$ s: SPR_{smooth} wird nach Gleichung (D.13) berechnet.

Prüfende:

SPR_{smooth} wird nach Gleichung (D.13) berechnet bis der Messwert $SPR(t + 30 \text{ s})$ eine Aufzeichnung vor dem Flammenüberschlag ist oder, wenn kein Flammenüberschlag vorliegt, bis $SPR(t + 30 \text{ s}) = 19 \text{ min } 57\text{s}$. Dies bedeutet, dass keine Werte für SPR_{smooth} für die letzten zehn Aufzeichnungen, d. h. während der letzten 30 s der Prüfung vorliegen.

Flammenüberschlag ist schneller als 60 s:

Ist der Flammenüberschlag in weniger als 60s erfolgt, wird SPR_{smooth} als die mittlere Zeit über das gesamte Zeitintervall berechnet. Der zugehörige Wert von t wird als der Wert in der Mitte des Zeitintervalls gewählt.

D.4.3 Berechnung von TSP

Die gesamte Rauchentwicklung $TSP(t)$ wird berechnet als:

$$TSP(t) = \int_0^t SPR(t) dt \quad (D.14)$$

Dabei ist

$TSP(t)$ die gesamte Rauchentwicklung zur Zeit t ;

$SPR(t)$ die Rauchentwicklungsrate zur Zeit t .

Etwaige negative Werte von $SPR(t)$ müssen null gesetzt werden, um den $TSP(t)$ -Wert zu berechnen.

Die gesamte Wärmefreisetzung wird numerisch zur Zeit $t = N \times \Delta t$ berechnet als

$$TSP(N \times \Delta t) = \sum_{n=1}^N SPR(n \times \Delta t) \times \Delta t \quad (D.15)$$

Dabei ist

Δt eine gewählte konstante Zeitstufe von nicht mehr als 3 s;

N die Gesamtanzahl der Zeitstufen.

N wird nach den tatsächlichen Anforderungen an die Zeitdauer gewählt. N kann so gewählt werden, dass $N \times \Delta t$ gleich der Prüfdauer ist. Falls Flammenüberschlag auftritt, muss $N \times \Delta t$ eine Aufzeichnung geringer als die Zeitdauer bis zum Flammenüberschlag sein. Die Zeitdauer bis zum Flammenüberschlag ist in D.5.1 definiert.

D.5 Berechnung von $FIGRA_{RC}$ und $SMOGR_{RC}$

D.5.1 Zeit bis zum Flammenüberschlag

Die Zeit bis zum Flammenüberschlag ist die Zeit, in der die gesamte Wärmefreisetzungsratesumme HRR (Summe aus HRR des Produkts und HRR des Brenners) 1 000 kW beträgt. Sie ist durch Linearinterpolation zwischen den beiden nächstgelegenen Messpunkten zu ermitteln.

D.5.2 Berechnung des $FIGRA_{RC}$, Fire Growth RATE Wert

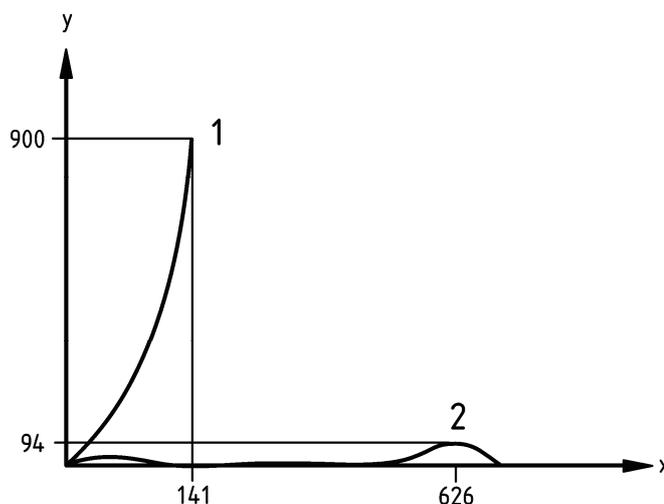
$$FIGRA_{RC} = PeakHRR_{product}/t \text{ (kW/s)} \quad (D.16)$$

Dabei ist

- $PeakHRR_{product}$ die maximale Wärmefreisetzungsrate HRR des Bauproduktes (der Beitrag der Zündquelle ist ausgeschlossen) während der Prüfung;
- t die Prüfzeit in Sekunden, die $PeakHRR_{product}$ entspricht.

Zum Zeitpunkt des Flammenüberschlags ist die gesamte Wärmefreisetzungsrate HRR 1 000 kW, (siehe 3.7). Dies bedeutet, dass der Maximalwert der Wärmefreisetzungsrate HRR eines Bauproduktes entweder 900 kW oder 700 kW beträgt. Dies ist abhängig davon, ob ein Flammenüberschlag auftritt, in welchem Fall die Wärmefreisetzungsrate der Zündquelle 100 kW beträgt oder 300 kW, siehe Bild D.1. Wenn ein Flammenüberschlag auftritt, ist der aufgezeichnete $FIGRA_{RC}$ -Wert der, der zu dieser Zeit gültig ist.

Für sehr kleine Feuer, das heißt eine Wärmefreisetzungsrate HRR von höchstens 50 kW, kann der Index einen großen Anteil von Unsicherheiten und Steuerungen enthalten. Deshalb wird der $FIGRA_{RC}$ null gesetzt, wenn die maximale Wärmefreisetzungsrate HRR kleiner als 50 kW ist.



Legende

- X Zeit (s)
- y HRR des Bauproduktes (kW)
- 1 $FIGRA_{RC} = 900/141 = 6,4$
- 2 $FIGRA_{RC} = 94/626 = 0,15$

Bild D.1 — Berechnung des $FIGRA_{RC}$ -Index (zwei typische Verhalten von Bauprodukten werden dargestellt)

D.5.3 Berechnung vom $SMOGR_{RC}$, SMOke Growth Rate Index

$$SMOGR_{RC} = 1\,000 \cdot PeakSPR_{smooth}/t \quad (D.17)$$

Dabei ist

- $PeakSPR_{smooth}$ die maximale Raumentwicklungsrate SPR_{smooth} während der Prüfung nach D.4.2;
- t die Prüfzeit in Sekunden, die $PeakSPR_{smooth}$ entspricht.

Wenn die maximale Raumentwicklungsrate SPR_{smooth} am Ende der Prüfung auftritt (zum Zeitpunkt eines Flammenüberschlags oder bei 20 min), dann wird die Prüfzeit t als die Zeit gewählt, bei der die letzte Berechnung von SPR_{smooth} durchgeführt wurde. Für eine Flammenüberschlagszeit von weniger als 60 s ergibt sich nur ein Wert zur Raumentwicklungsrate SPR_{smooth} und eine zugehörige Zeit t ; diese werden zur Berechnung von $SMOGR_{RC}$ benutzt.

Alternativ können $SMOGR_{RC}$ -Werte in Form einer grafischen Darstellung vom Zeitpunkt der Zündung bis zum Flammenüberschlag angegeben werden.

Die Rauchentwicklung der Zündquelle ist gering und kann vernachlässigt werden. Deshalb ist eine Korrektur der Rauchentwicklung nicht erforderlich.

Wenn die Rauchentwicklung des Bauproduktes sehr gering ist, kann der Index einen hohen Grad von Ungewissheit enthalten und von der Rauchentwicklung des Brenners beeinflusst werden. Deshalb wird der $SMOGR_{RC}$ null gesetzt, wenn die maximale Rauchentwicklungsrate kleiner als $0,3 \text{ m}^2/\text{s}$ ist.

Anhang E (informativ)

Berechnungsbeispiele

E.1 Allgemeines

In diesem Anhang werden zwei Beispiele von Berechnungen nach Anhang D wiedergegeben. Beide Beispiele sind erstellte Beispiele und geben nicht das Brandverhalten von realen Bauprodukten wieder. Die erste Seite in jedem Beispiel ist ein allgemeines Datenblatt für die Prüfung, das alle Prüfbedingungen, zu prüfende Punkte und die endgültigen Ergebnisse wie die Berechnung von *FIGRA* und *SMOGR_{RC}* sowie die Diagramme zu *HRR*, *SPR* und den Volumenstrom enthält. Die folgenden Seiten geben Tabellen für die Berechnung aller Zeitstufen wieder, einschließlich eines Vorschlages für eine Auflistung der Rohdaten.

E.2 Beispiel Nummer 1

Dies zeigt eine Prüfung, die über die volle Zeit geht und bei der das Bauprodukt einen kleinen Ausschlag entwickelt, nachdem die Brennerleistung auf 300 kW erhöht wird. Um die zu zeigenden Messdaten gering zu halten, werden lediglich die Stufen von –120 s bis 120 s und 540 s bis 780 s, bei denen ein Ausschlag auftritt, aufgeführt.

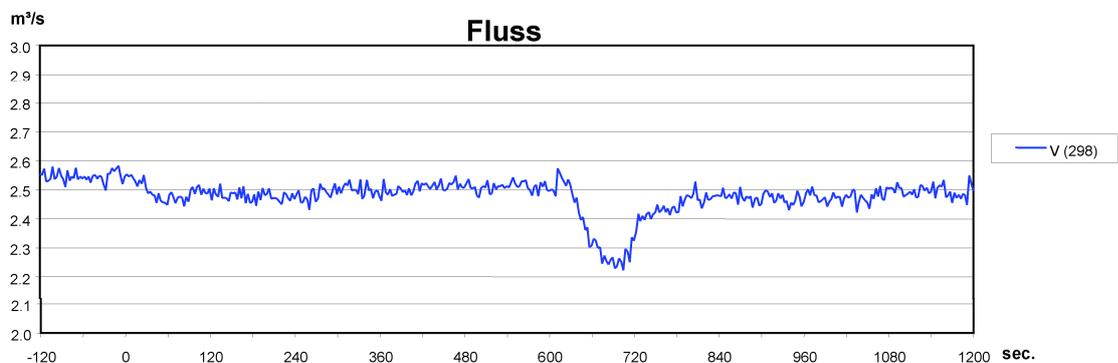
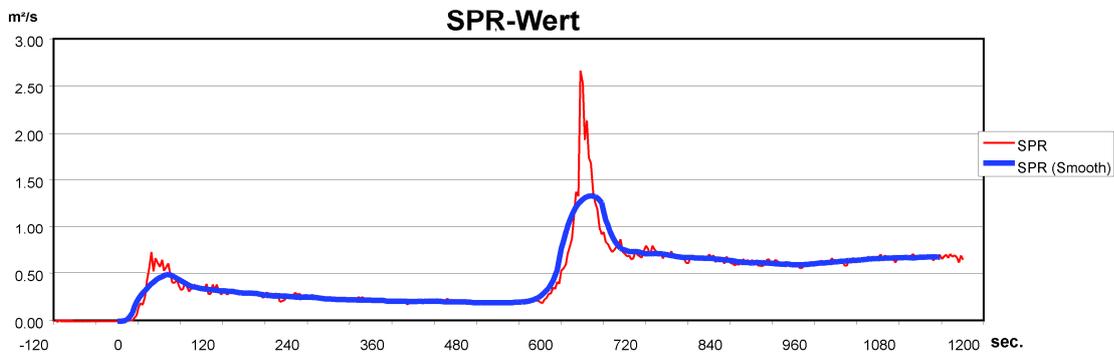
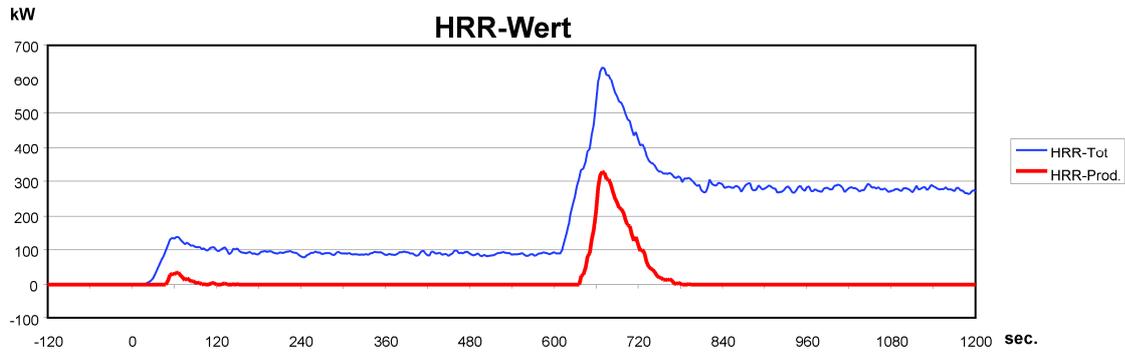
E.3 Beispiel Nummer 2

Dieses Beispiel gibt ein Bauprodukt wieder, bei dem nach kurzer Zeit ein Flammenüberschlag entsteht mit anschließender Beendigung der Prüfung.

Raum/Ecke Prüfung

Prüfstelle
Labor Information Linie 2
Lab. Info. Linie 3

Produkt:		Prüfer	Prüfdatum:	Druckdat.:	
Beispiel Nr.1		Prüfer	02-08-99	18-08-00	
Prüfbedingung	Prüfpunkte		Ergebnis		
Umgeb. Temp. $T_{s(t=90...30)}$ [°K]	299,9	Min. der Strömung [m ³ /s]	2.22	Maximal HRR [kW]	327
Umgeb. Druck [Pa]	101030	Max. der Strömung [m ³ /s]	2.58	Zeit bis max HRR [s]	669
Lufffeu. [%]	37.0	Zeit der Brennerumschaltung [s]	600	Interpol. Zeit bis flashover (1000 kW) [s]	nicht
K(t)	0.82	Beginn d. Konditionierung	18-07-99 14:30	FIGRA [kW/s]	327 kW/669 s = 0.49
K(p)	1.08	Ende d. Konditionierung	02-08-99 08:00	Total Heat Release THR [MJ]	19.0
E [kJ/m ³]	17200	Masse vor d. Konditionier. [kg]	47.460	Maximal SPP _{Smooth} [m/s]	1.34
Leitungsdurch.: [m]	0.40	Masse nach d. Konditionierung [kg]	47.255	Zeit bis max SPP _{Smooth} [s]	672
		Massendiff. in % je Tag	0.03	SMOGRA [m ² /s ²]	1.34 m ² /s/672 s * 1000 = 2.0
				Total Smoke Production TSP [m ²]	582
Grundl. O ₂ ^a (t = -90...-30) [%]	20.672	Endwert O ₂ [%]	20.952	Beobachtungen	
Grundl. O ₂ (t = -90...-30) [%]	20.943	Endwert CO ₂ [%]	0.039	Zeit bis Entzünd. d. Decke [s]	9
Grundl. CO ₂ (t = -90...-30) [%]	0.038	Endwert Lichtsignal [%]	99.953	Zeit bis z. Flammenausbreitung [s]	nicht
Grundl. Lichtsign. (t = - (90-30)) [%]	99.522			Zeit bis zu Flammen aus dem Durchgang [s]	nicht
				Zeit bis zum brennenden Abtropfen [s]	nicht



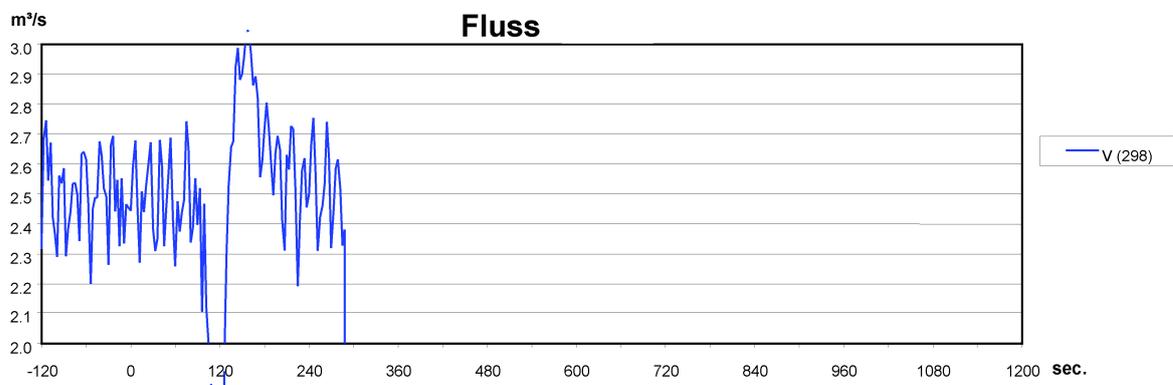
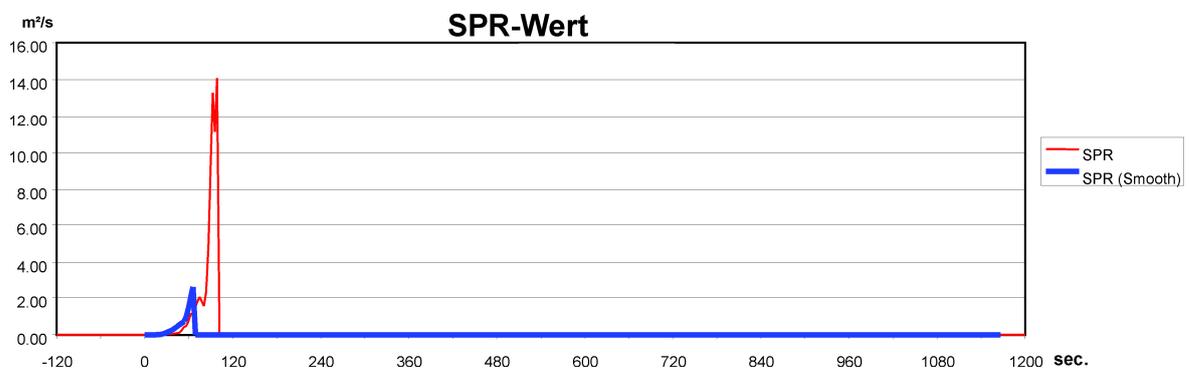
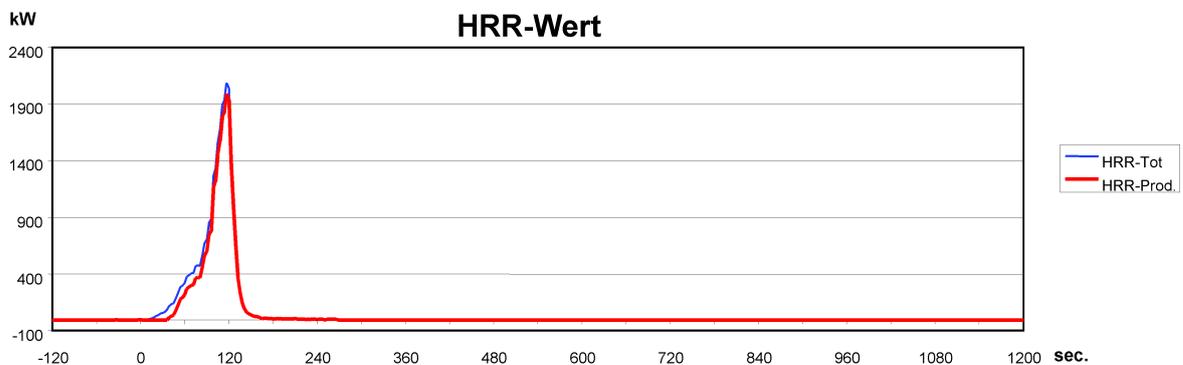
one	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	
			Zeit (s)	m Gas (g/s)	dp (Pa)	Licht Signal	XO2 (%)	XCO2 (%)	TLeitung (K)	O2 Shifted (%)	CO2 Shifted (%)	V (298)	phi	HRR- Tot	HRR- Brenner	HRR- Prod.	SPR	SPR (Smooth)	
1	Allgemeine Information																		
2																			
3	Test		-120	0.017	427.7	99.56			300.0	20.942	0.038	2.55	0.000	0	1	0	0.00	0.00	
4	benutzte Norm	prEN 14390	-117	0.017	427.3	99.56			300.0	20.944	0.038	2.55	0.000	-1	1	0	0.00	0.00	
5	Prüfdatum	02-08-99 13:37	-114	0.017	434.7	99.55			300.0	20.843	0.038	2.57	0.000	0	1	0	0.00	0.00	
6	volle Prüfdauer durchgeführt	ja	-111	0.017	420.0	99.56			300.0	20.944	0.038	2.53	0.000	0	1	0	0.00	0.00	
7			-108	0.017	420.7	99.55			300.0	20.943	0.039	2.53	0.000	0	1	0	0.00	0.00	
8	Produkt		-105	0.017	422.8	99.55	20.942		299.9	20.943	0.038	2.54	0.000	0	1	0	0.00	0.00	
9	Produktbezeichnung	Beispiel Nr.1	-102	0.017	436.8	99.54	20.944	0.038	300.0	20.943	0.039	2.58	0.000	0	1	0	0.00	0.00	
10	Trägerplatte	keine	-99	0.017	422.7	99.54	20.943	0.038	300.0	20.944	0.039	2.54	0.000	0	1	0	0.00	0.00	
11			-96	0.017	424.7	99.54	20.944	0.039	299.9	20.946	0.038	2.54	0.000	-1	1	0	0.00	0.00	
12	Konditionierung		-93	0.017	435.3	99.54	20.943	0.038	299.9	20.943	0.038	2.58	0.000	0	1	0	0.00	0.00	
13	Beginn der Konditionierung	7-18-99 14:30	-90	0.017	426.0	99.54	20.943	0.039	299.9	20.942	0.038	2.55	0.000	0	1	0	0.00	0.00	
14	Ende der Konditionierung	8-2-99 8:00	-87	0.017	422.0	99.55	20.943	0.038	299.9	20.942	0.038	2.54	0.000	0	1	0	0.00	0.00	
15	Masse vor Konditionierung [kg]	47.46	-84	0.017	413.3	99.54	20.944	0.039	299.9	20.943	0.039	2.51	0.000	0	1	0	0.00	0.00	
16	Masse nach Konditionierung [kg]	47.255	-81	0.017	432.6	99.53	20.946	0.039	299.9	20.943	0.038	2.57	0.000	0	1	0	0.00	0.00	
17			-78	0.017	421.0	99.53	20.943	0.038	300.0	20.944	0.039	2.53	0.000	0	1	0	0.00	0.00	
18	Prüfstelle		-75	0.017	425.4	99.53	20.942	0.038	300.0	20.942	0.038	2.55	0.000	1	1	0	0.00	0.00	
19	Prüfstellenbezeichnung	Prüfstelle	-72	0.017	423.2	99.52	20.942	0.038	299.9	20.942	0.038	2.54	0.000	1	1	0	0.00	0.00	
20	Prüfer	Prüfer	-69	0.017	435.6	99.53	20.943	0.038	300.0	20.942	0.039	2.58	0.000	0	1	0	0.00	0.00	
21	Dateiname	Ext1.csv	-66	0.017	422.3	99.52	20.943	0.039	300.0	20.943	0.037	2.54	0.000	0	1	0	0.00	0.00	
22	Prüfberichtbezeichnung		-63	0.017	425.2	99.53	20.944	0.038	299.9	20.944	0.039	2.54	0.000	0	1	0	0.00	0.00	
23			-60	0.017	423.0	99.52	20.942	0.039	299.9	20.943	0.038	2.54	0.000	0	1	0	0.00	0.00	
24	Gerätespezifizierung		-57	0.017	425.7	99.52	20.942	0.038	300.0	20.945	0.039	2.55	0.000	-1	1	0	0.00	0.00	
25	Durchfluss kt (-)	0.82	-54	0.017	421.9	99.52	20.942	0.038	300.0	20.942	0.039	2.53	0.000	1	1	0	0.00	0.00	
26	Messkopf, Konst. rho (-)	1.08	-51	0.017	425.4	99.52	20.943	0.039	300.0	20.943	0.038	2.55	0.000	0	1	0	0.00	0.00	
27	Leitungsdurchmes. (m)	0.4	-48	0.017	418.5	99.52	20.944	0.037	300.0	20.943	0.039	2.52	0.000	0	1	0	0.00	0.00	
28	O2 Kalibrierverzugszeit (s)	15	-45	0.017	426.2	99.52	20.943	0.039	300.0	20.944	0.038	2.55	0.000	-1	1	0	0.00	0.00	
29	CO2 Kalibrierverzugszeit (s)	18	-42	0.017	426.8	99.52	20.945	0.038	299.9	20.944	0.038	2.55	0.000	0	1	0	0.00	0.00	
30			-39	0.017	422.9	99.51	20.942	0.039	300.0	20.944	0.038	2.54	0.000	-1	1	0	0.00	0.00	
31	Ausgangssituation		-36	0.017	426.4	99.50	20.943	0.039	300.0	20.942	0.038	2.55	0.000	1	1	0	0.00	0.00	
32	Luftdruck(Pa)	101030	-33	0.017	425.5	99.50	20.943	0.038	300.0	20.942	0.039	2.55	0.000	0	1	0	0.00	0.00	
33	Luftfeuchte(%)	37	-30	0.017	417.4	99.50	20.944	0.039	300.0	20.944	0.038	2.52	0.000	-1	1	0	0.00	0.00	
34			-27	0.017	409.8	99.50	20.944	0.038	300.1	20.944	0.039	2.50	0.000	0	1	0	0.00	0.00	
35	Beobachtungen		-24	0.017	428.8	99.50	20.944	0.038	300.0	20.944	0.038	2.56	0.000	-1	1	0	0.00	0.00	
36	Zeit bis Ertzündung d. Decke(s)	9	-21	0.017	428.7	99.49	20.942	0.038	300.1	20.942	0.038	2.55	0.000	1	1	0	0.00	0.00	
37	Zeit bis Flammenausbreitung (s)	nicht	-18	0.017	435.6	99.49	20.942	0.038	300.1	20.942	0.038	2.58	0.000	1	1	0	0.00	0.00	
38	Zeit bis Flammen aus Durchgang (s)	nicht	-15	0.017	431.9	99.49	20.944	0.039	300.1	20.943	0.039	2.56	0.000	0	1	0	0.00	0.00	
39	Zeit bis brennendes Abtropfen (s)	nicht	-12	0.017	434.8	99.48	20.944	0.038	300.1	20.944	0.039	2.57	0.000	0	1	0	0.00	0.00	
40	Zeit bis Brennerumschaltung	600	-9	0.017	438.3	99.48	20.944	0.039	300.1	20.944	0.038	2.58	0.000	-1	1	0	0.00	0.00	
41			-6	0.017	426.5	99.48	20.942	0.038	300.2	20.944	0.038	2.55	0.000	0	1	0	0.00	0.00	
42	Bedngung zum Prüfende		-3	0.017	417.1	99.48	20.942	0.038	300.1	20.944	0.039	2.52	0.000	0	1	0	0.00	0.00	
43	Lichtübertragung (%)	99.953	0	0.018	425.2	99.48	20.943	0.038	300.1	20.943	0.038	2.54	0.000	0	1	0	0.00	0.00	
44	X O2 (%)	20.952	3	0.536	428.5	99.48	20.944	0.039	300.1	20.943	0.039	2.55	0.000	0	25	0	0.00	0.00	
45	X CO2 (%)	0.0392	6	2.210	425.7	99.47	20.944	0.039	300.2	20.941	0.039	2.55	0.000	1	103	0	0.00	0.00	
46			9	2.297	427.6	99.47	20.944	0.038	300.1	20.944	0.039	2.55	0.000	-1	107	0	0.00	0.00	
47			12	2.219	423.9	99.47	20.944	0.038	300.1	20.944	0.038	2.54	0.000	0	103	0	0.00	0.01	
48			15	2.171	420.6	99.40	20.943	0.039	300.4	20.944	0.038	2.53	0.000	0	101	0	0.01	0.03	
49			18	2.151	415.3	99.39	20.943	0.038	300.7	20.941	0.039	2.51	0.000	1	100	0	0.01	0.05	
50			21	2.144	422.5	99.35	20.941	0.039	300.8	20.936	0.038	2.53	0.000	4	99	0	0.01	0.09	
51			24	2.144	419.8	98.92	20.944	0.039	301.7	20.928	0.045	2.52	0.001	7	99	0	0.04	0.16	
52			27	2.143	430.2	98.56	20.944	0.039	302.3	20.921	0.051	2.55	0.001	11	99	0	0.06	0.20	
53			30	2.146	417.0	97.22	20.944	0.038	303.6	20.906	0.057	2.50	0.002	18	100	0	0.15	0.24	
54			33	2.149	412.8	96.58	20.941	0.038	304.7	20.881	0.069	2.49	0.003	30	100	0	0.19	0.27	
55			36	2.150	415.5	96.87	20.936	0.039	305.3	20.850	0.080	2.49	0.005	45	100	0	0.17	0.30	
56			39	2.153	412.9	95.52	20.928	0.038	306.1	20.822	0.099	2.48	0.007	58	100	0	0.26	0.32	
57			42	2.153	414.2	92.95	20.921	0.045	307.4	20.792	0.123	2.48	0.008	71	100	0	0.44	0.35	
58			45	2.157	406.8	90.98	20.906	0.051	308.4	20.768	0.136	2.45	0.009	81	100	0	0.57	0.38	
59			48	2.159	419.8	88.88	20.881	0.057	309.8	20.739	0.154	2.49	0.011	96	100	0	0.73	0.39	
60			51	2.159	410.9	91.67	20.850	0.069	309.8	20.701	0.172	2.46	0.013	113	100	10	0.53	0.41	
61			54	2.161	410.1	89.71	20.822	0.080	310.3	20.664	0.197	2.46	0.015	130	100	27	0.66	0.43	
62			57	2.162	410.4	90.36	20.792	0.099	311.0	20.654	0.209	2.46	0.015	133	100	31	0.62	0.45	
63			60	2.163	407.8	90.96	20.768	0.123	311.0	20.656	0.208	2.45	0.015	132	100	29	0.57	0.46	
64			63	2.162	420.2	90.09	20.739	0.136	311.3	20.648	0.220	2.48	0.016	137	100	34	0.65		

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	
			Zeit (s)	m Gas g/s	dp (Pa)	Licht Signal	XO2 (%)	XCO2 (%)	TLeitung (K)	O2 Shifted (%)	CO2 Shifted (%)	V (298)	phi	HRR- Tot	HRR- Brenner	HRR- Prod.	SPR (Smooth)	SPR (Smooth)	
1	Allgemeine Information																		
2																			
3			540	2.165	439	97	20.748	0.147	317	20.762	0.148	2.513	0.010	85	100	0	0.20	0.20	
4			543	2.165	437	97	20.747	0.154	317	20.761	0.142	2.507	0.010	86	100	0	0.19	0.20	
5			546	2.164	442	96	20.752	0.148	317	20.761	0.142	2.524	0.010	87	100	0	0.22	0.20	
6			549	2.164	450	96	20.753	0.148	318	20.761	0.142	2.543	0.010	87	100	0	0.21	0.20	
7			552	2.166	442	97	20.752	0.147	317	20.759	0.142	2.522	0.010	88	101	0	0.18	0.20	
8			555	2.165	438	97	20.762	0.148	318	20.752	0.148	2.509	0.010	90	100	0	0.19	0.20	
9			558	2.164	438	97	20.761	0.148	317	20.762	0.147	2.512	0.010	85	100	0	0.19	0.20	
10			561	2.165	445	96	20.761	0.142	318	20.771	0.142	2.530	0.009	81	100	0	0.22	0.20	
11			564	2.165	444	97	20.761	0.142	317	20.769	0.142	2.529	0.009	83	100	0	0.19	0.20	
12			567	2.164	445	97	20.759	0.142	317	20.761	0.142	2.533	0.010	87	100	0	0.19	0.20	
13			570	2.165	436	97	20.752	0.142	317	20.760	0.141	2.506	0.010	87	100	0	0.21	0.20	
14			573	2.166	434	97	20.762	0.148	317	20.769	0.142	2.500	0.009	82	101	0	0.20	0.20	
15			576	2.161	428	96	20.771	0.147	318	20.761	0.142	2.479	0.010	85	100	0	0.22	0.21	
16			579	2.162	439	96	20.769	0.142	318	20.753	0.147	2.511	0.010	90	100	0	0.23	0.21	
17			582	2.164	441	97	20.761	0.142	318	20.754	0.148	2.517	0.010	89	100	0	0.19	0.21	
18			585	2.163	427	97	20.760	0.142	318	20.747	0.147	2.478	0.010	92	100	0	0.20	0.22	
19			588	2.163	443	96	20.769	0.141	317	20.752	0.147	2.526	0.010	91	100	0	0.21	0.22	
20			591	2.163	439	96	20.761	0.142	318	20.754	0.148	2.510	0.010	89	100	0	0.22	0.23	
21			594	2.163	446	96	20.753	0.142	318	20.761	0.147	2.529	0.010	86	100	0	0.22	0.24	
22			597	2.163	435	96	20.754	0.147	318	20.754	0.147	2.499	0.010	89	100	0	0.22	0.25	
23			600	2.476	434	97	20.747	0.148	318	20.747	0.147	2.496	0.010	92	115	0	0.20	0.27	
24			603	5.325	435	97	20.752	0.147	318	20.754	0.148	2.500	0.010	89	247	0	0.19	0.28	
25			606	6.504	437	96	20.754	0.147	319	20.753	0.148	2.500	0.010	89	302	0	0.23	0.30	
26			609	6.669	431	96	20.761	0.148	321	20.754	0.148	2.477	0.010	88	309	0	0.25	0.33	
27			612	6.588	468	95	20.754	0.147	323	20.739	0.154	2.574	0.011	99	306	0	0.29	0.35	
28			615	6.551	465	95	20.747	0.147	324	20.694	0.172	2.559	0.013	121	304	0	0.29	0.39	
29			618	6.513	462	95	20.754	0.147	327	20.641	0.203	2.541	0.016	145	302	0	0.36	0.43	
30			621	6.479	459	95	20.753	0.148	328	20.580	0.239	2.529	0.019	174	301	0	0.34	0.49	
31			624	6.465	457	94	20.754	0.148	330	20.511	0.276	2.514	0.023	206	300	0	0.41	0.54	
32			627	6.464	468	94	20.739	0.148	333	20.455	0.312	2.535	0.026	233	300	0	0.39	0.66	
33			630	6.465	466	92	20.694	0.154	336	20.404	0.349	2.518	0.029	255	300	0	0.53	0.77	
34			633	6.467	456	92	20.641	0.172	338	20.329	0.391	2.483	0.033	286	300	0	0.56	0.85	
35			636	6.472	447	91	20.580	0.203	339	20.278	0.428	2.456	0.035	306	300	0	0.60	0.94	
36			639	6.474	456	90	20.511	0.239	341	20.224	0.464	2.473	0.038	332	300	25	0.71	1.01	
37			642	6.476	440	89	20.455	0.276	343	20.200	0.482	2.420	0.039	335	300	28	0.79	1.08	
38			645	6.477	435	88	20.404	0.312	346	20.147	0.506	2.396	0.042	356	301	48	0.87	1.13	
39			648	6.480	445	85	20.329	0.349	351	20.078	0.542	2.406	0.046	389	301	81	1.13	1.18	
40			651	6.484	433	82	20.278	0.391	355	20.042	0.566	2.360	0.048	397	301	89	1.38	1.22	
41			654	6.484	442	83	20.224	0.428	359	19.957	0.609	2.370	0.052	437	301	128	1.33	1.25	
42			657	6.486	422	68	20.200	0.464	364	19.859	0.664	2.302	0.057	466	301	158	2.67	1.28	
43			660	6.488	429	70	20.147	0.482	368	19.731	0.731	2.308	0.064	522	301	214	2.54	1.30	
44			663	6.488	441	76	20.078	0.506	370	19.586	0.819	2.332	0.072	589	301	281	1.94	1.32	
45			666	6.489	440	74	20.042	0.542	372	19.496	0.883	2.325	0.076	624	301	316	2.14	1.33	
46			669	6.488	433	78	19.957	0.566	374	19.451	0.919	2.299	0.078	636	301	327	1.74	1.34	
47			672	6.490	435	79	19.859	0.609	375	19.459	0.925	2.302	0.078	632	301	324	1.68	1.34	
48			675	6.489	416	82	19.731	0.664	377	19.465	0.921	2.245	0.078	614	301	305	1.37	1.33	
49			678	6.490	427	84	19.586	0.731	378	19.481	0.926	2.273	0.077	614	301	305	1.26	1.33	
50			681	6.488	421	84	19.496	0.819	378	19.496	0.931	2.254	0.076	601	301	293	1.20	1.31	
51			684	6.491	418	87	19.451	0.883	379	19.542	0.919	2.243	0.073	578	301	269	0.99	1.29	
52			687	6.488	425	88	19.459	0.919	380	19.594	0.901	2.258	0.070	559	301	251	0.92	1.26	
53			690	6.493	429	87	19.465	0.925	381	19.627	0.883	2.267	0.068	547	301	239	0.94	1.17	
54			693	6.490	415	88	19.481	0.921	381	19.641	0.877	2.229	0.068	532	301	224	0.84	1.08	
55			696	6.493	418	89	19.496	0.926	382	19.655	0.871	2.237	0.067	528	301	220	0.81	1.02	
56			699	6.493	428	90	19.542	0.931	382	19.700	0.840	2.263	0.065	516	301	208	0.77	0.95	
57			702	6.493	424	90	19.594	0.919	382	19.738	0.816	2.251	0.063	498	301	189	0.73	0.90	
58			705	6.495	412	89	19.627	0.901	381	19.769	0.792	2.222	0.061	480	301	171	0.75	0.85	
59			708	6.492	437	89	19.641	0.883	379	19.814	0.767	2.296	0.059	476	301	168	0.79	0.82	
60			711	6.492	434	89	19.655	0.877	379	19.867	0.732	2.287	0.056	452	301	144	0.80	0.79	
61			714	6.492	419	88	19.700	0.871	377	19.897	0.701	2.250	0.055	434	301	126	0.86	0.77	
62			717	6.491	449	90	19.738	0.840	375	19.913	0.686	2.337	0.054	444	301	136	0.73	0.76	
63			720	6.493	444	90	19.769	0.816	375	19.958	0.660	2.324	0.051	423	301	114	0.71	0.75	
64			723	6.492	453	91	19.814	0.792	373	20.011	0.628	2.354	0.049	405	301	97	0.68	0.74	
65			726	6.495	476	91	19.867	0.767	372	20.028	0.610	2.418	0.048	409	301	100	0.69	0.74	
66			729	6.488	464	91	19.897	0.732	371	20.049	0.591	2.392	0.047	396	301	88	0.65	0.74	
67																			

Raum/Ecke Prüfung

Prüfstelle
Labor Information Linie 2
Lab. Info. Linie 3

Produkt:		Prüfer	Prüfdatum:	Druckdat.:	
Beispiel Nr.2		Prüfer	11-12-99	18-08-00	
Prüfbedingung	Prüfpunkte		Resultat		
Umgeb. Temp. $T_{s(t=-90\dots-30)}$ [°K]	285.3	Min. Durchfluss [m ³ /s]	2.58	Maximal HRR [kW]	900
Umgeb. Druck [Pa]	100150	Max. Durchfluss [m ³ /s]	3.05	Zeit bis max HRR [s]	
Luftfeuch [%]	45.0	Zeit der Brennerumschaltung [s]	600	Interpolationszeit bis flashover (1000 kW) [s]	96.90
				FIGRA [kW/s]	900 kW/96.9 s = 9.29
				Total Heat Release THR [MJ]	19.2
K(t)	0.82	Beginn d. Konditionierung	18-12-99 10:30	Maximal SPP _{Smooth} [m ² /s]	2.57
K(p)	1.08	Ende der Konditionierung	10-12-99 08:00	Zeit bis max SPP _{Smooth} [s]	66
E [kJ/m ³]	17200	Masse vor d. Konditionierung [kg]	75.350	SMOGRA [m ² /s ²]	
Leitungsdurch.: [m]	0.40	Masse nach d. Konditionier. [kg]	75.340	2.57 m ² /s/66 s * 1000 =	38.9
		Massendiff. je Tag in Prozent	0.01	Total Smoke Production TSP [m ²]	162
				Beobachtungen	
Grundl. O ₂ ^a (t = -90...-30) [%]	20.812	Endwert O ₂ [%]	20.946	Zeit bis Entzünden Decke [s]	6
Grundl. O ₂ (t = -90...-30) [%]	20.946	Endwert CO ₂ [%]	0.039	Zeit bis Flammenausbreitung [s]	Do not
Grundl. CO ₂ (t = -90...-30) [%]	0.036	Endwert Lichtsignal [%]	98.300	Zeit bis Flammen aus Durchgang [s]	30
Grundl. Lichtsign. (t = -90-30) [%]	99.781			Zeit bis brennendes Abtropfen [s]	30



Literaturhinweise

- [1] Entscheidung der Kommission vom 8. Februar 2000 zur Durchführung der Richtlinie 89/106/EWG des Rates im Hinblick auf die Klassifizierung des Brandverhaltens von Bauprodukten (2000/147/EG), siehe auch folgende Anmerkung
- [2] ISO TR 9705-2:2001, *Reaction to fire tests — Full scale room tests for surface products — Part 2: Technical background and guidance.*
- [3] MCCAFFREY and HESKESTAD, *Combustion and flame*, 26 (1976).
- [4] ISO TR 5924, *Fire tests — Reaction to fire — Smoke generated by building products (dual-chamber test).*
- [5] SUNDSTRÖM, B., VAN HEES, P., Thureson, P. Results and analysis from fire tests of building products in ISO 9705, the Room/Corner Test. The SBI research programme. SP REPORT 1998:11.