

DIN EN 1457-2



ICS 91.060.40

Einsprüche bis 2016-11-23
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 1457-2:2012-04

Entwurf

**Abgasanlagen –
Keramik-Innenrohre –
Teil 2: Innenrohre für den Nassbetrieb – Anforderungen und Prüfungen;
Deutsche und Englische Fassung prEN 1457-2:2016**

Chimneys –

Clay/ceramic flue liners –

Part 2: Flue liners operating under wet conditions – Requirements and test methods;
German and English version prEN 1457-2:2016

Conduits de fumée –

Conduits intérieurs en terre cuite/céramique –

Partie 2: Prescriptions et méthodes d'essai pour utilisation en conditions humides;
Version allemande et anglaise prEN 1457-2:2016

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2016-09-23 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und
Stellungnahme vorgelegt.

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

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nabau@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau), 10772 Berlin, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten
Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 128 Seiten

DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 1457-2:2016) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 166 „Abgasanlagen“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom ASI (Österreich) gehalten wird.

Der nationale Spiegelausschuss, der die Arbeiten mit seinen Experten begleitet hat, ist der Arbeitsausschuss NA 005-11-36 AA „Abgasanlagen aus Keramik und Beton (SpA zu CEN/TC 166/WG 3 und WG 5)“ im DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung von prEN 1457-2 beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Für die in diesem Dokument zitierte Internationale Norm wird im Folgenden auf die entsprechende Deutsche Norm hingewiesen:

ISO 2859-1 siehe DIN ISO 2859-1

Änderungen

Gegenüber DIN EN 1457-2:2012-04 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) neuer Abschnitt 15: Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit – AVCP;
- b) neuer Anhang ZA: Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und der Verordnung (EU) Nr. 305/2011 (EU-BauPVO);
- c) redaktionelle Überarbeitung.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN ISO 2859-2, *Annahmestichprobenprüfung anhand der Anzahl fehlerhafter Einheiten oder Fehler (Attributprüfung); Nach der zurückzuweisenden Qualitätsgrenzlage (LQ) geordnete Stichprobenanweisungen für die Prüfung einzelner Lose anhand der Anzahl fehlerhafter Einheiten; Identisch mit ISO 2859-2:1985*

Abgasanlagen — Keramik-Innenrohre — Teil 2: Innenrohre für den Nassbetrieb - Anforderungen und Prüfungen

Conduits de fumée — Conduits intérieurs en terre cuite/ceramique — Partie 2 : Prescriptions et méthodes d'essai pour utilisation en condition humides

Chimneys — Clay/ceramic flue liners — Part 2: Flue liners operating under wet conditions - Requirements and test methods

ICS:

Deskriptoren

Dokument-Typ: Europäische Norm

Dokument-Untertyp:

Dokument-Stage: CEN-Umfrage

Dokument-Sprache: D

STD Version 2.8f

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	6
4 Innenrohre und Öffnungen	8
4.1 Innenrohrquerschnitte	8
4.2 Inspektionsöffnungen und Anschlussformstücke	9
5 Innenrohrtypen	10
6 Werkstoffe	10
7 Grenzabmaße	11
7.1 Querschnittsmaß	11
7.2 Länge	11
7.3 Winkel der Krümmung	11
7.4 Geradheit	11
7.5 Rechtwinkligkeit der Rohrenden	11
7.6 Abweichung von der Querschnittsform	11
7.7 Fugengeometrie	11
8 Prüflast	11
8.1 Gerade Innenrohre	11
8.2 Gekrümmte Innenrohre	11
8.3 Mindestlast für Inspektionsöffnungsabschnitte	12
9 Gasdichtheit/Leckage, Temperaturwechselbeständigkeit und Rußbrandbeständigkeit für gerade Innenrohre	12
9.1 Erstprüfung	12
9.2 Gasdichtheit	13
9.2.1 Allgemeines	13
9.2.2 Beurteilung der Gasdichtheit nach der Rußbrandprüfung	13
9.2.3 Beurteilung der Gasdichtheit nach Prüfung der Temperaturwechselbeständigkeit	13
10 Dauerhaftigkeit	14
10.1 Korrosionsbeständigkeit	14
10.2 Frost-Tauwechselbeständigkeit	14
11 Wasseraufnahme und Rohdichte	14
11.1 Allgemeines	14
11.2 Wasseraufnahme	15
11.3 Rohdichte	15
12 Abriebbeständigkeit	15
13 Kondensatbeständigkeit und Strömungswiderstand	15
13.1 Kondensatbeständigkeit	15
13.2 Strömungswiderstand	15
14 Wärmedurchlasswiderstand	16
15 Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit – AVCP	16

15.1	Allgemeines	16
15.2	Typprüfung	16
15.2.1	Allgemeines	16
15.2.2	Prüfproben, Prüfung und Konformitätskriterien	17
15.2.3	Prüfberichte	18
15.2.4	Gemeinsam genutzte Ergebnisse anderer Parteien	18
15.2.5	Ergebnisse der stufenweisen Bestimmung des Produkttyps	19
15.3	Werkseigene Produktionskontrolle (WPK)	20
15.3.1	Allgemeines	20
15.3.2	Anforderungen	20
15.3.3	Produktspezifische Anforderungen	24
15.3.4	Erstinspektion des Werks und der werkseigenen Produktionskontrolle	25
15.3.5	Laufende Überwachung der werkseigenen Produktionskontrolle	25
15.3.6	Vorgehensweise bei Änderungen	26
15.3.7	Sonderanfertigungen, Vorserien (z. B. Prototypen) und Produkte, die in sehr geringer Stückzahl hergestellt werden	26
16	Prüfverfahren	27
16.1	Maße	27
16.2	Länge	27
16.3	Winkel der Krümmung	28
16.4	Geradheit	28
16.5	Rechtwinkligkeit der Rohrenden	28
16.6	Abweichung von der Querschnittsform	29
16.7	Prüflast	31
16.7.1	Probekörper	31
16.7.2	Prüfeinrichtung	31
16.7.3	Durchführung	31
16.8	Thermische Prüfung	32
16.8.1	Probekörper	32
16.8.2	Prüfeinrichtung	32
16.8.3	Zusammenbau des Probekörpers	34
16.8.4	Thermische Beanspruchung	34
16.8.5	Messung der Leckrate	35
16.8.6	Auswertung der Prüfergebnisse	35
16.9	Korrosionsbeständigkeit	36
16.9.1	Proben	36
16.9.2	Prüfeinrichtung	36
16.9.3	Durchführung	36
16.9.4	Auswertung der Prüfergebnisse	37
16.10	Wasseraufnahme	37
16.10.1	Probe	37
16.10.2	Prüfeinrichtung	37
16.10.3	Durchführung	37
16.10.4	Auswertung der Prüfergebnisse	37
16.11	Rohdichte	38
16.11.1	Probekörper	38
16.11.2	Prüfeinrichtung	38
16.11.3	Durchführung	38
16.11.4	Auswertung der Prüfergebnisse	38
16.12	Abriebbeständigkeit	39
16.12.1	Probekörper	39
16.12.2	Prüfeinrichtung	39
16.12.3	Durchführung	39
16.12.4	Auswertung der Prüfergebnisse	39
16.13	Bestimmung der Wasserdampfdiffusion (indirektes Verfahren)	40

16.13.1	Prüfaufbau.....	40
16.13.2	Probekörper	40
16.13.3	Anordnung der Messstellen und Aufzeichnungen.....	41
16.13.4	Durchführung.....	42
16.13.5	Prüfergebnisse.....	43
16.13.6	Messeinrichtung — Zusammensetzung, Messbereich, Messunsicherheit.....	43
16.13.7	Prüfstand	44
17	Bezeichnung	45
18	Kennzeichnung.....	45
19	Freisetzung gefährlicher Stoffe	46
Anhang A (normativ) Probenahmeverfahren für eine AQL von 10 % und ein Prüfniveau S2		47
A.1	Bestimmung der Annahmekriterien	47
A.1.1	Einfache Probenahme	47
A.1.2	Doppelte Probenahme.....	47
A.2	Übliches Überwachungsverfahren	47
A.3	Wechsel von üblicher zu reduzierter Überwachung	49
A.4	Wechsel von reduzierter zu üblicher Überwachung	49
A.5	Strenge Überwachung.....	50
A.6	Wechsel von strenger zu üblicher Überwachung	50
A.7	Unterbrechung der Überwachung.....	50
Anhang B (normativ) Wärmedurchlasswiderstand		51
B.1	Verfahren 1: Vereinfachte Berechnung des Wärmedurchlasswiderstands für Innenrohre ohne Hohlräume	51
B.2	Verfahren 2: Wärmedurchlasswiderstand für Innenrohre mit Hohlräumen oder ohne Hohlräume	51
B.2.1	Allgemeines	51
B.2.2	Daten	52
B.2.3	Spezifische Bedingungen für die Hohlräume	53
B.2.4	Berechnungen.....	56
B.3	Verfahren zur Bestimmung von Näherungswerten für den Wärmedurchlasswiderstand.....	57
Anhang C (normativ) Messtechnische Ermittlung des Reibungsbeiwerts von Abgasanlagen		58
Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und der Verordnung (EU) Nr .305/2011		60
ZA.1	Anwendungsbereich und maßgebende Merkmale	60
ZA.2	System der Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit (AVCP; en: <i>Assessment and Verification of Constancy of Performance</i>)	62
ZA.3	Zuordnung der Aufgaben zur Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit (AVCP).....	62
Literaturhinweise.....		64

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 1457-2:2016) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 166 „Abgasanlagen“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom ASI gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN 1475-2:2012 ersetzen.

Dieses Dokument wurde unter einem Mandat erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone dem CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EU-Richtlinien.

Zum Zusammenhang mit EU-Richtlinien siehe informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieses Dokuments ist.

EN 1457 besteht aus zwei Teilen:

- EN 1457-1, *Abgasanlagen — Keramik-Innenrohre — Teil 1: Innenrohre für den Trockenbetrieb — Anforderungen und Prüfverfahren*;
- EN 1457-2, *Abgasanlagen — Keramik-Innenrohre — Teil 2: Innenrohre für den Nassbetrieb — Anforderungen und Prüfverfahren*.

Die hauptsächlichen Änderungen gegenüber der vorherigen Fassung sind:

- neuer Abschnitt 15: Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit – AVCP
- neuer Anhang ZA: Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und der Verordnung (EU) Nr. 305/2011

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm ist eine Produktnorm für Keramik-Innenrohre mit massiven oder vertikal gelochten Wandungen, die in mehrschaligen Abgasanlagen unter nassen Bedingungen verwendet werden und die dazu dienen, Verbrennungsprodukte von Feuerstätten oder Wärmeerzeugern durch negativen oder positiven Überdruck an die Außenluft abzuleiten. Diese Norm behandelt Innenrohre für Haus- und Industrieabgasanlagen, die nicht freistehend sind.

Diese Europäische Norm enthält Festlegungen der Leistungsanforderungen an werkmäßig hergestellte Innenrohre und Formstücke von Abgasanlagen. Sie enthält ferner die Anforderungen an die thermische Prüfung mit oder ohne Wärmedämmung, an die Kennzeichnung und die Inspektion. Innenrohre, die nach der vorliegenden Norm festgelegt sind, entsprechen den Anforderungen von EN 1457-1 bei gleichen Bedingungen für Betriebstemperatur, Druck, Bezeichnung und Rußbrandbeständigkeit.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, 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 312, *Spanplatten — Anforderungen*

EN 1443:2003, *Abgasanlagen — Allgemeine Anforderungen*

EN 10088-1, *Nichtrostende Stähle — Teil 1: Verzeichnis der nichtrostenden Stähle*

EN 13384-1:2002+A2:2008, *Abgasanlagen — Wärme- und strömungstechnische Berechnungsverfahren — Teil 1: Abgasanlagen mit einer Feuerstätte*

EN 14297:2004, *Abgasanlagen — Prüfverfahren für die Frost-Tauwechselbeständigkeit für Produkte für Abgasanlagen*

EN ISO 6946, *Bauteile — Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient — Berechnungsverfahren (ISO 6946)*

EN ISO 7500-1, *Metallische Werkstoffe — Prüfung von statischen einachsigen Prüfmaschinen — Teil 1: Zug- und Druckprüfmaschinen — Prüfung und Kalibrierung der Kraftmesseinrichtung (ISO 7500-1)*

ISO 2859-1, *Sampling procedures for inspection by attributes — Part 1: Sampling schemes indexed by acceptance quality limit (AQL) for lot-by-lot inspection*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN 1443:2003 und die folgenden Begriffe.

3.1 Nennmaß
Zahlenwert für das Maß, das eine geeignete runde Zahl ist, die gleich oder ungefähr gleich dem Folgenden ist:

- a) dem Innendurchmesser von Innenrohren mit kreisförmigem Querschnitt;
- b) der lichten Breite von Innenrohren mit quadratischem Querschnitt;

- c) der lichten Breite und der lichten Seitenlänge des Querschnitts von Innenrohren mit rechteckigem Querschnitt

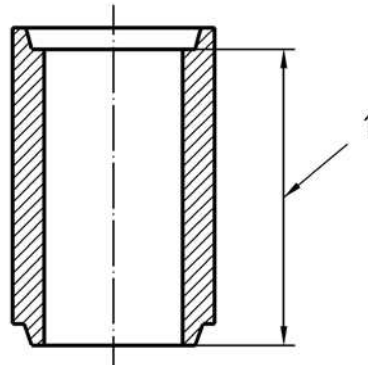
Anmerkung 1 zum Begriff: Die Nennlänge wird in Millimeter angegeben.

3.2

Nennlänge

Zahlenwert der Innenlänge eines geraden Innenrohrs, in Millimeter, angegeben als geeignete runde Zahl, die der Innenlänge des Innenrohrs ungefähr entspricht

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 1.



Legende

1 Innenlänge

Bild 1 — Innenlänge

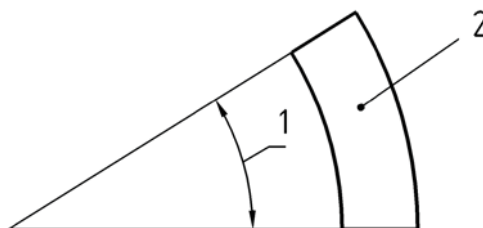
3.3

Nennwinkel der Krümmung

der von einem gekrümmten Innenrohr gebildete Winkel

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Nennwinkel wird in Grad angegeben.

Anmerkung 2 zum Begriff: Siehe Bild 2.



Legende

1 Winkel der Krümmung
2 Gekrümmtes Innenrohr

Bild 2 — Winkel der Krümmung

3.4

Nassbetrieb

Zustand, wenn eine Abgasanlage für den üblichen Betrieb konstruiert ist, wobei die Temperatur der inneren Oberfläche des Innenrohrs gleich dem Wassertaupunkt ist oder darunter liegt

3.5

Trockenbetrieb

Zustand, wenn eine Abgasanlage für den üblichen Betrieb konstruiert ist, wobei die Temperatur der inneren Oberfläche des Innenrohrs über dem Wassertaupunkt liegt

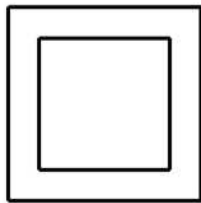
4 Innenrohre und Öffnungen

4.1 Innenrohrquerschnitte

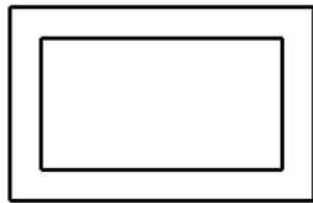
Innenrohre müssen entweder

- a) einen kreisförmigen oder quadratischen Querschnitt mit Nut und Feder oder mit Muffenverbindungen oder
- b) einen quadratischen oder rechteckigen Querschnitt mit Nut und Feder und abgerundeten Innenkanten oder
- c) einen kreisförmigen, quadratischen oder rechteckigen Querschnitt mit Stoßverbindungen und einer Manschette oder
- d) einen kreisförmigen oder quadratischen Querschnitt mit kegelförmigen Fugen

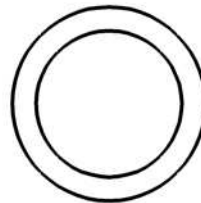
aufweisen.



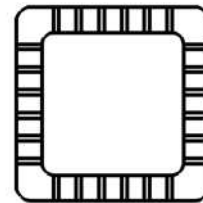
a) Quadratisch



b) Rechteckig



c) Kreisförmig



**d) Vertikal gelochte
Wandungen**

Bild 3 — Beispiele für Querschnitte

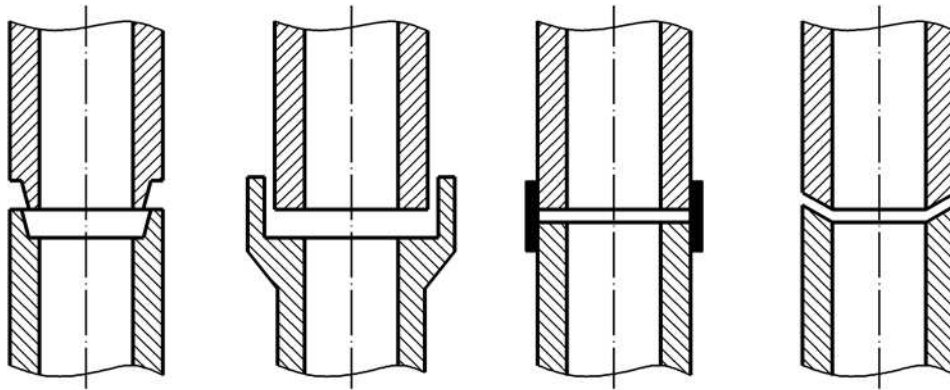


Bild 4 — Fugenanordnung

4.2 Inspektionsöffnungen und Anschlussformstücke

Inspektionsöffnungen werden für die Kontrolle und Reinigung der Innenrohre von Abgasanlagen sowie das Entfernen des Rußes verwendet und müssen, sofern zutreffend, die Anforderungen an Innenrohre erfüllen.

Alle Inspektionsöffnungen müssen eine Tür haben.

Eine Inspektionsöffnung muss eine Tür mit einer separaten Feuchtigkeitssperre haben oder aus zwei Platten bestehen.

Anschlussformstücke dienen zum Anschluss der Feuerstätte an die Abgasanlage. Anschlussformstücke sind zweckentsprechende T-Stücke oder Innenrohrabschnitte mit einer Öffnung, an der Abzweigungen befestigt sind. Die Winkel der Abzweigungen können 45° bis 95° betragen (α in Bild 5). An der Verbindungsstelle weisen die Außenschalen entsprechende Öffnungen auf.

Anschlussformstücke sollten die gleiche Querschnittsfläche wie das Innenrohr aufweisen. Verringerungen oder Erweiterungen sind akzeptabel, sofern der Strömungswiderstand nicht erhöht wird.

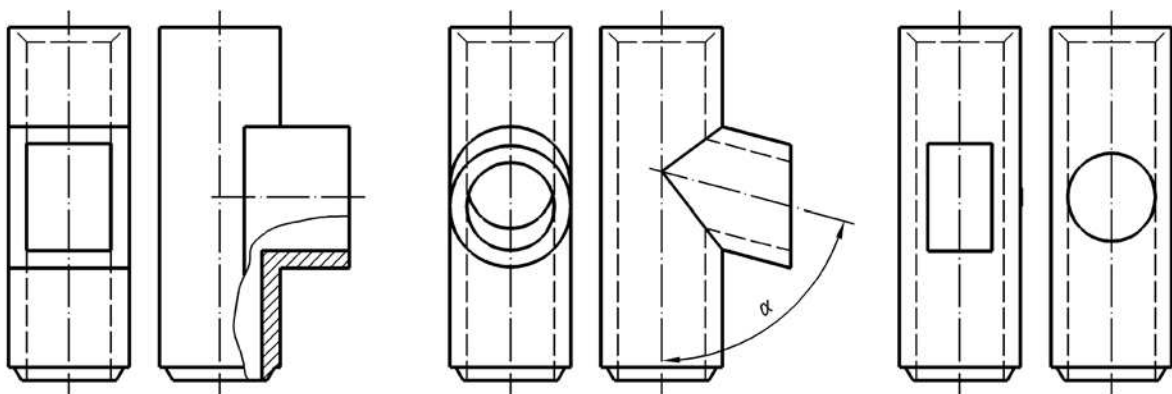


Bild 5 — Beispiele für Inspektionsöffnungen und Anschlussformstücke

5 Innenrohrtypen

Es gibt vier Grundtypen von Keramik-Innenrohren in Abhängigkeit von der Betriebstemperatur mit Untertypen abhängig von der Frage, ob die Innenrohre in den Abgasanlagen im negativen oder positiven Überdruck betrieben werden oder ob sie rußbrandbeständig sein müssen. In Tabelle 1 wird eine nicht vollständige Aufzählung abgekürzter Bezeichnungen für Innenrohrtypen mit den entsprechenden Temperaturen, Drücken, der Rußbrandbeständigkeit und der Kondensatbeständigkeit angegeben. Die Eignung für den Einsatz eines Typs eines Innenrohres in einer Abgasanlage für den Betrieb mit negativem oder positivem Überdruck und unter feuchten Bedingungen ist ebenfalls angegeben.

ANMERKUNG Ein Innenrohr kann auch die Bezeichnung mehrerer Typen tragen, vorausgesetzt, es entspricht den relevanten Anforderungen für jeden dieser Typen.

Tabelle 1 — Keramik-Innenrohrtypen für den Nassbetrieb, Betriebsbedingungen, Luftprüfdrücke und maximale Leckraten nach thermischen Prüfungen

Innenrohrtypen	Temperatur Klasse	Druck Klasse	Rußbrandbeständigkeit Klasse	Prüfdruck Pa	Zulässige Leckrate $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \text{ m}^{-2} \cdot 10^{-3}$
A3 N2	600	Negativ	Ja (G)	20	3
A3 N1	600	Negativ	Ja (G)	40	2
A3 P1	600	Positiv	Ja (G)	200	0,006
A4 N2	600	Negativ	Nein (O)	20	3
A4 N1	600	Negativ	Nein (O)	40	2
A4 P1	600	Positiv	Nein (O)	200	0,006
B3 N2	400	Negativ	Ja (G)	20	3
B3 N1	400	Negativ	Ja (G)	40	2
B3 P1	400	Positiv	Ja (G)	200	0,006
B4 N2	400	Negativ	Nein (O)	20	3
B4 N1	400	Negativ	Nein (O)	40	2
B4 P1	400	Positiv	Nein (O)	200	0,006
C4 N2	300	Negativ	Nein (O)	20	3
C4 N1	300	Negativ	Nein (O)	40	2
C4 P1	300	Positiv	Nein (O)	200	0,006
D4 N2	200	Negativ	Nein (O)	20	3
D4 N1	200	Negativ	Nein (O)	40	2
D4 P1	200	Positiv	Nein (O)	200	0,006

6 Werkstoffe

Innenrohre sind aus geeigneten Keramikwerkstoffen herzustellen, die nach dem Brennen die Leistungsanforderungen dieser Norm erfüllen.

Innenrohre dürfen auf der Innen- und/oder Außenseite glasiert oder unglasiert sein. Glasierte Innenrohre brauchen auf den Fugenoberflächen nicht glasiert zu sein.

7 Grenzabmaße

7.1 Querschnittsmaß

Bei Prüfung nach 16.1 darf der Innendurchmesser von Innenrohren mit kreisförmigem Querschnitt nicht mehr als $\pm 3\%$ von dem vom Hersteller angegebenen Nenn-Innendurchmesser abweichen.

Die Abweichung der lichten Breite oder der lichten Seitenlänge von Innenrohren mit quadratischem oder rechteckigem Querschnitt darf nicht mehr als $\pm 3\%$ der vom Hersteller angegebenen Nenn-Seiteninnenlänge betragen.

7.2 Länge

Bei Prüfung nach 16.2 darf die Abweichung von der Länge eines Innenrohrs nicht mehr als $\pm 3\%$ der vom Hersteller angegebenen Nennlänge betragen, höchstens jedoch 20 mm.

7.3 Winkel der Krümmung

Bei Prüfung nach 16.3 darf der Winkel der Krümmung eines gekrümmten Innenrohrs nicht mehr als $\pm 5^\circ$ von der vom Hersteller angegebenen Nennkrümmung abweichen.

7.4 Geradheit

Bei Prüfung nach 16.4 darf die Abweichung von der Geradheit eines geraden Innenrohrs 1 % der Prüflänge betragen.

7.5 Rechtwinkligkeit der Rohrenden

Bei Prüfung nach 16.5 darf die Abweichung von der Rechtwinkligkeit der Enden von geraden Innenrohren nicht mehr als 30 mm/m eines Neigungswinkels betragen.

7.6 Abweichung von der Querschnittsform

Bei Prüfung nach 16.6 darf die Abweichung von der Rechtwinkligkeit der Winkel und der Ebenheit der Wände von geraden Innenrohren mit quadratischem oder rechteckigem Querschnitt nicht mehr als 5 % der vom Hersteller angegebenen lichten Nennbreite oder der lichten Nennseitenlänge betragen.

7.7 Fugengeometrie

Die Gestaltung und die Maße der Fugen müssen den Angaben des Herstellers entsprechen, um eine ausreichende Verbindung zu ergeben.

8 Prüflast

8.1 Gerade Innenrohre

Bei Prüfung nach 16.7 müssen gerade Innenrohre einer Belastung von 10 MN/m² widerstehen.

8.2 Gekrümmte Innenrohre

Werden gekrümmte Innenrohre neben geraden Innenrohren in einer Anlage gebrannt, wird bei Verwendung der gleichen Werkstoffe und Brennverfahren angenommen, dass diese gekrümmten Innenrohre die gleiche Prüflast wie gerade Innenrohre aufnehmen, sofern sie nach 16.7 geprüft werden.

Werden gekrümmte Innenrohre üblicherweise nicht neben geraden Innenrohren gebrannt, sind für Prüfzwecke gerade Innenrohre oder kurze Längen gerader Innenrohre unter Verwendung gleicher Werkstoffe und Brennverfahren wie für gekrümmte Innenrohre herzustellen und auf Übereinstimmung mit den Anforderungen nach 8.1 zu prüfen.

8.3 Mindestlast für Inspektionsöffnungsabschnitte

Bei der Prüfung nach 16.7 muss die Mindestlast für Inspektionsöffnungsabschnitte den Angaben in Tabelle 2 entsprechen.

Die folgende Gleichung ist anzuwenden:

$$F = \chi \cdot H \cdot G / 100$$

Dabei ist

F die Mindestlast, in Kilonewton;

χ der Sicherheitsfaktor = 5;

H die Höhe der Abgasanlage, in Meter;

G die Masse je Meter, in Kilogramm je Meter.

9 Gasdichtheit/Leckage, Temperaturwechselbeständigkeit und Rußbrandbeständigkeit für gerade Innenrohre

9.1 Erstprüfung

Vor Beginn der thermischen Prüfung darf ein Probekörper nach 16.8.3 mit N1- und N2-Innenrohren eine Leckrate von nicht mehr als $2 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2} \times 10^{-3}$, bezogen auf die innere Oberfläche, aufweisen, wenn er nach 16.8.5 bei einem Differenzdruck von $(40 \pm 2) \text{ Pa}$ geprüft wird.

Vor Beginn der thermischen Prüfung darf ein Probekörper nach 16.8.3 mit P1-Innenrohren eine Leckrate von nicht mehr als $0,006 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2} \cdot 10^{-3}$, bezogen auf die innere Oberfläche, aufweisen, wenn er nach 16.8.5 bei einem Differenzdruck von $(200 \pm 10) \text{ Pa}$ geprüft wird.

Werden Formstücke einer Abgasanlage neben geraden Innenrohren in einer Anlage gebrannt, muss bei Verwendung der gleichen Werkstoffe und Brennverfahren angenommen werden, dass diese die gleiche Gasdichtheit/Leckage, Temperaturwechselbeständigkeit und Rußbrandbeständigkeit wie gerade Innenrohre aufweisen, sofern sie nach 16.8.3 geprüft werden.

Werden die Formstücke einer Abgasanlage nicht üblicherweise neben geraden Innenrohren gebrannt, sind für Prüfzwecke gerade Innenrohre oder kurze Längen gerader Innenrohre unter Verwendung gleicher Werkstoffe und Brennverfahren wie für Formstücke einer Abgasanlage herzustellen und auf Übereinstimmung mit 9.2.1 zu prüfen.

9.2 Gasdichtheit

9.2.1 Allgemeines

Wenn Innenrohre auf Rußbrandbeständigkeit geprüft werden, braucht keine Prüfung der Temperaturwechselbeständigkeit durchgeführt zu werden.

9.2.2 Beurteilung der Gasdichtheit nach der Rußbrandprüfung

Bei Prüfung nach 16.8 dürfen A3- und B3-Innenrohre nach der Rußbrandprüfung keine größeren Werte für die Leckrate aufweisen als die in Tabelle 3 für den entsprechenden Typ des Innenrohrs, die Prüftemperatur und den Differenzdruck angegebenen Werte. Innenrohre müssen mit Wärmedämmung nach 16.8.3 geprüft werden, oder sie müssen ohne Wärmedämmung geprüft werden. Bei Prüfung mit Wärmedämmung sind die Innenrohre mit „i“ zu kennzeichnen. Bei Prüfung ohne Wärmedämmung sind die Innenrohre mit „i“ zu kennzeichnen.

Die Grenزابweichung für den entsprechenden Prüfdifferenzdruck ist in 9.1 angegeben.

9.2.3 Beurteilung der Gasdichtheit nach Prüfung der Temperaturwechselbeständigkeit

Bei Prüfung nach 16.8 dürfen die in 9.2 nicht erfassten Innenrohre nach Prüfung der Temperaturwechselbeständigkeit keine größeren Werte für die Leckrate aufweisen als die in Tabelle 2 für den entsprechenden Typ des Innenrohrs, die Prüftemperatur und den Differenzdruck angegebenen Werte. Innenrohre müssen mit Wärmedämmung nach 16.8.3 geprüft werden, oder sie müssen ohne Wärmedämmung geprüft werden. Bei Prüfung ohne Wärmedämmung müssen die Innenrohre entsprechend gekennzeichnet werden.

Tabelle 2 — Prüftemperatur, Prüfdruck und Leckraten

Innenrohrtyp	Prüftemperatur °C	Prüfdruck Pa	Zulässige Leckrate $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \text{ m}^{-2} \cdot 10^{-3}$
A3 N2	1 000	20	3
A3 N1	1 000	40	2
A3 P1	1 000	200	0,006
A4 N2	700	20	3
A4 N1	700	40	2
A4 P1	700	200	0,006
B3 N2	1 000	20	3
B3 N1	1 000	40	2
B3 P1	1 000	200	0,006
B4 N2	500	20	3
B4 N1	500	40	2
B4 P1	500	200	0,006
C4 N2	350	20	3
C4 N1	350	40	2
C4 P1	350	200	0,006
D4 N2	250	20	3
D4 N1	250	40	2
D4 P1	250	200	0,006

10 Dauerhaftigkeit

10.1 Korrosionsbeständigkeit

Bei Prüfung nach 16.9 darf der Massenverlust jedes einzelnen Probekörpers einen Massenverlust von 2 % nicht überschreiten.

ANMERKUNG Dies ist eine beschleunigte Prüfung, um die Entsprechung einer Korrosionsbeständigkeit und einer Lebensdauer von mindestens 100 Jahren zu erzielen.

10.2 Frost-Tauwechselbeständigkeit

Wenn nationale Regulierungen eine Prüfung der Frost-Tauwechselbeständigkeit der Innenrohre fordern, muss nach EN 14297 geprüft werden. Das Produkt darf keine Beschädigung des Typs 7, 8, 9 und 10 nach EN 14297:2004, Tabelle 1, aufweisen.

11 Wasseraufnahme und Rohdichte

11.1 Allgemeines

Für die werkseigene Produktionskontrolle ist das Innenrohr entweder auf Wasseraufnahme oder auf Rohdichte zu prüfen.

11.2 Wasseraufnahme

Bei Prüfung nach 16.10 darf die mittlere Wasseraufnahme als Prozentsatz von fünf Proben um nicht mehr als $\pm 2,5$ % vom Mittelwert der Proben aus der letzten Typprüfung abweichen.

11.3 Rohdichte

Bei Prüfung nach 16.11 darf die mittlere Rohdichte von fünf Proben um nicht mehr als $\pm 100 \text{ kg/m}^3$ vom Mittelwert der Proben aus der letzten Typprüfung abweichen.

12 Abriebbeständigkeit

Bei Prüfung nach 16.12 darf der Abrieb nicht mehr als $0,03 \text{ kg/m}^2$ bezogen auf die gesamte beanspruchte innere Oberfläche des Innenrohrs betragen.

13 Kondensatbeständigkeit und Strömungswiderstand

13.1 Kondensatbeständigkeit

Bei Prüfung im Anschluss an die thermische Prüfung und nach 16.3 muss für Innenrohre, die für den Betrieb unter feuchten Bedingungen vorgesehen sind, die Wasserdampfdiffusionsrate gemessen und nach Tabelle 3 klassifiziert werden.

Prüfverfahren:

- Die Probe ist wie in 16.13.2 angegeben vorzubereiten.
- Es ist die thermische Prüfung in Übereinstimmung mit der relevanten Temperaturklasse an der Probe vorzunehmen.
- Dieselbe Probe ist in die Prüfeinrichtung für die Kondensatsprüfung einzulegen.

Tabelle 3 — Wasserdampfdiffusionsklassen

Wasserdampfdiffusionsklasse	Wasserdampfdiffusionsrate der inneren Oberfläche, in $\text{g h}^{-1}\text{m}^{-2}$
WA	≤ 2
WB	$>2 \leq 5$
WC	$>5 \leq 10$
WD	$>10 \leq 20$

ANMERKUNG 1 Die Klassen WB, WC und WD dürfen nur angewendet werden, wenn bestimmte Vorsichtsmaßnahmen beachtet werden.

ANMERKUNG 2 Sofern die ermittelte Wasserdampfdiffusion 20 übersteigt, ist das Innenrohr nicht für den Nassbetrieb geeignet.

13.2 Strömungswiderstand

Nach EN 13384-1 beträgt die mittlere Rauigkeit von Innenrohren $0,0015 \text{ m}$. Andere Werte dürfen deklariert werden und sind nach Anhang C zu bestimmen. Diese Angabe erfolgt entweder durch Bestimmung nach Anhang C oder durch eine Erklärung nach EN 13384-1:2002+A2:2008, Tabelle B.4.

14 Wärmedurchlasswiderstand

Die Werte für den Wärmedurchlasswiderstand von Innenrohren sind vom Hersteller für eine Temperatur von 200 °C anzugeben. Das Referenzberechnungsverfahren für Innenrohre ohne Hohlräume muss B.1 entsprechen, und das Referenzberechnungsverfahren für Innenrohre mit Hohlräumen muss B.2 entsprechen.

Die in den Produkten verwendeten Materialien dürfen gefährliche Stoffe nur bis zum zulässigen oberen Grenzwert freisetzen, der in der einschlägigen Europäischen Norm für die Materialien festgelegt oder nach den nationalen Vorschriften des Bestimmungsmittgliedsstaats zulässig ist.

15 Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit – AVCP

15.1 Allgemeines

Die Übereinstimmung von Keramik-Innenrohren für den Nassbetrieb mit den Anforderungen dieser Norm und mit den vom Hersteller in der Leistungserklärung erklärten Werten ist folgendermaßen nachzuweisen:

- durch Bestimmung des Produkttyps;
- durch eine werkseigene Produktionskontrolle durch den Hersteller, einschließlich Bewertung des Produkts.

Der Hersteller muss stets die Gesamtkontrolle behalten und muss über die Mittel verfügen, die erforderlich sind, um die Verantwortung für die Übereinstimmung des Produkts mit der (den) angegebenen Leistung(en) übernehmen zu können.

15.2 Typprüfung

15.2.1 Allgemeines

Alle Produktleistungen in Bezug auf die in dieser Norm behandelten Merkmale sind zu bestimmen, wenn der Hersteller beabsichtigt, sie zu erklären, es sei denn, die Norm enthält Festlegungen zur Angabe der Leistung ohne Prüfungen (z. B. zur Verwendung von bestehenden Daten, zur Klassifizierung ohne weitere Prüfung (CWFT) und zur Verwendung von üblicherweise anerkannten Leistungswerten).

Bewertungen, die bereits früher in Übereinstimmung mit den Festlegungen dieser Norm durchgeführt wurden, dürfen berücksichtigt werden, vorausgesetzt, dass sie unter Anwendung desselben Prüfverfahrens oder eines strengeren Prüfverfahrens, unter demselben AVCP-System am gleichen Produkt bzw. an Produkten ähnlicher Konstruktion, Bauweise und Funktionalität so erfolgten, dass die Prüfergebnisse für das betreffende Produkt anwendbar sind.

Zum Zwecke der Bewertung dürfen Produkte eines Herstellers in Familien zusammengefasst werden, wenn die Ergebnisse für ein oder mehrere Merkmale eines beliebigen Produkts innerhalb einer Familie als repräsentativ für das gleiche Merkmal bzw. die gleichen Merkmale aller Produkte innerhalb der betreffenden Familie angesehen werden.

ANMERKUNG 1 Produkte dürfen für unterschiedliche Merkmale unterschiedlichen Familien zugeordnet werden.

Zur Auswahl einer geeigneten repräsentativen Probe sollte auf die Normen, in denen die Bewertungsverfahren festgelegt sind, verwiesen werden.

Zusätzlich ist die Bestimmung des Produkttyps für alle in der Norm behandelten Merkmale, deren Leistung vom Hersteller erklärt wird, durchzuführen:

- zu Beginn der Produktion von neuen oder modifizierten Keramik-Innenrohren für den Nassbetrieb (es sei denn, das Produkt gehört zur selben Produktreihe) oder

- zu Beginn eines neuen oder modifizierten Herstellungsverfahrens (sofern dieses einen Einfluss auf die angegebenen Merkmale haben kann) oder
- sie ist für das (die) betreffende(n) Merkmal(e) zu wiederholen, wenn sich Änderungen bei der Konstruktion der Keramik-Innenrohre für den Nassbetrieb, bei den Ausgangsstoffen, beim Zulieferer der Komponenten oder im Herstellungsverfahren (abhängig von der Definition einer Familie) ergeben, die sich wesentlich auf ein oder mehrere Merkmale auswirken würden.

Bei Verwendung von Komponenten, deren Merkmale bereits durch den Hersteller der Komponenten auf der Grundlage von in anderen Produktnormen angegebenen Bewertungsverfahren bestimmt wurden, brauchen diese Merkmale nicht erneut bewertet zu werden. Die Spezifikationen der betreffenden Komponenten sind zu dokumentieren.

Es kann davon ausgegangen werden, dass Produkte, an denen die geregelte Kennzeichnung in Übereinstimmung mit den maßgebenden harmonisierten Europäischen Spezifikationen angebracht wurde, die in der Leistungserklärung angegebenen Leistungsmerkmale aufweisen; dies entbindet den Hersteller der Keramik-Innenrohre für den Nassbetrieb jedoch nicht von der Verantwortung sicherzustellen, dass die Keramik-Innenrohre für den Nassbetrieb insgesamt korrekt hergestellt werden und ihre Bestandteile die erklärten Leistungskennwerte aufweisen.

15.2.2 Prüfproben, Prüfung und Konformitätskriterien

Die Anzahl der Proben der zu prüfenden/bewertenden Keramik-Innenrohre für den Nassbetrieb muss Tabelle 4 entsprechen.

Tabelle 4 — Zu prüfende Probenanzahl und Konformitätskriterien
Typprüfung für gerade Innenrohre

Merkmal	Anforderung	Bewertungs- verfahren	Anzahl der Proben	Konformitäts- kriterien
Druckfestigkeit	8.1	16.7	Siehe 16.7	8.1
Gasdichtheit	9.2	16.8	Siehe 16.8	7.2
Korrosionsbeständigkeit	10.1	16.9	Siehe 16.9	10.1
Frost- Tauwechselbeständigkeit	10.2	10.2	Siehe 10.2	7.5
Abriebbeständigkeit	12	16.12	Siehe 16.12	12
Strömungswiderstand	13	Siehe Anhang C	Siehe Anhang C	13

Tabelle 5 — Zu prüfende Probenanzahl und Konformitätskriterien
Typprüfung für Innenrohrbogen

Merkmal	Anforderung	Bewertungs- verfahren	Anzahl der Proben	Konformitäts- kriterien
Druckfestigkeit	8.2	16.7	Siehe 16.7	8.2
Korrosionsbeständigkeit	10.1	16.9	Siehe 16.9	10.1
Frost-Tauwechselbeständigkeit	10.2	10.2	Siehe 10.2	7.5

Tabelle 6 — Zu prüfende Probenanzahl und Konformitätskriterien
Typprüfung für Anschlussformstück

Merkmal	Anforderung	Bewertungsverfahren	Anzahl der Proben	Konformitätskriterien
Druckfestigkeit	8.3	16.7	Siehe 16.7	8.3

Vor Verlassen des Herstellerwerks muss für jede Charge eine Probenahme und Prüfung nach ISO 2859-1 bei einer annehmbaren Qualitätsgrenzlage (AQL) von 10 % und einem Prüfniveau S2 durchgeführt werden. Einzelchargen von Einheiten müssen nach gestrafften Inspektionsverfahren bei einer maximalen Größe der Charge von 1 200 bewertet werden (siehe Anhang A).

Chargen, die bei einer werkseigenen Produktionskontrolle zurückgewiesen wurden, dürfen erneut die Kontrolle durchlaufen, nachdem Einheiten mit zunächst nicht entdeckten sichtbaren Fehlern entfernt wurden, wobei die gestraffte Inspektion nur bezüglich der Fehler erfolgt, die eine erste Zurückweisung verursachten.

15.2.3 Prüfberichte

Die Ergebnisse der Bestimmung des Produkttyps sind in Prüfberichten zu dokumentieren. Alle Prüfberichte sind mindestens 10 Jahre nach dem Datum der letzten Herstellung der Keramik-Innenrohre für den Nassbetrieb, auf die sie sich beziehen, vom Hersteller aufzubewahren.

15.2.4 Gemeinsam genutzte Ergebnisse anderer Parteien

Ein Hersteller darf die von anderen erzielte Ergebnisse der Bestimmung des Produkttyps (z. B. von einem anderen Hersteller, als gemeinsame Dienstleistung für Hersteller oder von einem Produktentwickler erzielte Ergebnisse) verwenden, um seine Leistungserklärung für ein nach dem gleichen Entwurf (z. B. Maße) und mit den gleichen Ausgangsstoffen, Bestandteilen und Fertigungsverfahren hergestelltes Produkt zu belegen, vorausgesetzt, dass

- bekannt ist, dass die Ergebnisse auch für Produkte mit den gleichen, für die Produktleistung relevanten Wesentlichen Merkmalen gültig sind;
- zusätzlich zu den Informationen, die für die Bestätigung, dass das Produkt die gleiche Leistung in Bezug auf bestimmte Wesentliche Merkmale aufweist, unverzichtbar sind, die andere Partei, die die Bestimmung des Produkttyps durchgeführt hat oder hat durchführen lassen, der Übermittlung der Ergebnisse und des Prüfberichts an den Hersteller zum Zwecke der Bestimmung dessen Produkttyps sowie von Informationen zu den Fertigungseinrichtungen und zum Produktionskontrollverfahren, die bei der werkseigenen Produktionskontrolle berücksichtigt werden können, ausdrücklich zugestimmt hat¹⁾
- der Hersteller, der von anderen Parteien erzielte Ergebnisse verwendet, akzeptiert, dass er weiterhin die Verantwortung dafür trägt, dass das Produkt die erklärten Leistungen aufweist, und
 - sicherstellt, dass das Produkt die gleichen für die Leistung relevanten Merkmale hat wie das Produkt, das Gegenstand der Bestimmung des Produkttyps war, und dass die Fertigungseinrichtungen und das Produktionskontrollverfahren sich nicht wesentlich von denen unterscheiden, die für das Produkt, das Gegenstand der Bestimmung des Produkttyps war, verwendet wurden; und

1) Eine solche Vereinbarung kann durch Lizenz, Vertrag oder jede andere Art schriftlicher Übereinkunft geschlossen werden.

- eine Kopie des Berichts zur Bestimmung des Produkttyps aufbewahrt; der Bericht muss auch die Informationen enthalten, die für den Nachweis, dass das Produkt nach demselben Entwurf und mit den gleichen Ausgangsstoffen, Bestandteilen und Fertigungsverfahren hergestellt worden ist, erforderlich sind.

15.2.5 Ergebnisse der stufenweisen Bestimmung des Produkttyps

Bei einigen Bauprodukten gibt es Unternehmen (oft als „Systemvertreiber“ bezeichnet), die auf der Grundlage einer Vereinbarung²⁾ einige oder alle Bauteile (z. B. für Fenster: Profile, Dichtungen)³⁾ an ein weiteres Unternehmen liefern bzw. deren Lieferung sicherstellen; dieses weitere Unternehmen (im Folgenden als „Montageunternehmen“ bezeichnet) stellt dann das Endprodukt in seinem Betrieb her.

Vorausgesetzt, dass die Tätigkeiten, auf denen der Systemvertreiber in rechtlicher Hinsicht sein Unternehmen gegründet hat, die Herstellung bzw. den Zusammenbau von Produkten sowie den zusammengebauten Produkten einschließen, darf der Systemvertreiber die Verantwortung für die Bestimmung des Produkttyps hinsichtlich eines Wesentlichen Merkmals oder mehrerer Wesentlicher Merkmale des Endprodukts übernehmen, das anschließend von anderen Unternehmen in deren Werken hergestellt und/oder zusammengebaut wird.

In diesem Fall muss der Systemvertreiber ein „zusammengebautes Produkt“, das aus von ihm oder von einer anderen Partei hergestellten Bauteilen besteht, einer Bestimmung des Produkttyps unterziehen und anschließend den Bericht über diese Bestimmung dem Montageunternehmen, d. h. dem eigentlichen Hersteller des in Verkehr gebrachten Produkts, zur Verfügung stellen.

Um einer solchen Situation Rechnung zu tragen, könnte das Konzept der stufenweisen Bestimmung des Produkttyps in der technischen Spezifikation berücksichtigt werden, vorausgesetzt, dass für die Merkmale, um die es sich handelt, entweder eine notifizierte Produktzertifizierungsstelle oder eine notifizierte Prüfstelle eingeschaltet wird, wie unten dargestellt.

Der Bericht über die Bestimmung des Produkttyps, den der Systemvertreiber für die von einer notifizierten Stelle durchgeführten Prüfungen erhalten hat und der dem Montageunternehmen zur Verfügung gestellt wird, darf zum Zwecke der geregelten Kennzeichnung verwendet werden, ohne dass das Montageunternehmen erneut eine notifizierte Stelle einschalten muss, um eine Bestimmung des Produkttyps für das/die bereits geprüfte(n) Wesentliche(n) Merkmal(e) durchzuführen, vorausgesetzt, dass:

- das Montageunternehmen ein Produkt herstellt, bei dem die gleiche Kombination von Bauteilen (Bauteilen mit den gleichen Merkmalen) in gleicher Weise verwendet wird, wie bei dem Produkt, für das der Systemvertreiber einen Bericht über die Bestimmung des Produkttyps erhalten hat. Wenn dieser Bericht auf einer Kombination von Bauteilen beruht, die nicht für das Endprodukt, wie es in Verkehr gebracht werden soll, repräsentativ ist und/oder wenn die Bauteile nicht gemäß den Anweisungen des Systemvertreibers für den Zusammenbau der Bauteile zusammengesetzt worden sind, muss das Montageunternehmen das Endprodukt einer Bestimmung des Produkttyps unterziehen;
- der Systemvertreiber dem Hersteller die Anweisungen für die Herstellung/den Zusammenbau des Produkts und die Einbauanleitung übermittelt hat;
- das Montageunternehmen (der Hersteller) die Verantwortung für den korrekten Zusammenbau des Produkts in Übereinstimmung mit den Anweisungen für die Herstellung/den Zusammenbau des Produkts und mit der Einbauanleitung, die der Systemvertreiber ihm übermittelt hat, übernimmt;

2) Dies kann z. B. ein Vertrag, eine Lizenz oder eine beliebige andere Art schriftlicher Vereinbarung sein, der/die auch die Verantwortlichkeit und die Haftung des Bauteilherstellers (des Systemvertreibers) auf der einen Seite und des Unternehmens, das das Endprodukt zusammenbaut, auf der anderen Seite eindeutig regeln sollte.

3) Diese Unternehmen können Bauteile herstellen; dies ist aber nicht erforderlich.

- die Anweisungen für die Herstellung/den Zusammenbau des Produkts und die Einbauanleitung, die dem Montageunternehmen (dem Hersteller) vom Systemvertreiber übermittelt wurden, integraler Bestandteil des Systems der werkseigenen Produktionskontrolle des Montageunternehmens sind und im Bericht über die Bestimmung des Produkttyps in Bezug genommen werden;
- das Montageunternehmen in der Lage ist, dokumentierte Nachweise dafür zu liefern, dass die von ihm verwendete Kombination von Bauteilen und seine Art der Herstellung mit denjenigen übereinstimmen, für die der Systemvertreiber einen Bericht über die Bestimmung des Produkttyps erhalten hat (das Montageunternehmen muss eine Kopie des Berichts des Systemvertreibers über die Bestimmung des Produkttyps aufbewahren);
- ungeachtet der Möglichkeit, auf der Grundlage der mit dem Systemvertreiber abgeschlossenen Vereinbarung auf dessen privatrechtliche Verantwortung und Haftung zu verweisen, das Montageunternehmen für die Übereinstimmung des Produkts mit den erklärten Leistungsmerkmalen – die durch die Anbringung der geregelten Kennzeichnung am Produkt bestätigt wird – einschließlich in Bezug auf Bemessung und Herstellung verantwortlich bleibt.

15.3 Werkseigene Produktionskontrolle (WPK)

15.3.1 Allgemeines

Der Hersteller muss ein System der werkseigenen Produktionskontrolle einrichten, dokumentieren und aufrechterhalten um sicherzustellen, dass die in Verkehr gebrachten Produkte die für die wesentlichen Merkmale erklärten Leistungen einhalten.

Das System der werkseigenen Produktionskontrolle muss Verfahrensanweisungen, regelmäßige Inspektionen und Prüfungen und/oder Bewertungen sowie die Anwendung der Ergebnisse umfassen, um die Ausgangsstoffe und andere zugelieferte Werkstoffe oder Bauteile, die Ausrüstung, das Herstellungsverfahren und das Produkt zu kontrollieren.

Alle vom Hersteller übernommenen Elemente, Anforderungen und Vorschriften sind systematisch in Form von schriftlichen Grundsätzen und Verfahrensanweisungen zu dokumentieren.

Diese Dokumentation des Systems der werkseigenen Produktionskontrolle muss ein gemeinsames Verständnis der Bewertung der Leistungsbeständigkeit sicherstellen sowie die Überprüfung ermöglichen, ob die geforderten Produktleistungen erreicht wurden und das System der Produktionskontrolle effektiv funktioniert. Die werkseigene Produktionskontrolle verbindet daher betriebliche Verfahrensanweisungen mit allen Maßnahmen zur Aufrechterhaltung und Überwachung der Übereinstimmung des Produkts mit den für die wesentlichen Merkmale erklärten Leistungen.

Für den Fall, dass der Hersteller von gemeinsam genutzten Ergebnissen oder von Ergebnissen einer stufenweisen Bestimmung des Produkttyps Gebrauch gemacht hat, muss die werkseigene Produktionskontrolle ebenfalls die entsprechende, in 15.2.4 und 15.2.5 vorgesehene Dokumentation umfassen.

15.3.2 Anforderungen

15.3.2.1 Allgemeines

Der Hersteller ist für die wirksame Umsetzung des Systems der werkseigenen Produktionskontrolle in Übereinstimmung mit dem Inhalt dieser Produktnorm verantwortlich. Die Aufgaben und Verantwortlichkeiten bei der Organisation der werkseigenen Produktionskontrolle sind zu dokumentieren, und diese Dokumentation ist auf dem neuesten Stand zu halten.

Die Verantwortung, Befugnisse und Beziehungen zwischen den Personen, welche die Arbeiten lenken, ausführen oder überprüfen, die die Gleichmäßigkeit der Produkte betreffen, sind festzulegen. Dies gilt

insbesondere für diejenigen Personen, die Maßnahmen zur Vermeidung der Nicht-Gleichmäßigkeit der Produkte und Maßnahmen im Falle der Nicht-Gleichmäßigkeit einzuleiten haben sowie Probleme hinsichtlich der Beständigkeit des Produkts festzustellen und aufzuzeichnen haben.

Personen, welche die Leistungsbeständigkeit des Produkts beeinflussende Arbeiten durchführen, müssen auf Grund ihrer Ausbildung, Schulungen, Fachkenntnisse und Erfahrung, über die entsprechende Aufzeichnungen zu führen sind, über die notwendige Fachkompetenz verfügen.

In jedem Werk darf der Hersteller die Maßnahmen an eine Person delegieren, die die erforderlichen Befugnisse hat, um:

- Verfahrens zum Nachweis der Leistungsbeständigkeit des Produkts in den entsprechenden Stadien festzulegen;
- alle Fälle der Nicht-Gleichmäßigkeit festzustellen und aufzuzeichnen;
- Verfahren zur Behebung von Fällen der Nicht-Gleichmäßigkeit festzulegen.

Der Hersteller muss Dokumente, in denen die werkseigene Produktionskontrolle festgelegt wird, erstellen und auf dem neuesten Stand halten. Die Dokumentation des Herstellers und die Verfahren sollten dem Produkt und dem Herstellungsprozess angemessen sein. Das System der werkseigenen Produktionskontrolle sollte zu einem angemessenen Vertrauensniveau hinsichtlich der Leistungsbeständigkeit des Produkts führen. Dies beinhaltet:

- a) die Bearbeitung von dokumentierten Verfahren und Anweisungen für die Vorgänge der werkseigenen Produktionskontrolle in Übereinstimmung mit den Anforderungen der technischen Spezifikation, auf die Bezug genommen wird;
- b) die effektive Umsetzung dieser Verfahren und Anweisungen;
- c) die Aufzeichnung dieser Vorgänge und deren Ergebnisse;
- d) die Anwendung dieser Ergebnisse, um etwaige Abweichungen zu korrigieren, die Folgen solcher Abweichungen zu beheben, alle sich daraus ergebenden Fälle der Nichtkonformität zu behandeln und, sofern erforderlich, die werkseigene Produktionskontrolle zu überarbeiten, um die Ursache der nicht gegebenen Leistungsbeständigkeit zu beseitigen.

Sofern Subunternehmer eingesetzt werden, muss der Hersteller die Gesamtkontrolle über das Produkt beibehalten und sicherstellen, dass er alle Informationen erhält, die zur Erfüllung seiner in dieser Europäischen Norm festgelegten Verpflichtungen erforderlich sind.

Falls der Hersteller Teile des Entwurfs, der Herstellung, des Zusammenbaus, der Verpackung, der Verarbeitung und/oder der Etikettierung des Produkts an Subunternehmer vergibt, darf die werkseigene Produktionskontrolle des Subunternehmers berücksichtigt werden, sofern dies für das betreffende Produkt angemessen ist.

Hersteller, die alle Aktivitäten an Subunternehmer vergeben, dürfen unter keinen Umständen die oben aufgeführten Verantwortlichkeiten auf einen Subunternehmer übertragen.

ANMERKUNG Es wird davon ausgegangen, dass Hersteller, die über ein System der werkseigenen Produktionskontrolle verfügen, das der Norm EN ISO 9001 entspricht und die Festlegungen der vorliegenden Europäischen Norm berücksichtigt, die Anforderungen der Verordnung (EU) Nr. 305/2011 an die werkseigene Produktionskontrolle erfüllen.

15.3.2.2 Ausrüstung

15.3.2.2.1 Prüfung

Sämtliche Wäge-, Mess- und Prüfeinrichtungen sind zu kalibrieren und entsprechend den dokumentierten Verfahren, Häufigkeiten und Kriterien regelmäßig zu überprüfen.

15.3.2.2.2 Herstellung

Sämtliche im Herstellungsprozess benutzten Ausrüstungen müssen regelmäßig überprüft und gewartet werden, um sicherzustellen, dass durch ihre Verwendung, Abnutzung oder Mängel keine Unregelmäßigkeiten im Herstellungsprozess verursacht werden. Überprüfungen und Instandhaltung sind entsprechend den schriftlich niedergelegten Verfahren des Herstellers durchzuführen und aufzuzeichnen, und die Aufzeichnungen sind für die in den Verfahren der werkseigenen Produktionskontrolle des Herstellers angegebene Dauer aufzubewahren.

15.3.2.3 Ausgangsstoffe und Bauteile

Die Spezifikationen aller angelieferten Ausgangsstoffe und Bauteile sowie das Überwachungsprogramm zur Sicherstellung deren Konformität sind zu dokumentieren. Bei Verwendung von angelieferten Bauteilen für Bausätze muss das System der Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit der Bauteile dem System entsprechen, das in der maßgebenden harmonisierten technischen Spezifikation für das betreffende Bauteil angegeben ist.

15.3.2.4 Rückverfolgbarkeit und Kennzeichnung

Die einzelnen Produkte, Produktchargen oder Gebinde müssen in Bezug auf ihre Herkunft identifizierbar und rückverfolgbar sein. Der Hersteller muss über schriftliche Verfahrensanweisungen verfügen, mit denen sichergestellt wird, dass die Abläufe in Verbindung mit dem Anbringen von Rückverfolgbarkeits-Codes und/oder -Kennzeichnungen regelmäßig überprüft werden.

15.3.2.5 Kontrollen während der Herstellung

Der Hersteller muss die Herstellung unter kontrollierten Bedingungen planen und durchführen.

15.3.2.6 Produktprüfung und -bewertung

Der Hersteller muss Verfahrensanweisungen festlegen, mit denen sichergestellt wird, dass die angegebenen Werte für die von ihm erklärten Merkmale aufrechterhalten werden. Die Merkmale und die Art der Kontrolle sind in Tabelle 15.4 für gerade Innenrohre, in Tabelle 15.5 für Innenrohrbögen und in Tabelle 15.6 für Anschlussformstücke angegeben.

Tabelle 7 — Zu prüfende Probenanzahl und Konformitätskriterien
Werkseigene Produktionskontrolle für gerade Innenrohre

Merkmal	Anforderung	Bewertungs- verfahren	Anzahl der Proben	Konformitäts- kriterien
Querschnittsmaß	7.1	16.1	Siehe Anhang A	7.1
Länge	7.2	16.2	Siehe Anhang A	7.2
Geradheit	7.4	16.4	Siehe Anhang A	7.4
Rechtwinkligkeit der Rohrenden	7.5	16.5	Siehe Anhang A	7.5
Abweichung von der Querschnittsform	7.6	16.6	Siehe Anhang A	7.6
Wasseraufnahme	11.2	16.10	Siehe Anhang A	11.2
Rohdichte	11.3	16.11	Siehe Anhang A	11.3

Tabelle 8 — Zu prüfende Probenanzahl und Konformitätskriterien
Werkseigene Produktionskontrolle für Innenrohrbögen

Merkmal	Anforderung	Bewertungs- verfahren	Anzahl der Proben	Konformitäts- kriterien
Querschnittsmaß	7.1	16.1	Siehe Anhang A	7.1
Winkel der Krümmung	7.3	16.3	Siehe Anhang A	7.3
Wasseraufnahme	11.2	16.10	Siehe Anhang A	11.2
Rohdichte	11.3	16.11	Siehe Anhang A	11.3

Tabelle 9 — Zu prüfende Probenanzahl und Konformitätskriterien
Werkseigene Produktionskontrolle für Anschlussformstücke

Merkmal	Anforderung	Bewertungs- verfahren	Anzahl der Proben	Konformitäts- kriterien
Querschnittsmaß	7.1	16.1	Siehe Anhang A	7.1
Länge	7.2	16.2	Siehe Anhang A	7.2
Wasseraufnahme	11.2	16.10	Siehe Anhang A	11.2
Rohdichte	11.3	16.11	Siehe Anhang A	11.3

15.3.2.7 Nichtkonforme Produkte

Der Hersteller muss über schriftlich niedergelegte Verfahrensanweisungen zu verfügen, in denen festgelegt wird, wie nichtkonforme Produkte zu behandeln sind. Alle derartigen Vorkommnisse sind bei ihrem Auftreten aufzuzeichnen, und diese Aufzeichnungen sind für die in den schriftlich niedergelegten Verfahren des Herstellers angegebene Dauer aufzubewahren.

Falls das Produkt die Annahmekriterien nicht erfüllt, gelten die Festlegungen für nichtkonforme Produkte und die erforderlichen Korrekturmaßnahmen sind unverzüglich durchzuführen. Nichtkonforme Produkte oder Produktchargen sind auszusondern und eindeutig zu kennzeichnen.

Nach Behebung der Mängel ist die betreffende Prüfung bzw. der betreffende Nachweis zu wiederholen.

Die Ergebnisse von Kontrollen und Prüfungen sind ordnungsgemäß aufzuzeichnen. Die Produktbeschreibung, das Herstellungsdatum, das angewendete Prüfverfahren, die Prüfergebnisse und die Annahmekriterien müssen in den Aufzeichnungen enthalten sein; diese sind von der für die Kontrolle bzw. Prüfung verantwortlichen Person zu unterzeichnen.

Für den Fall, dass ein Kontrollergebnis die Anforderungen dieser Europäischen Norm nicht erfüllt, sind die zur Behebung der Mängel durchgeführten Korrekturmaßnahmen (z. B. Durchführung einer weiteren Prüfung, Modifizierung des Produktionsprozesses, Verwerfen oder Korrektur des Produkts) in den Aufzeichnungen festzuhalten.

15.3.2.8 Korrekturmaßnahmen

Um eine Wiederholung von Fällen der Nichtkonformität zu verhindern, muss der Hersteller dokumentierte Verfahren bereithalten, mit denen Maßnahmen zur Beseitigung der Ursachen der Nichtkonformität eingeleitet werden.

15.3.2.9 Handhabung, Lagerung und Verpackung

Der Hersteller muss Verfahren zur Handhabung von Produkten vorsehen und über geeignete Lagerräume bzw. -flächen verfügen, um Schäden am Produkt oder Verschlechterungen des Produktzustands zu verhindern.

15.3.3 Produktspezifische Anforderungen

Das System der werkseigenen Produktionskontrolle muss diese Europäische Norm berücksichtigen und sicherstellen, dass die in Verkehr gebrachten Produkte mit der Leistungserklärung übereinstimmen.

Das System der werkseigenen Produktionskontrolle muss eine produktspezifische werkseigene Produktionskontrolle enthalten, die Verfahren zum Nachweis der Konformität des Produkts in den entsprechenden Stadien festlegt, d. h.:

- a) die Kontrollen und Prüfungen, die vor und/oder während der Herstellung in Übereinstimmung mit der im Prüfplan für die werkseigene Produktionskontrolle festgelegten Häufigkeit durchzuführen sind,

und/oder

- b) die Nachweise und Prüfungen, die in Übereinstimmung mit der im Prüfplan für die werkseigene Produktionskontrolle festgelegten Häufigkeit an den Endprodukten durchzuführen sind.

Falls der Hersteller nur Endprodukte verwendet, müssen die unter b) angegebenen Vorgänge zu einem Niveau der Übereinstimmung des Produkts mit den Anforderungen führen, das dem Niveau entspricht, das bei der Durchführung der werkseigenen Produktionskontrolle während der Herstellung erreicht worden wäre.

Falls der Hersteller Teile der Produktion selbst durchführt, dürfen die unter b) erwähnten Maßnahmen reduziert und teilweise durch die unter a) angegebenen Maßnahmen ersetzt werden. Im Allgemeinen gilt: Je mehr Teile der Produktion vom Hersteller durchgeführt werden, desto höher ist die Anzahl der unter b) erwähnten Maßnahmen, die durch die unter a) angegebenen Maßnahmen ersetzt werden dürfen.

Die Maßnahmen müssen stets zu einem Niveau der Übereinstimmung des Produkts mit den Anforderungen führen, das dem Niveau entspricht, das bei einer Durchführung der werkseigenen Produktionskontrolle während der Herstellung erreicht worden wäre.

ANMERKUNG Abhängig vom spezifischen Fall kann es erforderlich sein, die sowohl unter a) als auch unter b) genannten Maßnahmen, nur die unter a) oder nur die unter b) genannten Maßnahmen durchzuführen.

Die unter a) genannten Maßnahmen beziehen sich auf die Zwischenstufen des Produkts sowie auf die Herstellungseinrichtungen und ihre Einstellung, auf die Messgeräte usw. Diese Kontrollen und Prüfungen sowie ihre Häufigkeit sind abhängig vom Produkttyp, von der Produktzusammensetzung, vom Herstellungsverfahren und dessen Komplexität, von der Empfindlichkeit der Produktmerkmale gegenüber Schwankungen der Produktionsparameter usw. zu wählen.

Der Hersteller muss Aufzeichnungen erstellen und aufbewahren, die nachweisen, dass Proben aus der Produktion entnommen und geprüft wurden. Die Aufzeichnungen müssen eindeutig zeigen, ob die Produktion die festgelegten Annahmekriterien erfüllt hat, und für mindestens drei Jahre verfügbar sein.

15.3.4 Erstinspektion des Werks und der werkseigenen Produktionskontrolle

Die Erstinspektion des Werks und der werkseigenen Produktionskontrolle ist nach der endgültigen Festlegung und Einführung des Herstellungsverfahrens durchzuführen. Das Werk und die Dokumentation der werkseigenen Produktionskontrolle sind zu bewerten, um zu bestätigen, dass die in 15.3.2 und 15.3.3 festgelegten Anforderungen erfüllt wurden.

Während der Inspektion ist nachzuweisen:

- a) dass alle Ressourcen, die zum Erreichen der in dieser Europäischen Norm geforderten Produkteigenschaften erforderlich sind, verfügbar sind und ordnungsgemäß eingesetzt werden

und

- b) dass die Verfahren der werkseigenen Produktionskontrolle, die in der Dokumentation der werkseigenen Produktionskontrolle festgelegt sind, in der Praxis angewendet werden

und

- c) dass das Produkt mit den für die Bestimmung des Produkttyps entnommenen Proben, für die die Übereinstimmung der Produktleistung mit der Leistungserklärung nachgewiesen wurde, übereinstimmt.

Alle Orte, an denen das Produkt fertig montiert wird oder zumindest abschließend geprüft wird, sind zu bewerten, um zu bestätigen, dass die vorstehend erwähnten Bedingungen a) bis c) erfüllt werden. Sofern das System der werkseigenen Produktionskontrolle für mehr als ein Produkt, eine Fertigungslinie oder ein Produktionsverfahren gilt und die Erfüllung der allgemeinen Anforderungen bei der Bewertung eines Produkts, einer Fertigungslinie oder eines Produktionsverfahrens nachgewiesen wird, ist eine erneute Bewertung der allgemeinen Anforderungen bei der Bewertung der werkseigenen Produktionskontrolle für weitere Produkte, Fertigungslinien oder Produktionsverfahren nicht erforderlich.

Alle Bewertungen und ihre Ergebnisse sind im Bericht über die Erstinspektion zu dokumentieren.

15.3.5 Laufende Überwachung der werkseigenen Produktionskontrolle

Die Überwachung der werkseigenen Produktionskontrolle ist einmal pro Jahr durchzuführen. Sie muss für jedes Produkt eine Überprüfung des Prüfplans bzw. der Prüfpläne für die werkseigene Produktionskontrolle und des Herstellungsverfahrens bzw. der Herstellungsverfahren mit einschließen, um festzustellen, ob seit

der letzten Bewertung oder Überwachung Änderungen vorgenommen wurden. Die Bedeutung etwaiger Änderungen ist zu beurteilen.

Es sind Überprüfungen durchzuführen, um sicherzustellen, dass die Prüfpläne weiterhin korrekt umgesetzt werden und dass die Produktionseinrichtungen weiterhin in geeigneten zeitlichen Abständen ordnungsgemäß gewartet und kalibriert werden.

Die Aufzeichnungen von Prüfungen und Messungen, die während des Produktionsverfahrens und an den Endprodukten durchgeführt werden, sind zu prüfen, um sicherzustellen, dass die Prüf- bzw. Messergebnisse weiterhin den Ergebnissen für die Proben, die der Bestimmung des Produkttyps unterzogen wurden, entsprechen und dass die vorgesehenen Maßnahmen zum Umgang mit nicht konformen Produkten ergriffen wurden.

15.3.6 Vorgehensweise bei Änderungen

Bei Änderungen am Produkt, im Produktionsprozess oder im System der werkseigenen Produktionskontrolle, die die gemäß dieser Norm erklärten Produktmerkmale beeinflussen könnten, sind alle Merkmale, deren Leistung vom Hersteller erklärt wird und die durch die Änderung beeinflusst werden könnten, einer Bestimmung des Produkttyps zu unterziehen, wie in 6.2.1 beschrieben.

Sofern zutreffend, ist eine erneute Bewertung des Werks und des Systems der werkseigenen Produktionskontrolle für diejenigen Aspekte durchzuführen, die durch die Änderung beeinflusst werden könnten.

Alle Bewertungen und ihre Ergebnisse sind in einem Bericht zu dokumentieren.

15.3.7 Sonderanfertigungen, Vorserien (z. B. Prototypen) und Produkte, die in sehr geringer Stückzahl hergestellt werden

Keramik-Innenrohre für den Nassbetrieb, die als Sonderanfertigungen hergestellt werden, Prototypen, die vor Beginn der serienmäßigen Produktion bewertet werden, sowie Produkte, die in sehr geringer Stückzahl hergestellt werden, sind wie nachstehend beschrieben zu bewerten.

Für die Typbewertung gelten die Festlegungen von 15.2.1, 3. Absatz, zusammen mit den folgenden zusätzlichen Festlegungen:

- Im Fall von Prototypen müssen die Prüfproben für die vorgesehene künftige Produktion repräsentativ sein und vom Hersteller ausgewählt werden.
- Auf Verlangen des Herstellers dürfen die Ergebnisse der Bewertung von Proben der Prototypen in einer Bescheinigung oder in Prüfberichten, die von der beteiligten unabhängigen Stelle ausgestellt wird/werden, angegeben werden.

Das System der werkseigenen Produktionskontrolle für Sonderanfertigungen und für Produkte, die in sehr geringer Stückzahl hergestellt werden, muss sicherstellen, dass Ausgangsstoffe und/oder Bauteile für die Herstellung des Produkts ausreichen. Die Festlegungen zu den Ausgangsstoffen und/oder Bauteilen gelten nur, sofern sie zutreffend sind. Der Hersteller muss Aufzeichnungen aufbewahren, die die Rückverfolgbarkeit des Produkts ermöglichen.

Bei Prototypen, bei denen eine Serienproduktion vorgesehen ist, ist die Erstinspektion des Werks und der werkseigenen Produktionskontrolle vor Beginn der Produktion und/oder vor Einführung der werkseigenen Produktionskontrolle durchzuführen. Folgendes ist zu beurteilen:

- die Dokumentation über die werkseigene Produktionskontrolle; und
- das Werk.

In der Erstbewertung des Werks und der werkseigenen Produktionskontrolle ist nachzuweisen:

- a) dass alle Ressourcen, die für das Erreichen der in dieser Europäischen Norm vorgesehenen Produktmerkmale erforderlich sind, zur Verfügung stehen werden, und
- b) dass die Umsetzung und Einhaltung der Verfahren der werkseigenen Produktionskontrolle in Übereinstimmung mit der Dokumentation über die werkseigene Produktionskontrolle in der Praxis sichergestellt sind, und
- c) dass Verfahren vorhanden sind, mit denen nachgewiesen wird, dass die Herstellungsverfahren im Werk zu Produkten führen können, die die Anforderungen dieser Europäischen Norm erfüllen, und dass das Produkt den für die Bestimmung des Produkttyps verwendeten Proben entsprechen wird, für die die Übereinstimmung mit dieser Europäischen Norm nachgewiesen wurde.

Nach vollständiger Einführung der Serienproduktion gelten die Festlegungen von 15.3.

Tabelle 10 — Werkseigene Produktionskontrolle und Erstprüfungen

Zu prüfender Gegenstand	Abschnitte mit relevanten Anforderungen	
	Werkseigene Produktionskontrolle, 15.4 ^a	Erstprüfungen, 15.2 und 15.3
Gerade Innenrohre	7.1, 7.2, 7.4, 7.5, 7.6, 11	8.1, 9.2, 10, 12, und 13 ^b
Innenrohrbogen	7.1, 7.3, 11	8.2, 10
Anschlussformstücke	7.1, 7.2, 11	8.3
^a Die während der werkseigenen Produktionskontrolle durchgeführten Prüfungen dienen zur Überprüfung der Leistungsanforderungen, die bei der Erstprüfung bewertet wurden.		
^b Die Wasser- und Dampfprüfung sollte mindestens einmal jährlich durchgeführt werden.		

16 Prüfverfahren

16.1 Maße

Der größte und der kleinste Durchmesser eines Keramik-Innenrohrs müssen aus den in 7.1 festgelegten Grenzabmaßen berechnet werden. Sind Messungen direkt vorzunehmen, sollten zwei Messungen an den Stellen des größten und des kleinsten Durchmessers durchgeführt werden.

Die Prüfung darf auch unter Zuhilfenahme von zwei Lehren durchgeführt werden, die auf den kleinsten und größten Durchmesser eingestellt werden. Die auf den kleinsten Durchmesser eingestellte Lehre sollte sich innerhalb der Enden des Innenrohrs um 360° drehen lassen. Die auf den größten Durchmesser eingestellte Lehre sollte sich nicht in das Innenrohr hinein schieben lassen, wenn sie um 360° gedreht wird.

Bei Innenrohren mit quadratischem und rechteckigem Querschnitt sind die Innenquerschnittsmaße zwischen den Mittelpunkten der gegenüberliegenden Seiten der Innenrohre zu messen.

16.2 Länge

Die größte und die kleinste Innenlänge eines Keramik-Innenrohrs müssen aus den in 7.2 festgelegten Grenzabmaßen berechnet werden. Sind Messungen direkt vorzunehmen, sollten zwei Messungen an den Stellen der größten und kleinsten Innenlänge durchgeführt werden.

Die Prüfung darf auch unter Zuhilfenahme von zwei Lehren durchgeführt werden, die auf die kleinste und größte Innenlänge eingestellt werden. Die auf die kleinste Innenlänge eingestellte Lehre sollte sich nicht über die Innenlänge des Innenrohrs schieben lassen (siehe Bild 4). Die auf die größte Innenlänge eingestellte Lehre sollte sich über die Innenlänge des Innenrohrs schieben lassen (siehe Bild 4).

16.3 Winkel der Krümmung

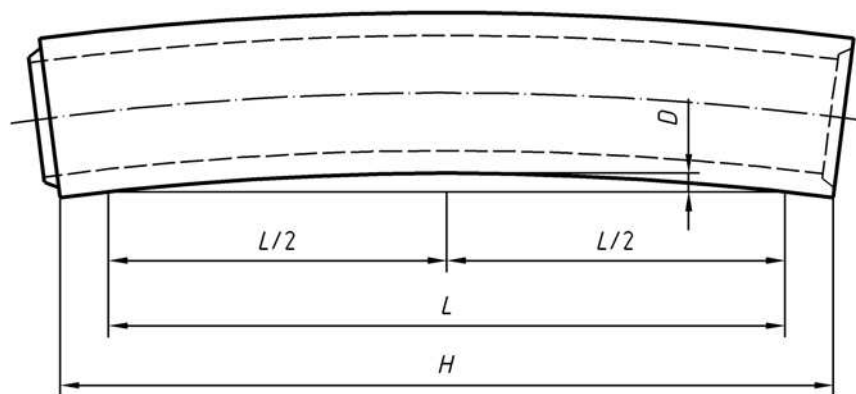
Der größte und der kleinste Winkel der Krümmung eines Keramik-Innenrohrs müssen aus den in 7.3 angegebenen Grenzabmaßen berechnet werden.

Bei Prüfung des Winkels der Krümmung ist ein Ende des gekrümmten Innenrohrs auf eine ebene Fläche zu stellen. Ein gerades Stahllineal ist so an das obere Ende des Innenrohrs zu stellen, dass seine Kante den höchsten und den niedrigsten Punkt des Innenrohrendes berührt und sein unteres Ende die ebene Fläche ebenfalls berührt. Der zu messende Krümmungswinkel ist der Winkel zwischen dem Lineal und der ebenen Fläche.

16.4 Geradheit

Die Abweichung von der Geradheit (D) eines Innenrohrs ist der größte Abstand, der in der Mitte einer geraden Linie, die der Prüflänge entspricht und die jede konkave Krümmung der Rohraußenfläche überspannt, von der geraden Linie bis zur Rohroberfläche gemessen wird, wie in Bild 6 dargestellt. Die Prüfung der Geradheit darf mit jedem geeigneten Gerät durchgeführt werden.

Die Prüflänge muss 150 mm weniger betragen als die Nennlänge des Innenrohrs, um die Anordnung von Muffen zu berücksichtigen.



Legende

H Nennlänge des Innenrohrs, in Millimeter

L Prüflänge, in Millimeter

D Abweichung von der Geradheit, in Millimeter

$H - L = 150 \text{ mm}$

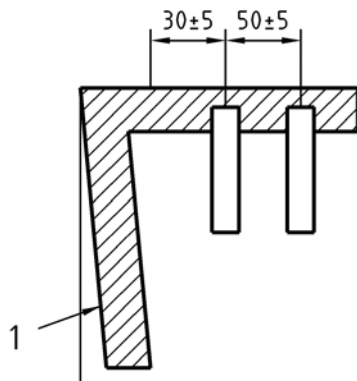
Bild 6 — Abweichung von der Geradheit

16.5 Rechtwinkligkeit der Rohrenden

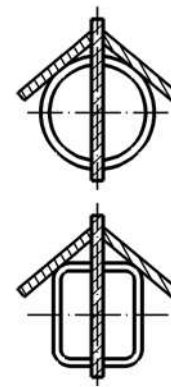
Die in Bild 7 dargestellte Prüflehre, bei der die Schenkel mit einer Neigung von 30 mm/m zueinander angeordnet sind, ist mit zwei Auflagern auszustatten, die einen Mittenabstand von (50 ± 5) mm zueinander haben. Das freie Ende des einen Auflagers ist so anzuordnen, dass sich von der Innenseite des angewinkelten Schenkels ein Abstand von (30 ± 5) mm ergibt. Die Neigung der Auflagers ist so zu wählen, dass zwischen Probe und Prüflehre ein Zwischenraum von mindestens 5 mm bleibt. Der angewinkelte Schenkel muss so lang sein, dass er über den gesamten Außendurchmesser/die gesamte Breite des Innenrohrs reicht.

Die Lehre muss an dem Ende des Innenrohrs entlang der Linie des längsten Außenmaßes des Innenrohrs angelegt werden. Die Neigung des Rohrendes muss gegenüber der Neigung der Lehre überprüft werden.

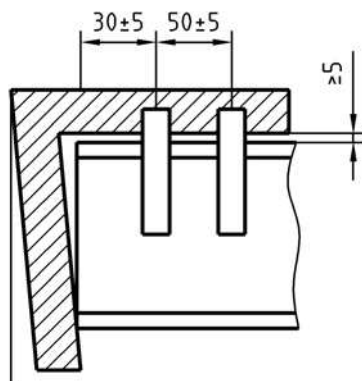
Maße in Millimeter



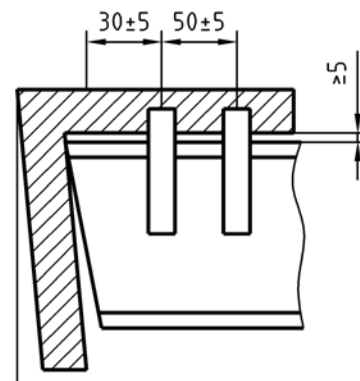
a) Längsschnitt der Lehre



b) Querschnitt der Lehre



c) Innenrohr besteht Prüfung



d) Innenrohr besteht Prüfung nicht

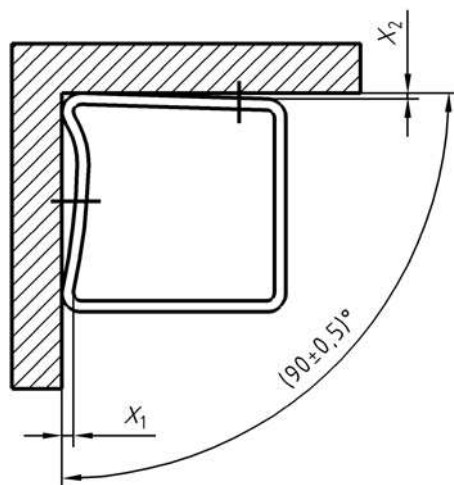
Legende

1 30 mm/m Neigung

Bild 7 — Prüfung der Rechtwinkligkeit der Enden des Innenrohrs

16.6 Abweichung von der Querschnittsform

Die beiden Schenkel der Prüflehre nach Bild 8 sind so anzuordnen, dass sich zwischen den Schenkeln ein Winkel von $(90 \pm 0,5)^\circ$ ergibt. Die beiden Schenkel der Prüflehre müssen so lang sein, dass sie über die Außenseite des zu prüfenden Innenrohrs hinaus reichen.



Legende

- X1 Formabweichung
X2 Abweichung von der Rechtwinkligkeit

Bild 8 — Prüfung der Rechtwinkligkeit der Winkel und Ebenheit von Wänden

Die Lehre ist an zwei angrenzenden Wänden gerader Innenrohre mit quadratischem oder rechteckigem Querschnitt anzulegen, und die Abstände x_1 und x_2 sind zwischen der Innenkante der Prüflehre und der Außenseite des Innenrohrs ausschließlich der abgerundeten Außenecken mit einer Messunsicherheit von $\pm 0,5$ mm zu messen.

Die prozentuale Abweichung von der Ebenheit ist wie folgt zu berechnen:

$$\frac{x_1 \times 100}{Lx_1} \quad (1)$$

Die prozentuale Abweichung von der Rechtwinkligkeit ist wie folgt zu berechnen:

$$\frac{x_2 \times 100}{Lx_2} \quad (2)$$

Dabei ist

- x_1 die Abweichung von der Ebenheit der Wand, in Millimeter;
 x_2 die Abweichung von der Rechtwinkligkeit der Wand, in Millimeter;
 Lx_1 die vom Hersteller angegebene Nenninnenlänge der Wand, gegen welche x_1 gemessen ist, in Millimeter;
 Lx_2 die vom Hersteller angegebene Nenninnenlänge der Wand, gegen welche x_2 gemessen ist, in Millimeter.

16.7 Prüflast

16.7.1 Probekörper

Der Probekörper muss von einem Innenrohr so abgeschnitten werden, dass er keine Fuge enthält. Der Probekörper muss eine Länge von mindestens 150 mm aufweisen und über den gesamten Querschnitt des Innenrohrs ebene, parallele Endflächen aufweisen.

16.7.2 Prüfeinrichtung

Die Prüfmaschine muss insgesamt steif sein, so dass die Lastverteilung infolge von Nachgeben oder Verformung eines Teils nicht spürbar betroffen wird. Die Maschine muss so ausgelegt sein, dass die Last nach 16.7.3 aufgebracht werden kann. Die Genauigkeit der Maschine ist nach EN ISO 7500-1 nachzuweisen.

Die Auflageflächen sowohl der Druckplatten als auch der Lasteintragungsplatten, die zwischen der Probe und den Druckplatten anzuordnen sind, müssen größer sein als die Außenmaße des zu prüfenden Innenrohrs.

Die Druckplatten müssen aus Metall bestehen, frei von Verformungen und Verdrehungen sowie zentrisch angeordnet sein und ausreichende Maße aufweisen, sodass sie sich unter Belastung nicht verformen. Eine Druckplatte ist so anzubringen, dass sie sich in allen Richtungen frei bewegen kann und somit in der Lage ist, sich entsprechend der Oberfläche der zugehörigen Lasteintragungsplatte anzugleichen.

Die Lasteintragungsplatten müssen aus feuchtigkeitsbeständigen Spanplatten nach EN 312 mit einer Dicke von 18 mm bestehen; sie müssen flach gepresst und mit der gepressten Oberfläche konzentrisch zu den Druckplatten sein. Für jede Prüfung sind neue Platten zu verwenden.

16.7.3 Durchführung

Es ist darauf zu achten, dass die Auflageflächen der Maschine und der Probe sauber und frei von losen Partikeln sind.

Der Probekörper, an beiden Endflächen mit Lasteintragungsplatten versehen, ist zwischen die Druckplatten einzusetzen. Der Probekörper ist so in die Maschine einzusetzen, dass die Last genau in Richtung der Längsachse aufgebracht wird.

Die Last ist stoßfrei auf die Probe aufzubringen und mit einer Höchstgeschwindigkeit von 14 MN/m² je Minute zu steigern, bis die geforderte Belastungshöhe nach 8.1 erreicht ist.

Die für das Erreichen der festgelegten Belastungshöhe geforderte Prüflast ist entsprechend dem Innenrohrtyp nach einem der folgenden Verfahren zu berechnen.

a) Für Innenrohre mit kreisförmigem Querschnitt:

$$\text{Prüflast (N)} = \frac{10,0\pi (D_1^2 - D_2^2)}{4} \quad (3)$$

Dabei ist

D_1 der mittlere Außendurchmesser des Probekörpers, in Millimeter;

D_2 der mittlere Innendurchmesser des Probekörpers, in Millimeter.

Der mittlere Durchmesser entspricht dem Mittelwert aus zwei diametral zueinander erfolgenden Messungen.

b) Für Innenrohre mit quadratischem Querschnitt:

$$\text{Prüflast (N)} = 10,0 (W_1^2 - W_2^2) \quad (4)$$

Dabei ist

W_1 die tatsächliche mittlere Außenbreite des Probekörpers (ausschließlich abgerundeter Ecken), in Millimeter;

W_2 die tatsächliche mittlere Innenbreite des Probekörpers (ausschließlich abgerundeter Ecken), in Millimeter.

c) Für Innenrohre mit rechteckigem Querschnitt:

$$\text{Prüflast (N)} = 10,0 (L_1 \times B_1 - L_2 \times B_2) \quad (5)$$

Dabei ist

L_1 die tatsächliche mittlere Außenlänge des Querschnitts des Probekörpers (ausschließlich abgerundeter Ecken), in Millimeter;

B_1 die tatsächliche mittlere äußere Seitenlänge des Querschnitts des Probekörpers (ausschließlich abgerundeter Ecken), in Millimeter;

L_2 die tatsächliche mittlere Innenlänge des Querschnitts des Probekörpers (ausschließlich abgerundeter Ecken), in Millimeter;

B_2 die tatsächliche mittlere innere Seitenlänge des Querschnitts des Probekörpers (ausschließlich abgerundeter Ecken), in Millimeter;

d) Für Innenrohre mit vertikal gelochten Wandungen:

$$\text{Prüflast (N)} = 10,0 A \quad (6)$$

Dabei ist

A die Netto-Querschnittsfläche des Innenrohrs, in Quadratmillimeter.

16.8 Thermische Prüfung

ANMERKUNG Mit der thermischen Prüfung des Innenrohrs bei 1 000 °C wird die Rußbrandbeständigkeit des Innenrohrs nachgewiesen.

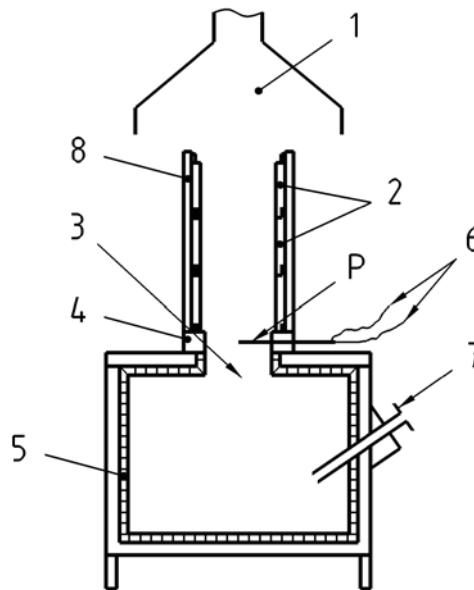
16.8.1 Probekörper

Der Probekörper muss aus zwei Innenrohren bestehen.

16.8.2 Prüfeinrichtung

Eine für die thermische Prüfung geeignete Prüfeinrichtung ist in Bild 9 dargestellt. Der Kammerofen ist durch einen Hochgeschwindigkeitsgasbrenner zu beheizen, in dem die Verbrennung im Wesentlichen innerhalb des Brenners stattfindet. Der Brenner ist daher nach unten geneigt anzuordnen, damit die heißen Gase nicht direkt auf die Abgasaustrittsöffnung, die sich im Oberteil des Kammerofens befindet, auftreten. Der Brenner ist mit gasförmigen Brennstoffen (Erdgas, Propan oder Butan) zu beheizen. Die Nennleistung des Brenners sollte mindestens 150 kW betragen.

ANMERKUNG Alternativ können zum Beheizen des Kammerofens zwei Hochgeschwindigkeitsbrenner mit einer geringeren Nennleistung verwendet werden.



Legende

- | | | | |
|---|---|---|--------------------------------|
| 1 | Anlaufstrecke für Abgasaustrittsöffnung | 6 | Thermoelement |
| 2 | Probekörper | 7 | Gasbrenner |
| 3 | Auslass | 8 | Wärmedämmung (falls gefordert) |
| 4 | feuerfeste Betonmanschette | P | Temperaturmessstelle |
| 5 | Keramikfaser | | |

Bild 9 — Heißgaserzeuger

Um die geforderte Aufheizgeschwindigkeit zu erreichen, sollte ein Kammerofen in Leichtbauweise verwendet werden, d. h. mit einer geringen thermischen Masse. Die Innenmaße des Kammerofens betragen für Länge × Tiefe × Höhe etwa 700 mm × 700 mm × 700 mm, und der Ofen ist mit einer 100 mm dicken Dämmschicht aus Keramikfasern ausgekleidet. Der Brenner ist mittig auf einer Seite des Kammerofens anzuordnen.

Über der Abgasaustrittsöffnung ist eine (300 ± 50) mm hohe Anlaufstrecke mit gleichem Innenquerschnitt wie der Probekörper anzuordnen. Diese Anlaufstrecke ist auf eine feuerfeste Betonmanschette mit einer Öffnung gleich des Innenrohrquerschnitts aufzusetzen.

Bei Verwendung einer Wärmedämmung für das Prüfrohr muss das Innenrohr mit einem flexiblen Werkstoff mit einem Wärmedurchlasswiderstand von $0,4 \text{ m}^2 \text{ K/W} \pm 0,04 \text{ m}^2 \text{ KW}$ bei einer Temperatur von 300 °C gedämmt werden. Der Dämmstoff muss einer Temperatur von 1 000 °C widerstehen können.

Die Temperatur der Verbrennungsprodukte ist mit einem Thermoelement vom Typ K (Nickel-Chrom/Nickel-Aluminium) zu messen. Das Thermoelement besitzt eine ummantelungsfreie Messstelle, die sich mittig in der Abgasaustrittsöffnung im unteren Bereich des Probekörpers befindet. Gas- und Luftzufuhr des Brenners müssen verstellbar sein, und es muss ein Gerät zur Messung des zugeführten Luftvolumenstroms angebracht sein.

Zur Prüfung der Leckrate des Probekörpers vor und nach der thermischen Belastung sind ein Ventilator oder eine andere Vorrichtung, die zumindest den geforderten Differenzdruck erzeugt, sowie ein Durchflussmesser und ein Druckmesser zu verwenden.

Die Luftzufuhr für die Prüfung muss mit einem Durchflussmesser mit einer absoluten Genauigkeit von $\pm 5\%$ gemessen werden. Der Messbereich muss ungefähr der Strömungsmenge für die höchste Durchlässigkeitsrate (Leckrate) des jeweiligen Innenrohrtyps entsprechen.

16.8.3 Zusammenbau des Probekörpers

Zwei Innenrohre sind zu einem geraden, senkrecht angeordneten Probekörper zusammenzufügen, der auf die Anlaufstrecke aufzusetzen ist. Die Länge des Innenrohrs darf höchstens 1,5 m betragen. Der Probekörper muss aus zwei Innenrohren bestehen, deren obere und untere Fugenabschnitte entfernt werden dürfen, oder von einem Innenrohr dürfen Abschnitte ungefähr gleicher Länge abgeschnitten werden. Bevor der Probekörper auf den Prüfaufbau aufgesetzt wird, ist sie bei einer Temperatur von $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ zu trocknen, bis Massenkonstanz erreicht ist.

Die beiden Innenrohre oder Abschnitte und deren üblich gestaltete Fuge müssen den Probekörper bilden. Die Fuge zwischen den Innenrohren oder Abschnitten ist mit Mörtel nach den Anweisungen des Herstellers für die entsprechende Temperaturklasse auszuführen. Die Fuge zwischen der Probe und der Anlaufstrecke ist so auszuführen, dass der Probekörper bei Bedarf zur Prüfung der Luftdurchlässigkeit (Luftleckage) ohne Beschädigung herausgenommen werden kann.

Nach dem Zusammenbau ist die Anlage für mindestens 24 h bei einer Umgebungstemperatur von 15°C bis 30°C oder nach den Angaben des Mörtelherstellers zu trocknen, damit der Mörtel aushärten kann.

Vor der thermischen Prüfung ist ein Probekörper nach den Anforderungen von 9.1 auf Leckage zu prüfen.

Wenn die in 9.1 festgelegte Leckrate überschritten wird, ist der Probekörper zu überprüfen, und die Fuge ist, falls erforderlich, zu erneuern, oder die Innenrohre mit Wärmedämmung sind auszutauschen. Nach nochmaligem Trocknen ist die Leckrate erneut zu bestimmen.

Wenn mit Wärmedämmung geprüft werden soll, sind der Probekörper und die Anlaufstrecke nach 9.1 vor Beginn der thermischen Prüfung zu dämmen. Die Wärmedämmung ist so um den Probekörper anzuordnen, dass sie während der Prüfung eng anliegt. Sie sollte mit Bändern mit einer Breite von nicht mehr als 25 mm und in Abständen von mindestens 250 mm zu den Bandmittelpunkten befestigt werden.

16.8.4 Thermische Beanspruchung

Die Eintrittstemperatur der Verbrennungsprodukte in die Probe, gemessen am Punkt P (siehe Bild 9), ist durch die Veränderung der Gaszufuhr zum (zu den) Brenner(n), so weit wie durchführbar, bei einer gleich bleibenden Geschwindigkeit zu regulieren, um die Temperatur und Zeit vom Beginn des Heizens, die in Tabelle 6 für den entsprechenden Innenrohrtyp angegeben sind, zu erreichen. Diese Temperatur ist dann weitere 30 min aufrechtzuerhalten.

Während des Heizvorgangs ist die Verbrennungsluftmenge bei einer Umgebungstemperatur von 15°C bis 30°C so einzustellen, dass eine $(2 \pm 0,2) \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ der inneren Querschnittsfläche des Probekörpers entsprechende und auf einen Normaldruck von $1 \times 10^5 \text{ Pa}$ korrigierte Luftmenge beibehalten wird.

ANMERKUNG Bei Einsatz von gasförmigen Brennstoffen (Erdgas, Propan oder Butan) ist das Volumen der Verbrennungsprodukte bei einer gegebenen Temperatur ähnlich.

Nach der Erhitzung ist der Probekörper ohne zusätzliche Lüftung auf Raumtemperatur abkühlen zu lassen, wobei die Wärmedämmung, sofern vorhanden, in ihrer Lage verbleibt.

Tabelle 11 — Prüftemperatur und Zeit bis zum Erreichen der Prüftemperatur

Innenrohrtyp	Prüftemperatur °C	Grenzabweichung der Prüftemperatur °C	Zeit bis zum Erreichen der Prüftemperatur vom Beginn des Heizens min
A3 N2	1 000	± 25	10
A3 N1	1 000	± 25	10
A3 P1	1 000	± 25	10
A4 N2	700	± 25	7
A4 N1	700	± 25	7
A4 P1	700	± 25	7
B3 N2	1 000	± 25	10
B3 N1	1 000	± 25	10
B3 P1	1 000	± 25	10
B4 N2	500	± 25	5
B4 N1	500	± 25	5
B4 P1	500	± 25	5
C4 N2	350	± 25	3,5
C4 N1	350	± 25	3,5
C4 P1	350	± 25	3,5
D4 N2	250	± 25	2,5
D4 N1	250	± 25	2,5
D4 P1	250	± 25	2,5

16.8.5 Messung der Leckrate

Nach Abkühlung der Probe muss die eventuell vorhandene Wärmedämmung entfernt werden, und die Leckrate ist bei dem in Tabelle 3 für den entsprechenden Innenrohrtyp angegebenen Differenzdruck zu bestimmen.

Der Probekörper ist abzudichten und mit einem geeigneten Ventilator oder einer anderen Vorrichtung zu verbinden. Der Luftvolumenstrom ist so zu regeln, dass der erforderliche Differenzdruck im Probekörper bei einer Umgebungstemperatur von 15 °C bis 30 °C konstant bleibt. Das während 1 min an den Probekörper abgegebene Luftvolumen ist zu messen, und die Durchlässigkeitsrate (Leckrate) ist bezogen auf die Innenoberfläche des Probekörpers in Quadratmeter zu berechnen.

Alle Messungen der Leckrate sind ohne Wärmedämmung des Probekörpers durchzuführen.

16.8.6 Auswertung der Prüfergebnisse

Die Leckrate beim festgelegten Prüfdruck ist in Kubikmeter Luft je Sekunde je Quadratmeter der geprüften Innenoberfläche anzugeben [$\text{m}^3 \text{s}^{-1} \text{m}^{-2}$].

16.9 Korrosionsbeständigkeit

16.9.1 Proben

Es sind sechs frisch vom Innenrohr oder von der Innenwand eines Innenrohrs mit vertikaler Lochung entnommene Stücke mit einem Volumen von ungefähr $(50 \times 10^3) \text{ mm}^3 \pm (10 \times 10^3) \text{ mm}^3$ zu verwenden, die frei von Rissen oder beschädigten Ecken sind.

Zunächst sollte die Dicke (E) des Probekörpers (auf $\pm 1,0 \text{ mm}$) gemessen werden.

Die Grundfläche des Probekörpers beträgt ungefähr $\frac{50\,000}{E} \text{ mm}^2$.

Die Seitenlänge eines quadratischen Probekörpers beträgt ungefähr $\sqrt{\frac{50\,000}{E}} \text{ mm}$.

BEISPIEL Wanddicke des Innenrohrs 12 mm

$$\text{Grundfläche} \frac{50\,000}{12} \text{ mm}^2 = 4\,167 \text{ mm}^2$$

$$\text{Seitenlänge} \sqrt{4\,167 \text{ mm}^2} = \text{ungefähr } 65 \text{ mm}$$

16.9.2 Prüfeinrichtung

16.9.2.1 Belüfteter Ofen, der eine Temperatur von $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$ aufrechterhalten kann.

16.9.2.2 Waage, mit einer Fehlergrenze von $\pm 0,01 \text{ g}$ bei Belastung mit 200 g.

16.9.2.3 Siedendes Wasserbad.

16.9.2.4 Ein 2-l-Gefäß.

16.9.2.5 Zufuhr für destilliertes Wasser.

16.9.2.6 Schwefelsäurelösung, $c(\text{H}_2\text{SO}_4)$ mit einem Massenanteil = 70 % (Dichte bei $20 ^\circ\text{C}$ = $1,610 \text{ kg/m}^3$).

16.9.2.7 Bariumchloridtropfen (Konzentration 50 g je Liter).

16.9.3 Durchführung

Die Probekörper sind in entionisiertem Wasser mit einer weichen Bürste zu reinigen, um lose Partikel zu entfernen, und bei einer Temperatur von $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$ zu trocknen, bis bei nachfolgenden Wägungen in Abständen von 24 h kein weiterer Masseverlust ($\pm 0,01 \text{ g}$) mehr festgestellt wird. Die Trockenmasse des Probekörpers (M_1) ist in Gramm aufzuzeichnen.

Die getrockneten Probekörper sind $6 \text{ h} \pm 0,1 \text{ h}$ in einem 2-l-Gefäß in 1,5 l Schwefelsäurelösung zu tauchen. Das Gefäß ist mit einem Beobachtungsglas abzudecken, um das Verdunsten der Säure zu begrenzen. Während dieser Zeit muss das Gefäß in einem Bad mit leicht siedendem Wasser stehen.

Nach der Entnahme aus der Säurelösung ist jeder Probekörper in ein getrenntes Gefäß zu bringen und 30 min in entionisiertem Wasser zu waschen, wobei das Wasser 15 min bis zum Sieden zu erhitzen ist und das Sieden weitere 15 min aufrechtzuerhalten ist.

Das Vorhandensein von Sulfat ist an einer Reagenzglasprobe nachzuweisen, die dem Spülbad nach Zugabe einiger Tropfen Bariumchlorid entnommen wurde. Die Bariumchloridlösung ist herzustellen, indem 50 g Bariumchlorid in 1 l entionisiertem Wasser gelöst werden.

Der Waschzyklus ist so lange zu wiederholen, bis die Zugabe von einigen Tropfen Bariumchlorid das Wasser nicht mehr trübt, oder es ist bis zu höchstens 100 Zyklen zu waschen (ungefähr 50 h Spülen), wobei das Spülwasser nach jedem Zyklus zu wechseln ist.

Nach dem Waschen sind die Probekörper bei einer Temperatur von $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ zu trocknen, bis in nachfolgenden Wägungen kein weiterer Masseverlust ($\pm 0,01\text{ g}$) mehr festgestellt wird. Die Endtrockenmasse des Probekörpers (M_2) ist in Gramm aufzuzeichnen.

16.9.4 Auswertung der Prüfergebnisse

Der Verlust an säurelöslicher Substanz in jeder Probe ist als prozentualer Anteil der Trockenmasse wie folgt zu berechnen:

$$\text{Prozentualer Verlust der Trockenmasse} = \frac{(M_1 - M_2) \times 100}{M_1} \quad (7)$$

16.10 Wasseraufnahme

16.10.1 Probe

Als Probekörper gilt eine Probe des Innenrohrs mit einer Trockenmasse von 0,25 kg bis 0,4 kg.

16.10.2 Prüfeinrichtung

16.10.2.1 Belüfteter Ofen, der eine Temperatur von $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ aufrechterhalten kann

16.10.2.2 Waage mit einer Fehlergrenze von $\pm 0,1\text{ g}$.

16.10.2.3 Wasserkochbehälter, dessen Fassungsvermögen das Eintauchen des gesamten Probekörpers in Wasser ermöglicht.

Der Behälter muss mit einem Gitter ausgestattet sein, auf das der Probekörper so aufgelegt werden kann, dass sämtliche Außenflächen mit Wasser umspült werden.

16.10.2.4 Exsikkator, der Kieselsäuregel oder ein aktiveres Trockenmittel enthält.

16.10.3 Durchführung

Der Probekörper ist in einem belüfteten Ofen bei einer Temperatur von $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ bis zur Massenkonstanz (W_1) zu trocknen. Die Masse (W_1) ist in Gramm zu bestimmen, nachdem die Probe in einem Exsikkator, der ein Trockenmittel enthält, auf Raumtemperatur abgekühlt ist.

Der trockene Probekörper ist in Wasser mit Umgebungstemperatur einzubringen. Das Wasser ist zum Sieden zu erhitzen und 1 h auf dem Siedepunkt zu halten, wobei der gesamte Probekörper während dieser Zeit im Wasser eingetaucht sein muss. Nach dem Sieden muss der Probekörper weitere 4 h im Wasser eingetaucht bleiben. Danach ist die Probe aus dem Behälter zu nehmen, das Oberflächenwasser ist mit einem feuchten Tuch zu entfernen und die Probe ist unverzüglich zu wägen und das Ergebnis ist in Gramm anzugeben (W_2).

16.10.4 Auswertung der Prüfergebnisse

Die Wasseraufnahme des Probekörpers ist als das Verhältnis zwischen dem Massenanstieg des gesättigten Probekörpers zur Masse der trockenen Probe zu bestimmen. Das Verhältnis ist in Prozent auf 0,1 % anzugeben.

$$\frac{W_2 - W_1}{W_1} \times 100 \% \quad (8)$$