

Kunststoff-Rohrleitungssysteme für die Wasserversorgung
 Weichmacherfreies Polyvinylchlorid (PVC-U)
 Teil 2: Rohre
 Deutsche Fassung EN 1452-2 : 1999

DIN
EN 1452-2

ICS 23.040.20

Plastics piping systems for water supply –
 Unplasticized poly(vinyl chloride) (PVC-U) –
 Part 2: Pipes;
 German version EN 1452-2 : 1999

Systèmes de canalisations en plastique pour alimentation en eau –
 Poly(chlorure de vinyle) non plastifié (PVC-U) –
 Partie 2: Tubes;
 Version allemande EN 1452-2 : 1999

Mit
 DIN EN 1452-1 : 1999-09,
 DIN EN 1452-3 : 1999-09,
 DIN EN 1452-4 : 1999-09 und
 DIN EN 1452-5 : 1999-09
 Ersatz für DIN 19532 : 1979-07
 (siehe jedoch Nationales
 Vorwort)

Die Europäische Norm EN 1452-2 : 1999 hat den Status einer Deutschen Norm.

Nationales Vorwort

Diese Europäische Norm ist die deutschsprachige Fassung der vom Technischen Komitee TC 155 „Kunststoffrohrleitungssysteme und Schutzrohrsysteme“ (Sekretariat: Niederlande) des Europäischen Komitees für Normung (CEN) ausgearbeiteten Norm, die als Europäische Norm EN 1452-2 in deutsch, englisch und französisch herausgegeben wurde.

Die Arbeiten wurden von der Arbeitsgruppe „Trinkwasser- und Abwasserdruckleitungen aus PVC-U“ (WG 8) des CEN/TC 155 durchgeführt. Für Deutschland war der Arbeitsausschuß IV 6/UA 3 (GA NAW/FNK) „Kunststoffrohre in der Trinkwasserversorgung/PVC-Rohre“ an der Bearbeitung beteiligt.

Die derzeit gültige Norm DIN 19532 : 1979-07 „Rohrleitungen aus weichmacherfreiem Polyvinylchlorid (PVC hart, PVC-U) für die Trinkwasserversorgung, Rohre, Rohrverbindungen, Rohrleitungsteile, Technische Regel des DVGW“ bleibt während einer Übergangsfrist bis 2001-06-30 unverändert weiter gültig. Während der Übergangsfrist gilt DIN 19532 parallel zu DIN EN 1452-2.

Diese Norm wurde im Einvernehmen mit dem DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V. aufgestellt. Sie ist als Technische Regel des DVGW in das Regelwerk Wasser des DVGW einbezogen worden.

Änderungen

Gegenüber DIN 19532 : 1979-07 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- Maße, Anforderungen und Prüfungen überarbeitet.
- Inhalte europäisch abgestimmt.

Frühere Ausgaben

DIN 19532: 1966-05, 1976-03, 1979-07

Fortsetzung 20 Seiten EN

Normenausschuß Wasserwesen (NAW) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.
 Normenausschuß Kunststoffe (FNK) im DIN

– Leerseite –

Deutsche Fassung

Kunststoff-Rohrleitungssysteme für die Wasserversorgung

Weichmacherfreies Polyvinylchlorid (PVC-U)

Teil 2: Rohre

Plastics piping systems for water supply – Unplasticized
poly(vinyl chloride) (PVC-U) – Part 2: Pipes

Systèmes de canalisations en plastique pour alimentation en
eau – Poly(chlorure de vinyle) non plastifié (PVC-U) – Par-
tie 2: Tubes

Diese Europäische Norm wurde von CEN am 2. Juli 1998 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 Zentralsekretariat 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 Zentralsekretariat mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, der Tschechischen Republik und dem Vereinigten Königreich.

CEN

EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG

European Committee for Standardization

Comité Européen de Normalisation

Zentralsekretariat: rue de Stassart 36, B-1050 Brüssel

Inhalt

	Seite		Seite
Vorwort	2	7.2 Auswahl des Nenndruckes PN und der Rohrreihe S für Wasser bis etwa 20 °C	9
Einleitung	3	7.3 Berechnung des zulässigen Betriebsdruckes PFA für Wasser bis 45 °C	9
1 Anwendungsbereich	3	8 Mechanische Eigenschaften	9
2 Normative Verweisungen	3	8.1 Widerstandsfähigkeit gegen äußere Schlagbeanspruchung	9
3 Definitionen, Symbole und Abkürzungen	4	8.2 Festigkeitseigenschaften bei der Zeitstand-Innen-druckprüfung	11
4 Werkstoff	4	9 Physikalische Eigenschaften	12
4.1 Rohrwerkstoff	4	10 Chemische Eigenschaften	12
4.2 Dichte	4	11 Dichtringe	12
4.3 Mindestfestigkeit (MRS-Wert)	4	12 Klebstoffe	12
5 Allgemeine Eigenschaften	4	13 Anforderungen an die Verbindungen und die Gebrauchstauglichkeit des Rohrleitungs-systems	12
5.1 Beschaffenheit	4	14 Kennzeichnung	12
5.2 Farbe	4	14.1 Allgemeines	12
5.3 Lichtundurchlässigkeit	4	14.2 Mindest-Kennzeichnung der Rohre	13
6 Geometrische Eigenschaften	4	14.3 Zusätzliche Kennzeichnung	13
6.1 Messung der Maße	4	Anhang A (normativ) Zulässiger Betriebsdruck	14
6.2 Nenn-Außendurchmesser	4	Anhang B (normativ) Rohre mit Inch-Maßen	16
6.3 Mittlere Außendurchmesser und zugehörige Grenzabmaße	5	Anhang C (normativ) Anforderungen für die Prüfung auf Bruchzähigkeit	19
6.4 Wanddicken und zugehörige Grenzabmaße	5	Anhang D (informativ) Literaturhinweise	20
6.5 Länge des Rohres	7		
6.6 Rohre mit Muffen	8		
6.7 Rohre mit glatten Enden	9		
7 Klassifizierung und Auswahl von Rohren	9		
7.1 Klassifizierung	9		

Vorwort

Diese Europäische Norm wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 155 „Kunststoff-Rohrleitungssysteme und Schutzrohrsysteme“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom NNI gehalten wird. Sie wurde unter Mitwirkung von Eureau^{N1)} und in Verbindung mit dem Technischen Komitee CEN/TC 164 „Wasserversorgung“ erarbeitet.

Auf Rohre und Formstücke, die vor 1999-06-23 der entsprechenden nationalen Norm entsprochen haben, wie durch den Hersteller oder eine Zertifizierungsstelle ausgewiesen, darf die nationale Norm bis 2001-06-30 weiter angewendet werden.

Diese Europäische Norm muß den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis 1999-12-31. Etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis 2001-06-30 zurückgezogen werden.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen:

Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, die Tschechische Republik und das Vereinigte Königreich.

Diese Norm ist Teil einer Systemnorm über Kunststoff-Rohrleitungssysteme aus einem bestimmten Werkstoff und für eine festgelegte Anwendung. Neben dieser Systemnorm besteht eine Reihe anderer Systemnormen.

Systemnormen basieren auf den Ergebnissen der Arbeiten des Technischen Komitees ISO/TC 138 „Plastics pipes, fittings and valves for the transport of fluids“ der Internationalen Organisation für Normung (International Organization for Standardization: ISO).

Sie werden unterstützt durch gesonderte Normen über Prüfverfahren, auf die in der Systemnorm verwiesen wird.

Die Systemnormen stehen im Einklang mit allgemeinen Normen über Anforderungen an die Funktion und Empfehlungen für die Verlegung.

EN 1452 mit dem allgemeinen Titel „Kunststoff-Rohrleitungssysteme für die Wasserversorgung – Weichmacherfreies Polyvinylchlorid (PVC-U)“ umfaßt die folgenden Teile:

- Teil 1: Allgemeines
- Teil 2: Rohre (diese Norm)
- Teil 3: Formstücke
- Teil 4: Armaturen und Zubehör
- Teil 5: Gebrauchstauglichkeit des Systems
- Teil 6: Empfehlungen für die Verlegung (ENV)
- Teil 7: Richtlinien für die Beurteilung der Konformität (ENV)

^{N1)} Nationale Fußnote: Union der Wasserversorgungsvereinigungen von Mitgliedsländern der Europäischen Gemeinschaft

Dieser Teil der EN 1452 enthält die folgenden Anhänge:

- Anhang A (normativ) Zulässiger Betriebsdruck
- Anhang B (normativ) Rohre mit Inch-Maßen
- Anhang C (normativ) Anforderungen für die Prüfung auf Bruchzähigkeit
- Anhang D (informativ) Literaturhinweise

Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Europäischen Norm bestehen die folgenden Systemnormen für Rohrleitungssysteme aus anderen Kunststoffen für den gleichen Anwendungszweck:

ANMERKUNG: Die aufgeführten Normen wurden zur CEN-Umfrage veröffentlicht oder sind in Vorbereitung.

prEN 1796

Kunststoff-Rohrleitungssysteme für die Wasserversorgung mit oder ohne Druck – Glasfaserverstärkte duroplastische Kunststoffe (GFK) auf der Basis von Polyesterharz (UP)

prEN 12201

Kunststoff-Rohrleitungssysteme für die Wasserversorgung – Polyethylen (PE)

Einleitung

Zusammen mit diesem Teil 2 legt EN 1452 die Anforderungen an ein Rohrleitungssystem mit Rohren und Rohrleitungsteilen aus weichmacherfreiem Polyvinylchlorid (PVC-U) fest. Das Rohrleitungssystem ist für die Verwendung in der Wasserversorgung vorgesehen.

Da das Produkt nach dieser Norm auf die Qualität des Wassers für den menschlichen Gebrauch nachteilige Auswirkungen haben kann, ist folgendes zu beachten:

- a) Diese Norm enthält keine Angaben darüber, ob das Produkt in den einzelnen Mitgliedsstaaten der EU oder der EFTA ohne Einschränkungen angewendet werden darf.
- b) Es sollte beachtet werden, daß vorhandene nationale Vorschriften über die Verwendung und/oder die Eigenschaften dieses Produktes gültig bleiben, bis entsprechende europäische Regelungen verabschiedet worden sind.

Für Werkstoff und Rohrleitungsteile, andere als Rohre, gelten die Anforderungen und Prüfverfahren in Teil 1 sowie in Teil 3 und Teil 4 der EN 1452. Eigenschaften für die Gebrauchstauglichkeit (hauptsächlich von Verbindungen) sind in Teil 5 festgelegt. ENV 1452-6 enthält Empfehlungen für die Verlegung. Die Anforderungen für die Beurteilung der Konformität sind in ENV 1452-7 festgelegt.

In diesem Teil der EN 1452 sind die Eigenschaften von Rohren enthalten.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil der EN 1452 legt Anforderungen an Rohre aus weichmacherfreiem Polyvinylchlorid (PVC-U) fest, die in Rohrleitungssystemen für die Wasserversorgung eingesetzt werden.

In diesem Teil sind auch die Prüfparameter für die Prüfverfahren festgelegt, auf die in dieser Norm verwiesen wird.

Zusammen mit Teil 1 sowie Teil 5 der EN 1452 und ENV 1452-7 gilt dieser Teil für extrudierte Rohre aus PVC-U, sowohl mit glatten Enden als auch mit oder ohne angeformter Muffe, die für die Fortleitung von Trink- und Brauchwasser (Kaltwasser) von etwa 20 °C unter Druck vorgesehen sind, als:

- a) erdverlegte Versorgungs- und Hausanschlußleitungen;
- b) oberirdische Leitungen innerhalb und außerhalb von Gebäuden.

Darüber hinaus ist diese Norm anwendbar auf Rohre für die Fortleitung von Wasser bis 45 °C unter Druck. Für Temperaturen zwischen 25 °C und 45 °C gilt Bild A.1 von Anhang A.

Diese Norm enthält Festlegungen für Rohrreihen und Druckklassen und legt Anforderungen an die Einfärbung von Rohren fest.

ANMERKUNG: Der Anwender bzw. Auftraggeber ist unter Berücksichtigung der eigenen Anforderungen sowie der geltenden nationalen Festlegungen und Verlegepraktiken für die entsprechende Auswahl dieser Kriterien verantwortlich.

2 Normative Verweisungen

Diese Norm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt.

Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nur zu dieser Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation.

prEN 496

Kunststoff-Rohrleitungssysteme – Rohre und Formstücke aus Kunststoffen – Bestimmung von Maßen und visuelle Beurteilung von Oberflächen

EN 578

Kunststoff-Rohrleitungssysteme – Rohre und Formstücke aus Kunststoffen – Bestimmung der Opazität

EN 580

Kunststoff-Rohrleitungssysteme – Rohre aus weichmacherfreiem Polyvinylchlorid (PVC-U) – Prüfverfahren zur Beständigkeit gegen Dichlormethan bei einer festgelegten Temperatur (DCMT)

EN 681-1

Elastomer-Dichtungen – Werkstoff-Anforderungen für Rohrleitungs-Dichtungen für Anwendungen in der Wasserversorgung und Entwässerung – Teil 1: Vulkanisierter Gummi

EN 727

Kunststoff-Rohrleitungs- und Schutzrohrsysteme – Rohre und Formstücke aus Thermoplasten – Bestimmung der Vicat-Erweichungstemperatur (VST)

EN 743

Kunststoff-Rohrleitungs- und Schutzrohrsysteme – Rohre aus Thermoplasten – Bestimmung des Längsschrumpfes

EN 744 : 1995

Kunststoff-Rohrleitungs- und Schutzrohrsysteme – Rohre aus Thermoplasten – Prüfverfahren für die Widerstandsfähigkeit gegen äußere Schlagbeanspruchung im Umfangsverfahren

EN 921 : 1995

Kunststoff-Rohrleitungssysteme – Rohre aus Thermoplasten – Bestimmung des Zeitstand-Innendruckverhaltens bei konstanter Temperatur

EN 1452-1

Kunststoff-Rohrleitungssysteme für die Wasserversorgung – Weichmacherfreies Polyvinylchlorid (PVC-U) – Teil 1: Allgemeines

EN 1452-5

Kunststoff-Rohrleitungssysteme für die Wasserversorgung – Weichmacherfreies Polyvinylchlorid (PVC-U) – Teil 5: Gebrauchstauglichkeit des Systems

ENV 1452-7 : 1999

Kunststoff-Rohrleitungssysteme für die Wasserversorgung – Weichmacherfreies Polyvinylchlorid (PVC-U) – Teil 7: Beurteilung der Konformität

EN ISO 12162

Thermoplastische Werkstoffe für Rohre und Formstücke bei Anwendungen unter Druck – Klassifizierung und Werkstoffkennzeichnung – Gesamtbetriebs(berechnungs)koeffizient (ISO 12162 : 1995)

ISO 1183 : 1987

Plastics – Methods for determining the density and relative density of non-cellular plastics

ISO 6401 : 1985

Plastics – Homopolymer and copolymer resins of vinyl chloride – Determination of residual vinyl chloride monomer – Gas chromatographic method

ISO 7387-1 : 1983

Adhesives with solvents for assembly of PVC-U pipe elements – Characterization – Part 1: Basic test methods

ISO/TR 9080 : 1992

Thermoplastics pipes for the transport of fluids – Methods of extrapolation of hydrostatic stress rupture data to determine the long-term hydrostatic strength of thermoplastics pipe materials

3 Definitionen, Symbole und Abkürzungen

Für die Anwendung dieser Norm gelten die in EN 1452-1 angegebenen Definitionen, Symbole und Abkürzungen zusammen mit den nachstehend aufgeführten Symbolen.

L Muffentiefe (Klebelänge)

m Einstecktiefe

4 Werkstoff

4.1 Rohrwerkstoff

Der zu verwendende Rohrwerkstoff muß EN 1452-1 sowie den in 4.2 und 4.3 aufgeführten Anforderungen entsprechen.

6 Geometrische Eigenschaften

6.1 Messung der Maße

Maße sind nach prEN 496 zu messen.

6.2 Nenn-Außendurchmesser

Der Nenn-Außendurchmesser d_n des Rohres muß Tabelle 1 entsprechen.

4.2 Dichte

Die Dichte des Rohrwerkstoffes, ρ , bei 23 °C muß bei der Bestimmung nach ISO 1183 innerhalb der folgenden Grenzen liegen:

$$1350 \text{ kg/m}^3 \leq \rho \leq 1460 \text{ kg/m}^3$$

4.3 Mindestfestigkeit (MRS-Wert)

Der Rohrwerkstoff muß einer nach EN 1452-1 definierten erforderlichen Mindestfestigkeit, MRS, von 25 MPa entsprechen.

Der Rohrwerkstoff muß nach ISO/TR 9080, 1992 Methode II¹⁾ bewertet werden, wobei zur Bestimmung der unteren Vertrauensgrenze LCL eine Zeitstand-Innendruckprüfung nach EN 921 : 1995 durchzuführen ist. Diese Prüfung ist an einer Rohrreihe $S \leq 12,5$ unter Verwendung von Verschlußstücken des Typs a) oder des Typs b) gemäß EN 921 : 1995 zu erfolgen. Der MRS-Wert ist aus dem LCL herzuleiten und durch den Compound-Hersteller zu klassifizieren nach EN ISO 12162.

Der MRS-Wert muß nicht neu bestimmt werden, wenn für einen Rohrwerkstoff sowie über die Auswirkungen einer vorgeschlagenen Veränderung, die über die in Tabelle 7 aufgeführten Bereiche hinausgeht, langjährige Erfahrungen zwischen Zertifizierungsstelle und Hersteller bestehen. In einem solchen Fall müssen die an fünf Probekörpern bei 20 °C und 60 °C über 1000 h bis 5000 h ermittelten Werte auf oder über der 97,5 %igen unteren Vertrauensgrenze der Zeitstandkurve liegen, die vor der Veränderung des Rohrwerkstoffes bestimmt wurde.

5 Allgemeine Eigenschaften

5.1 Beschaffenheit

Bei Inaugenscheinnahme müssen die Innen- und Außenflächen der Rohre glatt, sauber und frei von Riefen, Blasen oder eingefallenen Stellen sowie anderen sichtbaren Inhomogenitäten sein, die dazu führen, daß die Rohre die Anforderungen dieser Norm nicht erfüllen. Der Werkstoff darf keine sichtbaren Verunreinigungen aufweisen. Die Rohrenden müssen senkrecht zur Rohrachse geschnitten und gratfrei sein.

5.2 Farbe

Die Einfärbung der Rohre muß durchgehend gleichmäßig sein und muß die Farben Grau, Blau oder Cremefarben aufweisen. Rohre in cremefarbener Einfärbung dürfen in oberirdisch verlegten Rohrleitungen nicht verwendet werden.

5.3 Lichtundurchlässigkeit

Die Wand des Rohres muß insofern lichtundurchlässig sein, daß bei der Prüfung nach EN 578 nicht mehr als 0,2 % sichtbares Licht durchgelassen werden. Die Anforderung an die Lichtundurchlässigkeit gilt nicht für Rohre in cremefarbener Einfärbung (siehe 5.2).

¹⁾ Ein neues Extrapolationsverfahren, das das Verfahren nach ISO/TR 9080 ersetzen soll, wird derzeit in ISO/TC 138/SC 5 erarbeitet.

6.3 Mittlere Außendurchmesser und zugehörige Grenzabmaße

Der mittlere Außendurchmesser, d_{em} , des Rohres muß dem betreffenden Nenn-Außendurchmesser, d_n , innerhalb der in Tabelle 1 aufgeführten Grenzabmaße entsprechen.

Die Grenzabweichung für die Ovalität muß Tabelle 1 entsprechen.

Tabelle 1: Nenn-Außendurchmesser und Grenzabmaße

Maße in Millimeter

Nenn-Außendurchmesser d_n	Grenzabmaß ¹⁾ für den mittleren Außendurchmesser d_{em} x	Grenzabweichung ²⁾ für die Ovalität des Außendurchmessers d_e	
		S 20 bis S 16 ³⁾	S 12,5 bis S 5 ⁴⁾
12	0,2	–	0,5
16	0,2	–	0,5
20	0,2	–	0,5
25	0,2	–	0,5
32	0,2	–	0,5
40	0,2	1,4	0,5
50	0,2	1,4	0,6
63	0,3	1,5	0,8
75	0,3	1,6	0,9
90	0,3	1,8	1,1
110	0,4	2,2	1,4
125	0,4	2,5	1,5
140	0,5	2,8	1,7
160	0,5	3,2	2,0
180	0,6	3,6	2,2
200	0,6	4,0	2,4
225	0,7	4,5	2,7
250	0,8	5,0	3,0
280	0,9	6,8	3,4
315	1,0	7,6	3,8
355	1,1	8,6	4,3
400	1,2	9,6	4,8
450	1,4	10,8	5,4
500	1,5	12,0	6,0
560	1,7	13,5	6,8
630	1,9	15,2	7,6
710	2,0	17,1	8,6
800	2,0	19,2	9,6
900	2,0	21,6	–
1 000	2,0	24,0	–

¹⁾ Die Grenzabmaße für den mittleren Außendurchmesser d_{em} entsprechen den folgenden Klassen der ISO 11922-1 : 1997 Klasse D für $d_n \leq 50$ mm; Klasse C für $d_n > 50$ mm.
Das Grenzabmaß wird ausgedrückt mit $^{+x}_0$ mm, wobei x der Wert des oberen Grenzabmaßes ist.

²⁾ Das Grenzabmaß ist die Differenz zwischen dem größten und kleinsten Außendurchmesser am selben Querschnitt des Rohres (d. h.: $d_{e, \max} - d_{e, \min}$).

³⁾ Die Grenzabmaße entsprechen ISO 11922-1 : 1997, Klasse N für $d_n \leq 250$ mm. Die Grenzabmaße entsprechen ISO 11922-1 : 1997, Klasse M für $d_n > 250$ mm. Die Anforderung an die Ovalität gilt nur vor der Lagerung.

⁴⁾ Die Grenzabmaße entsprechen ISO 11922-1 : 1997, 0,5 Klasse M für $12 \text{ mm} \leq d_n \leq 1000$ mm. Die Anforderung an die Ovalität gilt nur, bis das Rohr die Produktionsstätte verlassen hat.

6.4 Wanddicken und zugehörige Grenzabmaße

Die Nennwanddicke, e_n , entspricht der Mindestwanddicke und wird durch die Rohrreihe S bestimmt. Sie muß in Abhängigkeit von der betreffenden Rohrreihe Tabelle 2 entsprechen.

Das Grenzabmaß für die mittlere Wanddicke, e_m , muß Tabelle 3 entsprechen.