2. Hd. Fr. Schütz TB

DEUTSCHE NORM **Februar 1996**

Rohre aus Polyamid für Kraftfahrzeuge

DIN 73378

ICS 23.040.20; 43.040.00

Ersatz für
Ausgabe 1990-12

Deskriptoren: Rohr, Kfz, Polyamid, Kunststoffrohr

Polyamide tubing for motor vehicles

Vorwort

Diese Norm wurde vom Arbeitskreis SpA 22/2/1R "Polyamidrohre" im Normenausschuß Kraftfahrzeuge (FAKRA) ausgearbeitet.

Anhang A und Anhang B sind informativ.

Änderungen

Gegenüber der Ausgabe Dezember 1990 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

a) Aufnahme von schlagzähmodifizierten Typen PA 6-HIHL; PA 6-HIPHL; PA 6-HIPH; PA 12-HIPHL; PA 12-HIPH.
b) Aufnahme von UV-Stabilisatoren neben Ruß (Kurzzeichen: L).
c) Kurzzeichen "HI" für high impact nach ISO/DIS 1043-1 : 1991 und ISO 1874-1 : 1992.
d) Aufnahme des Elastizitätsmoduls der Formmasse als Kriterium der Biegsamkeit.
e) Wegfall der Rohre aus PA 66.
f) Aufnahme der Typen PA 11-PHLY und PA 12-PHLY.

Frühere Ausgaben

DIN 73378: 1973-08, 1975-02, 1990-12

Fortsetzung Seite 2 bis 10

Normenausschuß Kraftfahrzeuge (FAKRA) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.
Normenausschuß Kunststoffe (FNK) im DIN

© DIN Deutsches Institut für Normung e.V. · Jede Art der Vervielfältigung, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin, gestattet.

Alleinverkauf der Normen durch Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin

Ref. Nr. DIN 73378 : 1996-02
Preisgr. 09 Vertr.-Nr. 0009

1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für Rohre aus Polyamiden, die in Kraftfahrzeugen vorwiegend als betriebsstoffördernde Leitungen eingesetzt werden. Sie berücksichtigt die allgemeinen Bedingungen der Kraftfahrzeuge. In Zweifelsfällen sollte die Anwendbarkeit der Rohre zwischen Anwender und Hersteller abgestimmt werden.

Die Rohre werden im Extrusionsverfahren hergestellt und können entsprechend ihrem einschichtigen Aufbau im wesentlichen im Bereich geringerer und mittlerer Betriebsüberdrücke eingesetzt werden (siehe auch Anhang B).

2 Normative Verweisungen

Diese Norm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikation. 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.

DIN 16773-1:1985-02
: Kunststoff-Formmassen – Polyamid (PA) – Formmassen für Spritzgießen und Extrusion; Homopolymere – Einteilung und Bezeichnung

DIN 16773-2
: Kunststoff-Formmassen – Polyamid (PA) – Formmassen für Spritzgießen und Extrusion; Homopolymere – Herstellung von Probekörpern und Bestimmung von Eigenschaften

DIN 50011-12
: Klimate und ihre technische Anwendung – Klimaprüfeinrichtungen – Klimagröße: Lufttemperatur

DIN 50014
: Klimate und ihre technische Anwendung – Normalklimate

DIN 53453
: Prüfung von Kunststoffen – Schlagbiegeversuch

DIN 53479
: Prüfung von Kunststoffen und Elastomeren – Bestimmung der Dichte

DIN 53736
: Prüfung von Kunststoffen – Visuelle Bestimmung der Schmelztemperatur von teilkristallinen Kunststoffen

DIN 53738
: Prüfung von Kunststoffen – Bestimmung des Gehaltes an heiß-extrahierbaren Bestandteilen

DIN 53758:1975-02
: Prüfung von Kunststoff-Fertigteilen – Kurzzeit-Innendruckversuch an Hohlkörpern

DIN 74323
: Druckluftbremsanlagen – Rohrwendeln

DIN 74324-1
: Druckluftbremsanlagen – Rohre und Rohrleitungen aus Polyamid – Teil 1: Anforderungen und Prüfungen

DIN ISO 3310-1
: Analysensiebe – Anforderungen und Prüfungen – Analysensiebe mit Metalldrahtgewebe; Identisch mit ISO 3310-1:1990

ISO/DIS 1043-1:1991
: Plastics – Symbols – Part 1: Basic polymers and their special characteristics (revision of ISO 1043-1:1987)

ISO 1874-1:1992
: Plastics – Polyamide (PA) homopolymers and copolymers for moulding and extrusion – Part 1: Designation

3 Begriffe

Für die Anwendung dieser Norm gelten die folgenden Definitionen:

3.1 Druckausnutzungsgrad

Der Druckausnutzungsgrad gibt in den angegebenen Temperaturbereichen die verfügbare prozentuale Ausnutzung der Vergleichsspannung, bezogen auf 23 °C, an.

ANMERKUNG: Der Druckausnutzungsgrad nach Tabelle 6 ist auf die effektiv erreichte Vergleichsspannung bei 23 °C bezogen.

3.2 Vergleichsspannung

Die Vergleichsspannung ist ein von den Rohrmaßen unabhängiger Werkstoffkennwert, der aus dem bei einer Innendruckbeanspruchung ermittelten Berstdruck des Rohres unter Verwendung von Gleichung (1) errechnet wird:

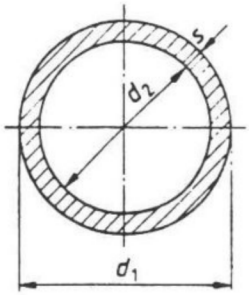


Bild 1

$$\sigma_{v\,E} = \frac{p_B \cdot d_m}{20\,s} \text{ in N/mm}^2 \qquad (1)$$

Dabei ist:

p_B Berstdruck, in bar

$d_m = d_1 - s$, mittlerer Rohrdurchmesser

d_1 Außendurchmesser, gemessen (siehe Bild 1)

s Rohrwanddicke, gemessen (siehe Bild 1)

$\sigma_{v\,E}$ (effektiv) Vergleichsspannung in Umfangsrichtung, in N/mm²

3.3 Schlagarbeit

Die bei einem Schlagbiegeversuch ermittelte Schlagarbeit dient zur Beurteilung der Sprödigkeit oder der Zähigkeit von Rohrproben.

4 Bezeichnung

Bezeichnung eines Rohres von Nenngröße 12,5 × 1,25 aus Polyamid-Formmasse PA 11-P, EHL, 22–004 (PA 11-PHL) in schwarzer Farbe (sw):

Rohr DIN 73378 – 12,5 × 1,25 – PA 11-PHL – sw

5 Anforderungen

5.1 Maße, Gewichte und Betriebsüberdrücke

Siehe Tabelle 3

5.2 Werkstoffe

5.2.1 Polyamid-Formmassen

Für die Rohre nach dieser Norm sind, entsprechend dem Anwendungsfall, Formmassen nach Tabelle 1 zu verwenden.

Bezeichnung nach DIN 16773-1; die Kennzeichnung der Schlagzähmodifizierung in Daten-Block 1 mit dem Kurzzeichen HI erfolgt nach ISO/DIS 1043-1:1991 und ISO 1874-1:1992 zusammen mit eventuell vorliegendem Weichmacher P.

5.2.1.1 Stabilisierung

Die Stabilisierung der Rohre gegen Sonnenlichteinwirkung (UV-Strahlen) erfolgt durch Zusatz geeigneter UV-Stabilisatoren und/oder Rußzusatz (Kurzzeichen L nach DIN 16773-1:1985-02, Daten-Block 2, Positionen 2 bis 4).

Tabelle 1: Polyamid-Formmassen

Formmassen [1]) nach DIN 16773-1 HI nach ISO 1874-1:1992	Kurzzeichen	Benennung
PA 6, E, 27-030	**PA 6**	Polyamid 6, für Extrusion
PA 6-EH, 27-030	**PA 6-H**	Polyamid 6, für Extrusion, wärmealterungsstabilisiert
PA 6-HI, EHL, 18-020, N	**PA 6-HIHL**	Polyamid 6, für Extrusion, wärmealterungsstabilisiert, lichtstabilisiert und schlagzähmodifiziert, mit Kristallisationskeimbildern
PA 6-HIP, EHL, 32-005	**PA 6-HIPHL**	Polyamid 6, schlagzähmodifiziert, weichmacherhaltig, für Extrusion, wärmealterungsstabilisiert und lichtstabilisiert
PA 6-HIP, EH, 32-005	**PA 6-HIPH**	Polyamid 6, weichmacherhaltig, für Extrusion, wärmealterungsstabilisiert, schlagzähmodifiziert
PA 11-P, E, 22-004	**PA 11-P**	Polyamid 11, weichmacherhaltig, für Extrusion
PA 11-P, EH, 22-004	**PA 11-PH**	Polyamid 11, weichmacherhaltig, für Extrusion, wärmealterungsstabilisiert
PA 11-P, EHL, 22-004	**PA 11-PHL**	Polyamid 11, weichmacherhaltig, für Extrusion, wärmealterungsstabilisiert und lichtstabilisiert
PA 11-P, EHL, 22-005	**PA 11-PHLY**	wie bei PA 11-PHL, jedoch für höhere Drücke geeignet
PA 11, E, 22-010	**PA 11**	Polyamid 11, weichmacherfrei, für Extrusion
PA 11, EH, 22-010	**PA 11-H**	Polyamid 11, weichmacherfrei, für Extrusion, wärmealterungsstabilisiert
PA 11, EHL, 22-010	**PA 11-HL**	Polyamid 11, weichmacherfrei, für Extrusion, wärmealterungsstabilisiert und lichtstabilisiert
PA 12-P, E, 22-004	**PA 12-P**	Polyamid 12, weichmacherhaltig, für Extrusion
PA 12-P, EH, 22-004	**PA 12-PH**	Polyamid 12, weichmacherhaltig, für Extrusion, wärmealterungsstabilisiert
PA 12-P, EHL, 22-004	**PA 12-PHL**	Polyamid 12, weichmacherhaltig, für Extrusion, wärmealterungsstabilisiert und lichtstabilisiert
PA 12-P, EHL, 22-005	**PA 12-PHLY**	wie bei PA 12-PHL, jedoch für höhere Drücke geeignet
PA 12-HIP, EHL, 22-004	**PA 12-HIPHL**	Polyamid 12, weichmacherhaltig, für Extrusion, wärmealterungsstabilisiert, lichtstabilisiert, schlagzähmodifiziert
PA 12-HIP, EH, 22-004	**PA 12-HIPH**	Polyamid 12, weichmacherhaltig, für Extrusion, wärmealterungsstabilisiert, schlagzähmodifiziert
PA 12, E, 22-010	**PA 12**	Polyamid 12, weichmacherfrei, für Extrusion
PA 12-EH, 22-010	**PA 12-H**	Polyamid 12, weichmacherfrei, für Extrusion, wärmealterungsstabilisiert
PA 12-EHL, 22-010	**PA 12-HL**	Polyamid 12, weichmacherfrei, für Extrusion, wärmealterungsstabilisiert und lichtstabilisiert

[1]) Die Zeichen für die Viskositätszahlbereiche sind Mindestanforderungen.

Die wirkungsvollste UV-Stabilisierung wird erfahrungsgemäß durch Rußzusatz erreicht. Rohre und Rohrleitungen nach DIN 74324-1 und Rohrwendeln nach DIN 74323 müssen mit Rußzusatz ausreichend stabilisiert werden.

Die Stabilisierung gegen Wärmealterung erfolgt durch Zusatz geeigneter Stabilisatoren (Kurzzeichen H nach DIN 16773-1:1985-02, Daten-Block 2, Positionen 2 bis 4).

5.2.1.2 Farbe

Die Rohre können in naturfarben (nf) oder in schwarz (sw) geliefert werden. Andere Farbtöne sind zu vereinbaren (Kurzzeichen: bl = blau; gn = grün; rt = rot; ge = gelb).

Zur Auswahl von Farbmitteln siehe Anhang B.

5.2.2 Dichte

Siehe Tabelle 7 (zur Gewichtsberechnung siehe Tabelle 5).

5.2.3 Schmelztemperatur

Siehe Tabelle 7

5.2.4 Wassergehalt bei Anlieferung

Rohre aus PA 6 müssen vom Lieferer auf den vorgeschriebenen Wassergehalt in Wasser, ohne Zusatz konditioniert werden; siehe Tabelle 7.

5.2.5 Extrahierbare Anteile

Bei allen Werkstoffen können die extrahierbaren Anteile aus Monomeren, Oligomeren, Stabilisatoren, Wasser und Weichmachern bestehen, die unter Prüfbedingungen nach 6.4.4 löslich sind.

Siehe Tabelle 7

5.3 Ausführung

Die Rohre müssen von Fertigungsfehlern (z. B. Blasen, Lunkern, riefigen Oberflächen, Inhomogenitäten, Fremdstoffen) frei sein, welche die Gebrauchseigenschaften beeinträchtigen. Eine Einfärbung der Rohre muß durchgehend gleichmäßig sein.

5.4 Eigenschaften

5.4.1 Betriebsüberdrücke

Siehe Tabelle 3

Die in Tabelle 3 angegebenen Richtwerte von Betriebsüberdrücken p_e gelten bei statischer und dynamischer Innendruckbeanspruchung in bar, bei 23 °C.

Bei ihrer Festlegung wurden die Nennmaße zugrunde gelegt und die Vergleichsspannungen σ_v nach Tabelle 4. Gegenüber der Vergleichsspannung $\sigma_{v\,min}$ aus Tabelle 7 beinhalten diese Werte einen Sicherheitsbeiwert $S = 3$. Bei den Festigkeitswerten von PA 6; PA 6-H; PA 6-HIPH ist ein Massenanteil von (2,5 ± 0,5) % Wasser zugrunde gelegt und bei PA 6-HIHL und PA 6-HIPHL ein Massenanteil von (2,0 ± 0,5) %.

5.4.2 Druckausnutzungsgrad (Richtwerte)

Siehe Tabelle 6

5.4.3 Vergleichsspannung

Siehe Tabelle 7. Ein sprödes Aufspleißen des Rohres (Sprödbruch) beim Berstdruckversuch nach 6.4.5 darf nicht auftreten.

5.4.4 Schlagarbeit

Die in Tabelle 7 genannten Werte müssen bei der Prüfung nach 6.4.6 erreicht werden. Versuche mit reiner Deformationsarbeit (ohne Bruch oder Anriß) werden als "nicht gebrochen" gewertet, d. h., sie erfüllen die Anforderungen der Tabelle 7 ungeachtet der Werte der Schlagarbeit.

5.4.5 Stabilisierung gegen Wärmealterung

Die Anforderungen nach 5.4.4 müssen eingehalten werden, nachdem die Proben nach 6.4.7 gealtert wurden.

5.4.6 Steifigkeit

Zur Beurteilung der Rohrsteifigkeit dient der Elastizitätsmodul nach Tabelle 7.

5.5 Anforderungsklassen

Es werden nach Tabelle 2 folgende Anforderungsklassen unterschieden:

Tabelle 2: Anforderungen und Anforderungsklassen

Anforderungen	Anforderungsklassen zu belegen durch: Prüfung A [1]	Prüfung B [2]
Dichte nach Tabelle 7	×	–
Schmelztemperatur nach Tabelle 7	×	–
Ausführung nach 5.3	×	×
Wassergehalt nach Tabelle 7	×	×
Extrahierbare Anteile nach 6.4.4, Tabelle 7	×	–
Vergleichsspannung/Berstdruck nach Tabelle 7	×	×
Schlagarbeit nach Tabelle 7	×	×
Stabilisierung gegen Wärmealterung nach 6.4.7	× [3]	–
Elastizitätsmodul nach Tabelle 7	×	–
Maße nach Tabelle 3	×	×
Kennzeichnung nach Abschnitt 8	×	×

[1] Unter Prüfung A ist die generelle Erzeugnisprüfung zu verstehen, außer für den Elastizitätsmodul. Dieser Elastizitätsmodul dient als Maß für die Steifigkeit, gemessen nach DIN 16773-2 an spritzgegossenen Probekörpern, in trockenem Zustand.

[2] Unter Prüfung B ist die laufende Qualitätsüberwachung der Erzeugnisse zu verstehen.

[3] Gilt nur für die wärmestabilisierten Formmassen

6 Prüfungen

6.1 Pobenahme

Die Prüfung der physikalischen und chemischen Eigenschaften wird an den Rohren bzw. an aus den Rohren entnommenen Probekörpern durchgeführt.

6.2 Zeitpunkt der Prüfung

Wenn nicht anders angegeben, dürfen alle Prüfungen frühestens 24 h nach Herstellung (Lagerung bei Normalklima DIN 50014-23/50-2) oder Konditionierung der Rohre durchgeführt werden. Der Abnehmer muß bei der Prüfung darauf achten, daß der bei Anlieferung vorhandene Wassergehalt (siehe Tabelle 7) des Rohrwerkstoffes zum Zeitpunkt der Prüfung noch vorliegt. Es müssen geeignete Lagerungsbedingungen und Verpackungen gewählt werden, die zwischen Lieferant und Abnehmer zu vereinbaren sind.

6.3 Anzahl der Proben

Zur Ermittlung der Eigenschaften nach 5.4.2, 5.4.3 und 5.4.4 sind je fünf Probekörper, zur Ermittlung der Eigenschaften nach 5.2.2, 5.2.3, 5.2.4 und 5.2.5 ist je ein Probekörper zu verwenden.

Tabelle 3: Maße, Richtwerte von Betriebsüberdrücken bei 23 °C

Nenngröße $d_1 \times s_{Nenn}$	d_1 [1] mm	Grenzabmaße	d_2 [1] mm	Grenzabmaße	s [1] mm min.	PA 6 PA 6-H p_e bar	PA 6-HIHL p_e bar	PA 6-HIPHL p_e bar	PA 6-HIPH p_e bar	PA 11-P PA 11-PH PA 11-PHL p_e bar	PA 11-PHLY p_e bar	PA 11 PA 11-H PA 11-HL p_e bar	PA 12-P PA 12-PH PA 12-PHL p_e bar	PA 12-PHLY p_e bar	PA 12-HIPH PA 12-HIPHL p_e bar Typ 1	Typ 2	Typ 3	PA 12 PA 12-H PA 12-HL p_e bar
4 × 0,75	4	± 0,1	2,5		0,65	46	38	34	31	31	42	62	31	42	34	38	38	62
4 × 0,85	4	± 0,1	2,3		0,75	54	–	–	–	36	49	72	36	49	40	45	45	72
4 × 1	4	± 0,1	2,0		0,90	67	56	49	45	44	60	89	44	60	49	56	56	89
5 × 1	5	± 0,1	3,0		0,90	50	42	37	34	33	45	67	33	45	37	42	42	67
6 × 1	6	± 0,1	4,0		0,90	40	33	29	27	27	36	53	27	36	29	33	33	53
6 × 1,5	6	± 0,1	3,0		1,35	–	56	49	45	44	60	89	44	60	49	56	56	89
6 × 2	6	± 0,1	2,0	± 0,2	1,80	–	83	73	67	67	90	133	67	90	73	83	83	133
8 × 1	8	± 0,1	6,0		0,90	29	24	21	19	19	26	38	19	26	21	24	24	38
8 × 1,25	8	± 0,1	5,5		1,12	37	31	27	25	25	33	49	25	33	27	31	31	49
8 × 1,5	8	± 0,1	5,0		1,35	46	38	34	31	31	42	62	31	42	34	38	38	62
8 × 2	8	± 0,15	4,0		1,80	–	56	49	45	44	66	89	44	60	49	56	56	89
9 × 1,5	9	± 0,15	6,0		1,35	–	33	29	27	27	36	53	27	36	29	33	33	53
10 × 1	10	± 0,1	8,0		0,90	–	19	16	15	15	20	30	15	20	16	19	19	30
10 × 1,25	10	± 0,12	7,5		1,12	–	–	–	–	19	26	38	19	26	21	24	24	38
10 × 2	10	± 0,15	6,0		1,80	–	42	37	34	33	45	67	33	45	37	42	42	67
11 × 1,5	11	± 0,15	8,0		1,35	–	26	23	21	21	28	42	21	28	23	26	26	42
12 × 1,5	12	± 0,15	9,0		1,35	29	24	21	19	19	26	38	19	26	21	24	24	38
12 × 2	12	± 0,15	8,0		1,80	–	33	29	27	27	36	53	27	36	29	33	33	53
12,5 × 1,25	12,5	± 0,15	10,0	± 0,3	1,12	–	19	16	15	15	20	30	15	20	16	19	19	30
14 × 2	14	± 0,15	10,0		1,80	–	–	–	–	22	30	44	22	30	24	28	28	44
15 × 1	15	± 0,15	13,0		0,90	–	12	11	10	10	13	19	10	13	10	12	12	19
15 × 1,5	15	± 0,15	12,0		1,35	22	19	16	15	15	20	30	15	20	16	19	19	30
16 × 2	16	± 0,15	12,0		1,80	29	–	–	–	19	26	38	19	26	21	24	24	38
18 × 2	18	± 0,15	14,0		1,80	–	21	19	17	17	23	33	17	23	18	21	21	33
20 × 2	20	± 0,15	16,0		1,80	–	19	16	15	15	20	30	15	20	16	19	19	30

s_{Nenn} ist die Nenn-Wanddicke

[1]) Die angegebenen Grenzabmaße für Außendurchmesser, Innendurchmesser und Wanddicken können nicht gleichzeitig voll ausgenutzt werden (wegen der Koaxialität). Jede Stelle des Rohres muß innerhalb der Grenzabmaße liegen.

Tabelle 4: Vergleichsspannung

Kurzzeichen	PA 6 PA 6-H	PA 6-HIHL	PA 6-HIPHL	PA 6-HIPH	PA 11-P PA 11-PH PA 11-PHL	PA 11-PHLY
σ_v N/mm^2	10	8,3	7,3	6,7	6,7	9,0

Kurzzeichen	PA 11 PA 11-H PA 11-HL	PA 12-P PA 12-PH PA 12-PHL	PA 12-PHLY	PA 12-HIPH PA 12-HIPHL			PA 12 PA 12-H PA 12-HL
				Typ 1	Typ 2	Typ 3	
σ_v N/mm^2	13,3	6,7	9,0	7,3	8,3	8,3	13,3

Die Werte für die Vergleichsspannung der PA 6-Typen gelten unter Zugrundelegung eines Wassergehaltes nach Tabelle 7.
σ_v beinhaltet gegenüber $\sigma_{v\,min}$ aus Tabelle 7 einen Sicherheitsbeiwert von $S = 3$.

6.4 Durchführung

6.4.1 Dichte

Prüfung nach DIN 53479 bei 23 °C

6.4.2 Schmelztemperatur

Prüfung mit dem Verfahren B1 nach DIN 53736

6.4.3 Wassergehalt

Vereinfacht geprüft wird in der Weise, daß bei weichmacherfreien Rohren ein Abschnitt des Rohres 48 h bei 105 °C in einem Wärmeschrank nach DIN 50011-12 getrocknet wird. Der dabei entstehende Gewichtsverlust entspricht mit einer Abweichung von 0,2 % (absolut) dem Wassergehalt.

6.4.4 Extrahierbare Anteile

Die Prüfung erfolgt nach DIN 53738 über eine Extraktionszeit von (18 ± 1) h beim Verfahren A.

Die Zerkleinerung der Rohrproben erfolgt im angelieferten Zustand mit einem geeigneten Zerkleinerungsgerät, z. B. mit einer Schere, Säge, Mühle oder einem Bleistiftspitzer. Zur Extraktion wird eine Granulatfraktion benutzt, die durch die Drahtsiebböden 500 µm und 3,15 mm nach DIN ISO 3310-1 begrenzt wird. Als Extraktionsflüssigkeit wird Ethanol benutzt.

6.4.5 Vergleichsspannung/Berstdruck

Die Prüfung erfolgt nach DIN 53758 (Kurzzeit-Innendruckversuch).

Geeignete Druckübertragungsmittel sind z. B. Mineralöl, Siliconöl oder Wasser. Der Probekörper, einschließlich seiner Armaturen, ist vollständig zu temperieren.

Als Temperierflüssigkeiten sind inerte Flüssigkeiten zu verwenden, wie z. B. Polyglykol mit einer molaren Masse von 400 g/mol und Siliconöle.

Zur Auswertung wird nach Abschnitt 6 von DIN 53758:1975-02 vorgegangen.

Die Vergleichsspannung wird nach 3.2 berechnet.

Die Innendruckprüfung ist zu beginnen, wenn der Probekörper 1 h in der auf Prüftemperatur gebrachten Temperierflüssigkeit eingetaucht war.

Von jedem Rohrtyp sind bei jeder gewünschten Temperaturstufe 5 Einzelwerte zu ermitteln, deren Mittelwerte in einem Diagramm in Temperaturabhängigkeit aufgetragen werden. Die so erhaltenen Kurvenzüge werden zur Bewertung des Druckausnutzungsgrades bei höheren Temperaturen im Vergleich zur effektiv erreichten Vergleichsspannung bei 23 °C benutzt.

6.4.6 Schlagarbeit

Die Prüfung erfolgt nach DIN 53453, mit folgenden Besonderheiten:

- Auftreffgeschwindigkeit 3,6 bis 4 m/s (vorzugsweise 3,8 m/s) und einem Arbeitsvermögen von 7,5 J; siehe Anhang B,
- mindestens 50 mm lange, plane Rohrabschnitte,
- Temperaturen von (23 ± 2) °C und (−40 ± 3) °C.

Für die Prüfung bei −40 °C ist der Probekörper mindestens 1 h zu kühlen und nach Aufbringen auf das Querjoch des Pendelschlagwerks (Auflagerabstand 40 mm) innerhalb von 5 s dem Schlagbiegeversuch zu unterziehen. Die beim Bruch der Probe verbrauchte Schlagarbeit wird aufgenommen. Versuche mit reiner Deformation (ohne Bruch oder Anriß) werden als "nicht gebrochen" gewertet, d. h., sie erfüllen die Anforderungen der Tabelle 7, ungeachtet des Wertes der Schlagarbeit.

6.4.7 Stabilisierung gegen Wärmealterung

Die Prüfung erfolgt, nach einer Lagerzeit von (70 ± 2) h, bei einer Temperatur von (150 ± 2) °C, im Umluftofen und nach einer Abkühlung im Exsikkator auf (23 ± 2) °C, nach 6.4.6, jedoch nur bei (23 ± 2) °C.

ANMERKUNG: Prüfzweck ist eine Kurzprüfung auf das Vorhandensein eines Stabilisators.

Tabelle 5: Richtwerte von Gewichten

Nenngröße	PA 6, PA 6-H [1]		PA 6-HIHL [1]		PA 6-HIPHL [1]		PA 6-HIPH [1]		PA 11-P, PA 11-PH, PA 11-PHL		PA 11-PHLY		PA 11, PA 11-H, PA 11-HL		PA 12-P, PA 12-PH, PA 12-PHL		PA 12-PHLY		PA 12-HIPH PA 12-HIPHL		PA 12, PA 12-H, PA 12-HL	
$d_1 \times s_{Nenn}$	Gewicht [2] kg/100 m	Dichte kg/dm³	Gewicht [2] kg/100 m	Dichte kg/dm³	Gewicht [2] kg/100 m	Dichte kg/dm³	Gewicht [2] kg/100 m	Dichte kg/dm³	Gewicht kg/100 m	Dichte kg/dm³	Gewicht kg/100 m	Dichte kg/dm³	Gewicht kg/100 m	Dichte kg/dm³	Gewicht kg/100 m	Dichte kg/dm³	Gewicht kg/100 m	Dichte kg/dm³	Gewicht kg/100 m	Dichte kg/dm³	Gewicht kg/100 m	Dichte kg/dm³
4 × 0,75	0,87		0,82		0,82		0,86		0,80		0,80		0,79		0,79		0,78		0,79		0,77	
4 × 0,85	0,95		–		–		–		0,88		0,87		0,87		0,87		0,86		0,87		0,85	
4 × 1	1,07		1,00		1,01		1,06		0,99		0,98		0,97		0,97		0,96		0,97		0,95	
5 × 1	1,42		1,33		1,34		1,41		1,32		1,31		1,29		1,29		1,28		1,29		1,27	
6 × 1	1,78		1,67		1,69		1,76		1,65		1,63		1,62		1,62		1,60		1,62		1,59	
6 × 1,5	–		2,25		2,27		2,38		2,23		2,20		2,18		2,18		2,16		2,18		2,14	
6 × 2	–		2,66		2,69		2,81		2,64		2,61		2,59		2,59		2,56		2,59		2,54	
8 × 1	2,49		2,34		2,36		2,47		2,31		2,29		2,26		2,26		2,24		2,26		2,22	
8 × 1,25	3,00		2,81		2,84		2,97		2,78		2,76		2,73		2,73		2,70		2,73		2,68	
8 × 1,5	3,46		3,25		3,28		2,43		3,21		3,18		3,15		3,15		3,12		3,15		3,09	
8 × 2	–		4,00		4,03		4,22		3,96		3,92		3,88		3,88		3,84		3,88		3,81	
9 × 1,5	–	1,13	3,74	1,06	3,78	1,07	3,95	1,12	3,71	1,05	3,67	1,04	3,64	1,03	3,64	1,03	3,60	1,02	3,64	1,01	3,57	1,01
10 × 1	–		3,00		3,03		3,17		2,97		2,94		2,91		2,91		2,88		2,91		2,85	
10 × 1,25	–		–		–		–		3,61		3,57		3,54		3,54		3,50		3,54		3,47	
10 × 2	–		5,33		5,38		5,63		5,28		5,23		5,17		5,17		5,12		5,17		5,07	
11 × 1,5	–		4,75		4,79		5,01		4,70		4,65		4,61		4,61		4,56		4,61		4,52	
12 × 1,5	5,59		5,24		5,29		5,54		5,19		5,14		5,09		5,09		5,04		5,09		5,00	
12 × 2	–		6,66		6,72		7,04		6,59		6,53		6,47		6,47		6,41		6,47		6,34	
12,5 × 1,25	–		4,68		4,73		4,95		4,64		4,59		4,55		4,55		4,50		4,55		4,46	
14 × 2	–		–		–		–		7,91		7,84		7,76		7,76		7,69		7,76		7,61	
15 × 1	–		4,66		4,71		4,93		4,62		4,57		4,53		4,53		4,48		4,53		4,44	
15 × 1,5	7,19		6,74		6,81		7,13		6,68		6,61		6,55		6,55		6,49		6,55		6,42	
16 × 2	9,44		–		–		–		9,23		9,14		9,06		9,06		8,97		9,06		8,88	
18 × 2	–		10,66		10,76		11,26		10,55		10,45		10,35		10,35		10,25		10,35		10,15	
20 × 2	–		11,99		12,10		12,66		11,87		11,76		11,64		11,64		11,53		11,64		11,42	

[1] Unter Zugrundelegung eines Massenanteiles von (2,5 ± 0,5) % Wasser

[2] Berechnet für das Nennmaß mit einer mittleren Dichte wie angegeben

Tabelle 6: Druckausnutzungsgrad (Richtwerte)

Temperatur °C	Druckausnutzungsgrad %							
	PA 6, PA 6-H	PA 6-HIHL PA 6-HIPH PA 6-HIPHL	PA 11 PA 11-H; PA 11-HL PA 12 PA 12-H; PA 12-HL	PA 11-P PA 11-PH; PA 11-PHL PA 12-P PA 12-PH; PA 12-PHL	PA 11-PHLY*) PA 12-PHLY	PA 12-HIPH PA 12-HIPHL		
						Typ 1	Typ 2	Typ 3
−60 bis + 23	100	100	100	100	100	100		
−60 bis + 30	83	80	81	87	85	83		
−60 bis + 40	71	62	61	74	73	71		
−60 bis + 50	58	55	50	64	65	62		
−60 bis + 60	54	49	44	57	59	55		
−60 bis + 70	51	46	39	52	54	49		
−60 bis + 80 [1])	48	43	34	47	50	45		
−60 bis + 90	46	41	31	44	47	41		
−60 bis + 100	41	39	28	40	43	37		
−60 bis + 110	36	36	26	36	39	34		
−60 bis + 120	33	33	23	33	35	31		
−60 bis + 130	30	29	21	30	31	29		

[1]) Oberhalb 80 °C sind allgemein Rohre aus wärmestabilisierten Formmassen erforderlich. Bei direkter Einwirkung von Sonnenstrahlung ist eine zusätzliche Rußpigmentierung notwendig.

*) Es ist beabsichtigt, diese Werte nach einem Jahr zu überprüfen.

7 Lieferart

Die Rohre werden in Rollen, Bündeln oder Festlängen geliefert. Weitere Lieferarten, z. B. warmumgeformte Rohre und Rohre mit Anschlüssen, nach Vereinbarung.

8 Kennzeichnung

Rohre, die den Anforderungen nach Abschnitt 5 entsprechen, sind bei jeder Lieferart (Festlänge, Rolle oder Bündel) mit einem Etikett zu versehen. Aus diesem muß folgendes ersichtlich sein: Verbandszeichen, Zählnummer der Norm, Außendurchmesser und Wanddicke, Kurzzeichen nach Tabelle 1 und Farbkurzzeichen nach 5.2.1.2, Länge in m und Herstellerzeichen, z. B.:

DIN 73378 – 12,5 × 1,25 – PA 11-PHL – sw – 5 m (Herstellerzeichen)

Darüber hinaus müssen die Rohre durch Bedrucken in einer Teilung von maximal 350 mm gekennzeichnet werden. Diese Kennzeichnung darf die mechanischen Eigenschaften nicht beeinträchtigen und muß enthalten: Verbandszeichen, Zählnummer der Norm, Außendurchmesser und Wanddicke, Kurzzeichen nach Tabelle 1 und Herstellerzeichen, z. B.:

DIN 73378 – 12,5 × 1,25 – PA 11-PHL (Herstellerzeichen)

Tabelle 7: Mechanische und sonstige Eigenschaften, Anforderungen an das Rohr

Eigenschaft		PA 6 PA 6-H	PA 6-HIHL	PA 6-HIPHL	PA 6-HIPH	PA 11-P PA 11-PH PA 11-PHL	PA 11 PA 11-H PA 11-HL	PA 11-PHLY	PA 12-P PA 12-PH PA 12-PHL	PA 12-PHLY	PA 12-HIPH PA 12-HIPHL			PA 12 PA 12-H PA 12-HL	Prüf-verfahren nach
											Typ 1	Typ 2	Typ 3		
Dichte	kg/dm³	1,12 bis 1,14	1,05 bis 1,07	1,06 bis 1,08	1,11 bis 1,13	1,04 bis 1,06	1,02 bis 1,04	1,03 bis 1,05	1,02 bis 1,04	1,01 bis 1,03	1,01 bis 1,04	1,10 bis 1,04	1,02 bis 1,04	1,00 bis 1,02	DIN 53479
Schmelz-temperatur °C	± 5 °C	220	220	214	214	182	186	184	172	174	172	172	185	176	DIN 53736 Verfahren B1
Wassergehalt bei Anlieferung	Massenanteil %	2,5 ± 0,5	2,0 ± 0,5	2,0 ± 0,5	2,5 ± 0,5	[1]	[1]	[1]	[1]	[1]	[1]	[1]	[1]	[1]	6.4.3
Extrahierbare Anteile	Massenanteil %	≤ 5	≤ 5	10 ± 2	17 ± 2	14 ± 2	≤ 4	9 ± 2	14 ± 2	9 ± 2	12 ± 2	8 ± 2	8 ± 2	≤ 4,0	6.4.4
Vergleichsspannung $\sigma_{v\,min}$	N/mm² bei 23 °C	30	25	22	20	20	40	27	20	27	22	25	25	40	6.4.5
Schlagarbeit in J min. bei	(23 ± 2) °C	Kein Bruch													6.4.6
	(- 40 ± 3) °C	1	Kein Bruch	Kein Bruch	Kein Bruch	6	6	Kein Bruch	6	Kein Bruch	Kein Bruch	Kein Bruch	Kein Bruch	6	
Elastizitätsmodul von spritzfrischen Probekörpern in trockenem Zustand nach DIN 16773-1	N/mm² bei 23 °C	> 2500 ≤ 3500	> 1500 ≤ 2500	> 450 ≤ 600	> 450 ≤ 600	> 350 ≤ 450	> 800 ≤ 1500	> 450 ≤ 600	> 350 ≤ 450	> 450 ≤ 600	> 350 ≤ 450	> 400 ≤ 500	> 350 ≤ 450	> 800 ≤ 1500	–

[1] Prüfung nicht erforderlich, weil Wassergehalt ohne praktische Bedeutung.

Anhang A (informativ)

Literaturhinweise

DIN 16982 Rohre aus Polyamid (PA) – Maße

Anhang B (informativ)

Erläuterungen

Die Erstellung der Norm war notwendig geworden, nachdem sich die Rohre aus den zugrundeliegenden Polyamiden in der Praxis bei der Anwendung als Kraftstoffleitungen, Schmierstoffleitungen, Verbindungsleitungen für Hydraulikflüssigkeiten, Druckluftleitungen, Unterdruckleitungen u. a. durchgesetzt haben. Die Leitungen werden anstelle von Metallrohren bzw. Gummischläuchen eingesetzt.

Für Kraftstoffleitungen und Unterdruckleitungen sind entsprechend den Praxiserfahrungen alle hier genannten Polyamidtypen gleich gut geeignet.

Bei der Anwendung von Rohren aus PA 6 ist zu beachten, daß diese Rohre im Anlieferungszustand einen Wassergehalt aufweisen, der sich unter Einwirkung höherer Betriebstemperaturen und geringer Umgebungsluftfeuchte verringern kann. Hierdurch wird die Zähigkeit vermindert; das Betriebsverhalten bei schlagartiger und schwingender Beanspruchung (Fahrzeuge mit Dieselmotoren) kann damit ungünstig beeinflußt werden. Ähnliche Verhältnisse ergeben sich bei niedrigen Temperaturen. Rohre aus PA 6 sollen nicht in Verbindung mit zinkhaltigen Teilen unter Streusalzeinwirkung und mit anderen Zinkionenbildnern verwendet werden. Rohre aus Polyamiden sind gegen Einwirkung von Batteriesäure zu schützen.

Die Rohrwerkstoffe werden im allgemeinen naturfarben (weißlich) oder in schwarzer Einfärbung (Rußzusatz) angewendet. Während die erforderliche Wärmealterungsbeständigkeit der naturfarbenen Ausführung im allgemeinen bis 80 °C gegeben ist, bewirkt eine Hitzestabilisierung eine Anhebung dieser Grenztemperatur; die Alterungsbeständigkeit gegen Sonnenlicht (UV-Strahlen) wird durch eine Rußpigmentierung verbessert.

Bei der Auswahl der Lackwerkstoffe und Lösungsmittel ist auf mögliche Rohrschädigung zu achten.

Die Polyamidrohre können, insbesondere bei kleineren Rohrdurchmessern und bei den relativ flexiblen Typen PA 11 P, PA 11-PH; PA 11-PHL; PA 12-P; PA 12-PH; PA 12-PHL; PA 12-HIPHL; PA 12-HIPH; PA 6-HIHL; PA 6-HIPHL und PA 6-HIPH häufig ohne Vorbiegen verlegt werden. In anderen Fällen ist ein Warmformen in geeigneten Werkzeugen bei höheren Temperaturen notwendig.

Für Leitungen mit Unterdruck oder Überdruck stehen die verschiedensten Verbindungselemente aus Metall und Kunststoff zu Verfügung. Gummischlauchabschnitte, gegebenenfalls in Verbindung mit Schlauchschellen bzw. -bindern, können ebenso verwendet werden.

Einschlaganschlüsse – z. B. nach DIN 73377 – haben sich zur sicheren Verbindung für druckbeanspruchte Leitungen (Betriebsüberdrücke siehe Tabelle 3) allgemein bewährt.

Bei der Festlegung der Anforderungen nach 5.4.1 und 5.4.2 ist der Arbeitskreis von prüftechnischen Unterlagen und den bislang vorliegenden Praxiserfahrungen ausgegangen. Die dort angegebenen Daten sollen als Richtwerte angesehen werden, die in kritischen Fällen gegebenenfalls in Praxisversuchen bestätigt werden müssen.

Die Erstellung dieser Norm erfolgte in Abstimmung mit dem FNK-AA 402 "Halbzeug aus Thermoplasten" bezüglich der gebräuchlichen Rohrabmessungen sowie mit dem FNK-UA 303.4 "Polyamid-Formmassen" bezüglich Fragen der Typnomenklatur und dem FNK-UA 504.2 bezüglich Fragen der Prüftechnik.

Verschiedentlich werden Rohre aus Polyamid als "Schläuche" bezeichnet. Diese Benennung wurde jedoch bei der Mehrzahl der Hersteller und Verbraucher aus folgenden Gründen vermieden:

1. DIN 8072 spricht bei dem im Vergleich zu Polyamiden weicheren Werkstoff "Polyethylen niedriger Dichte" (PE-LD) ebenfalls von "Rohren".
2. Im Gegensatz zu handelsüblichen "Schläuchen" sind bei dem Werkstoff Polyamid Rohr-Verschraubungen anwendbar.
3. Die Benennung "Schläuche" wäre nur bei den weichgemachten Polyamidtypen und auch bei diesen nur bei kleineren Rohr-Außendurchmessern gerechtfertigt.

Im Sinne einer einheitlichen Benennung wird deshalb in dieser Norm die Benennung "Rohre" (aus Polyamid) angeführt.

Abschnitt 6.4.6 "Schlagarbeit"

Die Werte für die Schlagarbeit (siehe Tabelle 7) wurden hauptsächlich mit einem Pendel mit 7,5 J Arbeitsvermögen ermittelt. Es sollte eine klarstellende Vereinbarung zwischen Rohrherstellern und -anwendern getroffen werden. Es ist beabsichtigt, weitere Ausarbeitungen durchzuführen.