

Rohre aus glasfaserverstärktem Polyesterharz (UP-GF)

geschleudert, gefüllt
Teil 2: Allgemeine Güteanforderungen, Prüfung

DIN
16869-2

ICS 23.040.20

Ersatz für
Ausgabe 1986-11

Deskriptoren: Rohr, Kunststoffrohr, glasfaserverstärkter Kunststoff, Güteanforderung

Centrifugally cast, filled glass fibre reinforced unsaturated polyester resin (UP-GF) pipes – Part 2: General quality requirements, testing

Vorwort

Diese Norm wurde vom Arbeitsausschuß 505.1 "Rohre und Rohrleitungsteile aus Reaktionsharzformstoffen" des Normenausschusses Kunststoffe (FNK) erstellt.

Änderungen

Gegenüber DIN 16869-2:1986-11 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- Inhalt der Norm wurde vollständig überarbeitet.

Frühere Ausgaben

DIN 16869-2: 1986-11

1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für geschleuderte Rohre aus gefüllten, glasfaserverstärkten Kunststoffen (GFK) auf Basis von ungesättigten Polyesterharzen (UP-Harz) mit Maßen nach DIN 16869-1.

Die Rohre sind nach Steifigkeitsklassen festgelegt, denen Nenndruckstufen zugeordnet sind. Sie werden vorwiegend unterirdisch verlegt und durch Innendruck $\geq$ PN 4 beansprucht oder drucklos betrieben.

In technischen Lieferbedingungen für bestimmte Anwendungsgebiete können einzelne Anforderungen wegfallen oder ergänzt werden.

2 Normative Verweisungen

DIN 16869-1

Rohre aus glasfaserverstärktem Polyesterharz (UP-GF); geschleudert, gefüllt – Teil 2: Maße

DIN 16946-2

Reaktionsharzformstoffe – Gießharzformstoffe – Teil 2: Typen

DIN 53444

Prüfung von Kunststoffen – Zeitstand-Zugversuch

DIN 53452

Prüfung von Kunststoffen – Biegeversuch

DIN 53455

Prüfung von Kunststoffen – Zugversuch

DIN 53758

Prüfung von Kunststoff-Fertigteilen – Kurzzeit-Innendruckversuch an Hohlkörpern

DIN 53769-2

Prüfung von Rohrleitungen aus glasfaserverstärkten Kunststoffen – Teil 2: Zeitstand-Innendruckversuch an Rohren

DIN 53769-3

Prüfung von Rohrleitungen aus glasfaserverstärkten Kunststoffen – Teil 3: Langzeit-Scheiteldruckversuch an Rohren

DIN 53769-4

Prüfung von Rohrleitungen aus glasfaserverstärkten Kunststoffen – Teil 4: Kurzzeit-Scheiteldruckversuch an Rohren

DIN 61855

Textilglas – Textilglasrovings für die Kunststoffverstärkung – Technische Lieferbedingungen

DIN ISO 3310-1

Analysensiebe – Anforderungen und Prüfung – Teil 1: Analysensiebe mit Metalldrahtgewebe; Identisch mit ISO 3310-1:1990

3 Formelzeichen und Indizes

A Abminderungsfaktor

Indizes: B für Bruch

I für Instabilität/E-Modul

1 für Langzeit-Belastung

2 für Medienangriff

3 für Temperatureinfluß

C_a Verhältnis p_v zu p_v , 6 min

C₁ Mindestvielfaches des Nenndruckes – Kurzzeit

Fortsetzung Seite 2 bis 6

Normenausschuß Kunststoffe (FNK) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.
Normenausschuß Rohre, Rohrverbindungen und Rohrleitungen (FR) im DIN
Normenausschuß Wasserwesen (NAW) im DIN

C_2	Mindestvielfaches des Nenndruckes – 10 000 Stunden
C_3	Mindestvielfaches des Nenndruckes – 24 Stunden
DN	Nennweite
E_1	Elastizitätsmodul nach 1 Stunde Standzeit
E_{24}	Elastizitätsmodul nach 24 Stunden Standzeit
F_{AZ}	Längszugkraft
F_B	Bruchkraft
F_{RZ}	Ringzugkraft
K_n	Kriechneigung
PN	Nenndruck
R_R	Verhältnis $p_{v,50}$ zu $p_{v,6\text{ min}}$
S_b	Sicherheit gegen Versagen infolge Umfangsbiegung
S_z	Sicherheit gegen Versagen infolge Umfangszug (Innendruck)
SN	Nennsteifigkeit
S_R	Kurzzeit-Ringsteifigkeit
$S_{R,1}$	Ringsteifigkeit nach 1 Stunde Standzeit
$S_{R,24}$	Ringsteifigkeit nach 24 Stunden Standzeit
$S_{R,50}$	Langzeit-Ringsteifigkeit nach 50 Jahren Standzeit
b	Probenbreite
d_3	Rohr-Außendurchmesser
d_m	mittlerer Rohrdurchmesser
$\Delta d_{v,1}$	Vertikaldeformation nach 1 Stunde Standzeit
$\Delta d_{v,24}$	Vertikaldeformation nach 24 Stunden Standzeit
f_1	Durchbiegung nach 1 Stunde Standzeit
f_{24}	Durchbiegung nach 24 Stunden Standzeit
p_v	Kurzzeit-Versagensdruck
$p_{v,6\text{ min}}$	Versagensdruck nach 6 Minuten Standzeit
$p_{v,24}$	Versagensdruck nach 24 Stunden Standzeit
$p_{v,10\,000}$	Versagensdruck nach 10 000 Stunden Standzeit
$p_{v,50}$	Versagensdruck nach 50 Jahren Standzeit
s_5	Gesamtwanddicke
$\varepsilon_{\text{vorh}}$	vorhandene Umfangsdehnung

4 Werkstoff

Glasfaserverstärkter Kunststoff (GFK) auf Basis ungesättigter Polyesterharze (UP-Harz).

Der Werkstoff ist naturfarben; Einfärbungen sind zu vereinbaren.

Ungesättigtes Polyesterharz, mindestens Typ 1130 nach DIN 16946-2.

Die Wahl von Härtern und Beschleunigern sowie anderer Verarbeitungshilfsmittel bleibt dem Rohrerhersteller überlassen.

Textilglasrovings, geschnitten, aus E-Glas nach DIN 61855.

Quarzsand und Calciumcarbonatsand mit einer Korngröße von 0,25 mm bis 1 mm (Sieblinie mit Drahtsiebboden nach DIN ISO 3310-1) sowie Calciumcarbonatmehl.

5 Anforderungen

5.1 Lieferzustand

Die Rohre müssen frei von Fehlstellen sein, die die Einsatzfähigkeit beeinträchtigen und über die Rohrlänge und den Rohrumfang einen gleichmäßigen Wandaufbau haben.

Falls erforderlich, sind die Schnittstellen nachträglich zu versiegeln.

Die Prüfung wird nach 6.1 durchgeführt.

5.2 Maß- und Formtoleranzen

Der Rohr-Außendurchmesser d_3 , die Mindestwanddicke $s_{5\text{ min}}$ und die Rohrlänge müssen den Festlegungen der DIN 16869-1 entsprechen.

Anforderungen an die Rechtwinkligkeit der Rohrenden sind in den technischen Lieferbedingungen für die entsprechenden Anwendungsgebiete festgelegt.

Die Abweichung einer äußeren Mantellinie eines Rohres von der Geraden darf die in Tabelle 1 angegebenen Werte nicht überschreiten.

Tabelle 1

Nennweite DN	Geradheitstoleranz mm/m Rohrlänge
bis 500	10
über 500 bis 900	7
über 900	5

Die Prüfung wird nach 6.2 durchgeführt.

5.3 Kurzzeit-Ringsteifigkeit

Die Kurzzeit-Ringsteifigkeit S_R der Rohre muß mindestens den in Tabelle 2 angegebenen Werten entsprechen.

Tabelle 2

Nennsteifigkeit	Kurzzeit-Ringsteifigkeit S_R N/mm ²
SN 630	0,005
SN 1 250	0,01
SN 2 500	0,02
SN 5 000	0,04
SN 10 000	0,08

Die Prüfung wird nach 6.3 durchgeführt.

5.4 Langzeit-Ringsteifigkeit

Die Langzeit-Ringsteifigkeit $S_{R,50}$ der Rohre muß mindestens den in Tabelle 3 angegebenen Werten entsprechen.

Tabelle 3

Nennsteifigkeit	Langzeit-Ringsteifigkeit $S_{R,50}$ N/mm ²	
	Nenndruck	
	PN 1	PN 4 bis PN 16
SN 630	0,002	—
SN 1 250	0,004	—
SN 2 500	0,008	0,01
SN 5 000	0,016	0,02
SN 10 000	0,032	0,04

Zwischenwerte der Langzeit-Ringsteifigkeit für andere Zeiten können wie folgt bestimmt werden:

In einem Diagramm mit doppellogarithmischem Maßstab werden die Werte der Kurzzeit-Ringsteifigkeit S_R bei $5 \cdot 10^{-2}$ h und der extrapolierten Langzeit-Ringsteifigkeit $S_{R,50}$ bei $4,4 \cdot 10^5$ h eingetragen und die beiden Punkte mit einer Geraden verbunden. Aus diesem Diagramm können für beliebige Zeiten die Werte der Ringsteifigkeit abgelesen werden (dieses Verfahren ist auch mathematisch durchführbar).

Die Prüfung wird nach 5.4 durchgeführt.

ANMERKUNG: Das Verhältnis $S_R/S_{R,50}$ ist das Produkt $A_{1I} \cdot A_{2I} \cdot A_{3I}$. Der Faktor A_{1I} ist ein Maß für das Kriechen des Werkstoffes infolge Langzeitbelastung, der Faktor A_{2I} für die Abminderung des Elastizitätsmoduls infolge Medieneinwirkung. Der Faktor A_{3I} ist ein Maß für die Abminderung des Elastizitätsmoduls infolge dauernder Einwirkung von erhöhten Temperaturen. Bei Prüfung bei Raumtemperatur nach 6.4 ist $A_{3I} = 1$ zu setzen.

5.5 Verformbarkeit beim Kurzzeit-Scheiteldruckversuch

Im Scheiteldruckversuch müssen die Rohre mindestens die in Tabelle 4 festgelegten Vertikalverformungen erreichen.

Tabelle 4

Nennsteifigkeit	SN 630	SN 1250	SN 2500	SN 5000	SN 10000
Grenzwert A	21 %	18 %	15 %	12 %	9 %
Grenzwert B	35 %	30 %	25 %	20 %	15 %

Dabei ist:

Grenzwert A: keine sichtbaren Schäden an den Rohroberflächen

Grenzwert B: kein Versagen durch Delamination oder Faserbruch

Die Prüfung wird nach 6.5 durchgeführt.

5.6 Verformbarkeit beim Langzeit-Scheiteldruckversuch

Im Langzeit-Scheiteldruckversuch müssen die Rohre mindestens die in Tabelle 5 festgelegten Vertikalverformungen erreichen.

Tabelle 5

Nennsteifigkeit	SN 2500	SN 5000	SN 10000
Grenzwert C	15 %	12 %	9 %
Grenzwert D	20 %	16 %	12 %

Dabei ist:

Grenzwert C: extrapolierte Langzeitwert für 50 J. ohne Versagen (Kriechen)

Grenzwert D: Langzeitwert für 24 h ohne Versagen (Relaxation)

Zwischenwerte der Langzeit-Verformbarkeit für andere Zeiten können wie folgt bestimmt werden:

In einem Diagramm mit doppellogarithmischem Maßstab werden die Werte der Vertikalverformbarkeit (Grenzwert D) bei 24 h und der Vertikalverformbarkeit (Grenzwert C) bei $4,4 \cdot 10^5$ h eingetragen und die beiden Punkte mit einer Geraden verbunden. Aus diesem Diagramm können für beliebige Zeiten die Werte der Vertikalverformbarkeit abgelesen werden (dieses Verfahren ist auch mathematisch durchführbar).

Die Prüfung wird nach 6.6 durchgeführt.

ANMERKUNG: Unter Berücksichtigung bestimmter Verlegebedingungen und der dabei auftretenden Tangentialdehnungen lassen sich in Verbindung mit dem Grenzwert C die Sicherheiten S_b gegen Versagen infolge Umfangsbiegung berechnen.

5.7 Kurzzeit-Innendruckversuch

Der mittlere Kurzzeit-Versagensdruck p_v (Versagen durch Bruch (Bersten) oder Undichtwerden (Weeping)) aus geprüften Rohrproben muß mindestens dem 4fachen Wert (Faktor C_1) des Nenndrucks PN entsprechen. Dabei darf kein Einzelwert unter dem 3,5fachen Wert des Nenndruckes (Faktor $C_1 \geq 3,5$) liegen.

Der mittlere Kurzzeit-Versagensdruck p_v (Versagen durch Bruch (Bersten) oder Undichtwerden (Weeping)) aus geprüften Rohrproben muß mindestens dem 4fachen Wert (Faktor C_1) des Nenndruckes PN entsprechen. Dabei darf kein Einzelwert unter dem 3,5fachen Wert des Nenndruckes (Faktor $C_1 \geq 3,5$) liegen.

ANMERKUNG: Für eine Übertragung des Kurzzeit-Versagensdrucks p_v in ein Langzeit-Diagramm wird festgelegt, daß die Dauer des Kurzzeit-Innendruckversuchs mit 1 min ($= 1,67 \times 10^{-2}$ h) gleichzusetzen ist.

Die exakten Mindestvielfachen C_1 des Nenndruckes ($p_v = C_1 \times PN$) müssen nach folgender Gleichung ermittelt werden, wobei gegebenenfalls die Abhängigkeit vom Regressionsverhältnis R_R ($R_R = p_{v,50}/p_{v,6 \text{ min}}$ (nach Verfahren A der DIN EN 705 extrapolierte 50 Jahres-Wert zu intrapoliertem 6 min-Wert)) zu beachten ist:

$$C_1 = C_{KZ} \times C_2 \geq 3,5$$

Dabei ist:

C_1 das Mindestvielfache zur Ermittlung des erforderlichen Versagensdruckes p_v ;

C_{KZ} das Verhältnis zwischen Ergebnissen aus Kurzzeitversuchen und aus Langzeitprüfungen intrapolierten 6 min-Werten an Rohrproben mit vergleichbarem Wandaufbau. C_{KZ} ist mit folgender Gleichung zu bestimmen und/oder vom Rohrersteller anzugeben:

$$C_{KZ} = \frac{p_v}{p_{v, 6 \text{ min}}}$$

Dabei ist:

p_v der durch Prüfung, z. B. nach DIN 53758, ermittelte Versagensdruck;

$p_{v, 6 \text{ min}}$ der durch Intrapolation sich ergebende Innendruck gemäß Langzeit-Prüfergebnissen, z. B. nach DIN 53769-2;

C_2 der sich in Abhängigkeit vom Nenndruck PN ergebende Faktor nach Tabelle 6, wobei gegebenenfalls die zusätzliche Abhängigkeit vom Regressionsverhältnis R_R zu beachten ist.

Tabelle 6

Nenndruck PN	Faktor C_2 *)	Mindest-Versagensdruck $p_{v, 6 \text{ min}}$ bar
4	$\geq 3,5$	14
6	≥ 3	18
10		30
16		48

*) Die angegebenen C_2 -Werte gelten exakt nur für ein Regressionsverhältnis von $R_R = 0,5$, d. h. $p_{v, 6 \text{ min}} = 2 \times p_{v, 50}$. Für stark davon abweichende Verhältnisse sind gegebenenfalls andere Werte zu ermitteln.