

Rohre aus glasfaserverstärktem Polyesterharz (UP-GF)

Teil 2: Gewickelt, gefüllt
Allgemeine Güteanforderungen, Prüfung

DIN
16868-2

ICS 23.040.20

Deskriptoren: Rohr, glasfaserverstärkt, Polyesterharz, Kunststoff, Wasserwesen

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

Maße in mm

Drücke sind Überdrücke in bar

1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für gewickelte Rohre aus gefüllten, glasfaserverstärkten Kunststoffen (GFK) auf Basis von ungesättigten Polyesterharzen (UP-Harz).

Die Rohre sind nach Steifigkeitsklassen festgelegt, denen Nenndruckstufen zugeordnet sind. Sie werden vorwiegend unterirdisch verlegt und durch Innendruck $\geq$ PN 2,5 beansprucht oder drucklos betrieben.

Bei Verlegung dieser Rohre ist eine längskraftschlüssige Verbindung auszuschließen.

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

2 Formelzeichen

A	Abminderungsfaktor
Indizes:	B für Bruch
	1 für Instabilität/E-Modul
	1 für Langzeit-Belastung
	2 für Medienangriff
	3 für Temperatureinfluß
C₁	Mindestvielfaches des Nenndruckes – Kurzzeit
C₂	Mindestvielfaches des Nenndruckes – 10 000 Stunden
C₃	Mindestvielfaches des Nenndruckes – 24 Stunden
DN	Nennweite
E₁	Elastizitätsmodul nach 1 Stunde Standzeit
E₂₄	Elastizitätsmodul nach 24 Stunden Standzeit
F_{AZ}	Längszugkraft
F_B	Bruchkraft
F_{RZ}	Ringzugkraft
Kn	Kriechneigung
PN	Nenndruck
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
d₃	Rohr-Außendurchmesser
d_m	mittlerer Rohrdurchmesser
Δd_{v,1}	Vertikaldeformation nach 1 Stunde Standzeit
Δd_{v,24}	Vertikaldeformation nach 24 Stunden Standzeit
f₁	Durchbiegung nach 1 Stunde Standzeit
f₂₄	Durchbiegung nach 24 Stunden Standzeit
p_v	Kurzzeit-Versagensdruck
p_{v,24}	Versagensdruck nach 24 Stunden Standzeit
p_{v,10000}	Versagensdruck nach 10 000 Stunden Standzeit
p_{v,50}	Versagensdruck nach 50 Jahren Standzeit
s₅	Gesamtwanddicke
ε_{vorh}	vorhandene Umfangsdehnung

3 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 aus E-Glas nach DIN 61855-1 und DIN 61855-2.

Quarzsand mit einer Korngröße bis 1 mm (Sieblinie mit Drahtsiebböden nach DIN ISO 3310-1).

Fortsetzung Seite 2 bis 7

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

4 Anforderungen

4.1 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 5.1 durchgeführt.

4.2 Maß- und Formtoleranzen

Maße nach DIN 16868-1.

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 5.2 durchgeführt.

4.3 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 5.3 durchgeführt.

4.4 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 bis PN 4	PN 6	PN 10 bis PN 25
SN 630	0,002	—	—
SN 1 250	0,004	0,005	0,006
SN 2 500	0,008	0,01	0,012
SN 5 000	0,016	0,02	0,024
SN 10 000	0,032	0,04	0,048

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_{R50} ist das Produkt $A_{11} \cdot A_{21} \cdot A_{31}$. Der Faktor A_{11} ist ein Maß für das Kriechen des Werkstoffes infolge Langzeitbelastung, der Faktor A_{21} für die Abminderung des Elastizitätsmoduls infolge Medieneinwirkung. Der Faktor A_{31} ist ein Maß für die Abminderung des Elastizitätsmoduls infolge dauernder Einwirkung von erhöhten Temperaturen. Bei Prüfung bei Raumtemperatur nach 5.4 ist $A_{31} = 1$ zu setzen.

4.5 Verformbarkeit beim Kurzzeit-Scheiteldruckversuch

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

Tabelle 4

Nennsteifigkeit	SN 630	SN 1 250	SN 2 500	SN 5 000	SN 10 000
Grenzwert A	21 %	18 %	15 %	12 %	9 %
Grenzwert B	35 %	30 %	25 %	20 %	15 %

Dabei bedeuten:

Grenzwert A: keine sichtbaren Schäden an den Rohroberflächen

Grenzwert B: kein Versagen durch Delamination oder Faserbruch

Die Prüfung erfolgt nach 5.5.

4.6 Verformbarkeit beim Langzeit-Scheiteldruckversuch

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

Tabelle 5

Nenn- steifigkeit	SN 2 500	SN 5 000	SN 10 000
Grenzwert C	15 %	12 %	9 %
Grenzwert D	20 %	16 %	12 %

Dabei bedeuten:

Grenzwert C: extrapolierter Langzeitwert für 50 Jahre ohne Versagen (Kriechen)

Grenzwert D: Langzeitwert für 24 Stunden 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 erfolgt nach 5.6.

ANMERKUNG 1: 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.

ANMERKUNG 2: Für Rohre mit Nennsteifigkeiten unter SN 2 500 werden keine Langzeitanforderungen gestellt, da sie nicht unmittelbar durch langfristig wirkenden Erddruck, der Biegedehnungen hervorruft, beansprucht werden dürfen. Kurzzeitige Biegedehnungen können z.B. beim Transport der Rohre auftreten.

4.7 Kurzzeit-Innendruckversuch

Der Kurzzeit-Versagensdruck p_v (Versagen durch Bruch (Bersten) oder Undichtwerden (Weeping)) der Rohre muß mindestens dem 4fachen Wert (Faktor C_1) des Nenndrucks PN entsprechen.

Die exakten Mindestvielfachen C_1 des Nenndruckes ($p_v = C_1 \cdot PN$) müssen in Abhängigkeit von den Abminderungsfaktoren $A_{1B} \cdot A_{2B}$ den Festlegungen in Tabelle 6 entsprechen.

Tabelle 6

Nenndruck PN	C_1 Abminderungsfaktoren $A_{1B} \cdot A_{2B}$						
	1,5	1,75	2	2,5	3	3,5	4
2,5	4	4	4,2	5,3	6,3	7,4	8,4
4	4	4	4	5	6	7	8
6	4	4	4	4,8	5,7	6,7	7,6
10	4	4	4	4,5	5,4	6,3	7,2
16	4	4	4	4,5	5,4	6,3	7,2
25	4	4	4	4,5	5,4	6,3	7,2

Für Zwischenwerte von $A_{1B} \cdot A_{2B}$ sind die C_1 -Werte linear zu interpolieren.

Die Minimalwerte beziehen sich auf Mittelwerte (design values) der Qualitätskontrolle nach 4.4.2.1 von E DIN EN 705:1994-08.

ANMERKUNG: Die Abminderungsfaktoren $A_{1B} \cdot A_{2B}$ ($A_{1B} \hat{=}$ Festigkeitsverlust infolge Langzeitbelastung; $A_{2B} \hat{=}$ Festigkeitsverlust infolge Medieneinwirkung) aus Tabelle 6 sind durch Prüfung nach DIN 53769-2 zu ermitteln. Im Rahmen einer Erstprüfung ist als Druckübertragungsmittel Wasser zu verwenden. Das Verhältnis zwischen dem Kurzzeitversagensdruck p_v und dem extrapolierten Langzeitversagensdruck $p_{v,50}$ (siehe 4.8) ist die Abminderung $A_{1B} \cdot A_{2B}$ gegen Bruch/Undichtwerden. Mit den so ermittelten Abminderungsfaktoren lassen sich die C_1 -Werte für den Kurzzeit-Innendruckversuch nach Tabelle 6 festlegen. Die in dieser Tabelle festgelegten C_1 -Werte sind aus den Sicherheiten S_b und S_z unter Berücksichtigung von $C_1 \geq 4$ ermittelt worden.

Basierend auf der Forderung, daß $p_v \geq 4 \cdot PN$ ist, sind die Ringzugkräfte F_{RZ} entsprechend folgender Gleichung zu berechnen:

$$F_{RZ} = 0,05 \cdot p_v \cdot (d_3 - s_5) \quad (1)$$

Hierin bedeuten:

F_{RZ} Ringzugkraft in N/mm
 p_v Versagensdruck in bar
 d_3 Rohr-Außendurchmesser in mm
 s_5 Gesamtwanddicke in mm

Die in Tabelle 7 angegebenen Ringzugkräfte sind mit $p_v = 4 \cdot PN$ berechnet.