

# Nahtlose Präzisionsstahlrohre mit besonderer Maßgenauigkeit

## Technische Lieferbedingungen

# DIN

## 2391-2

ICS 23.040.10

Ersatz für Ausgabe 1981-07

Deskriptoren: Rohr, Stahlrohr, Präzisionsstahlrohr, Lieferbedingung, Maßgenauigkeit

Seamless precision steel tubes; Technical delivery conditions  
Tubes de précision en acier, sans soudure; Conditions techniques de livraison

Maße in mm

### 1 Anwendungsbereich

**1.1** Diese Norm gilt als Technische Lieferbedingung für kaltgefertigte, nahtlose Präzisionsstahlrohre mit besonderer Maßgenauigkeit nach DIN 2391 Teil 1 aus den in Abschnitt 4 genannten Stahlsorten.

Rohre nach dieser Norm werden hauptsächlich für Zwecke verwendet, bei denen es auf Maßgenauigkeit und gegebenenfalls auf kleine Wanddicke, gute Oberflächenbeschaffenheit und definierte mechanische Eigenschaften ankommt.

**1.2** Diese Norm gilt nicht für

- nahtlose kreisförmige Rohre aus unlegierten Stählen für besondere Anforderungen (DIN 1629)
- nahtlose kreisförmige Rohre aus unlegierten Stählen für besonders hohe Anforderungen (DIN 1630)
- nahtlose kreisförmige Rohre aus allgemeinen Baustählen für den Stahlbau (DIN 17 121)
- nahtlose kreisförmige Rohre aus Feinkornbaustählen für den Stahlbau (DIN 17 124)
- Stahlrohre für Fernleitungen für brennbare Flüssigkeiten und Gase (DIN 17 172)
- nahtlose kreisförmige Rohre aus kaltzähnen Stählen (DIN 17 173)
- nahtlose Rohre aus warmfesten Stählen (DIN 17 175)
- nahtlose kreisförmige Rohre aus Feinkornbaustählen für besondere Anforderungen (DIN 17 179)
- nahtlose kreisförmige Rohre aus Vergütungsstählen (DIN 17 204)
- nahtlose kreisförmige Rohre aus austenitischen nichtrostenden Stählen für besondere Anforderungen (DIN 17 458)

Auf Vereinbarung bei der Bestellung können nach den vorstehenden Technischen Lieferbedingungen Rohre mit den Maßen und Grenzabmaßen nach DIN 2391 Teil 1 im Gütegrad C geliefert werden.

### 2 Gütegrad

Die Rohre werden in folgenden Gütegraden geliefert:

- A Präzisionsstahlrohre ohne besondere Anforderungen, ohne Abnahmeprüfzeugnis
- C Präzisionsstahlrohre mit Sonderanforderungen

Diese Sonderanforderungen und entsprechende Prüfungen müssen vereinbart werden, wobei der Käufer bei Anfrage und in der Bestellung seine Forderungen anzugeben hat. Im Abschnitt 11 sind Beispiele für Rohre mit Sonderanforderungen angeführt.

### 3 Bestellbezeichnung

Die Rohre sind mit folgenden Einzelangaben zu bestellen:

- a) Menge
- b) Normenhinweis
- c) Gütegrad
- d) Stahlsorte
- e) Lieferzustand
- f) Außendurchmesser und Innendurchmesser, gegebenenfalls Außendurchmesser und Wanddicke, oder Innendurchmesser und Wanddicke
- g) Lieferlänge
- h) Bescheinigung über Werkstoffprüfung (falls vereinbart).

Die Bestellbezeichnung lautet dann, z. B. für 1000 m nahtlose Präzisionsstahlrohre, Gütegrad C, aus St 35, im Lieferzustand NBK nach DIN 2391 Teil 1, von Außendurchmesser  $D = 100$  mm und Innendurchmesser  $D_1 = 94$  mm, in Genauigkeiten von 4 000 mm, mit Bescheinigung 3.1.B nach EN 10 204 (entspricht DIN 50 049):

1 000 m Rohr DIN 2391 — C — St 35 NBK — 100 × ID 94 × 4 000 — 3.1.B

Ohne Angabe eines Gütegrades werden die Rohre nach Gütegrad A geliefert.

Ohne Angabe einer Lieferlänge werden Herstelllängen nach Abschnitt 9.3 geliefert.

Fortsetzung Seite 2 bis 10

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

## 4 Werkstoff

Die Rohre werden aus Elektro- oder Sauerstoffblasstahl hergestellt. Das Erschmelzungsverfahren sowie die Vergießungsart ist der Wahl des Herstellers überlassen.

Die Stähle werden beruhigt vergossen. Im einzelnen kommen die Stahlsorten nach Tabelle 1 in Frage.

**Tabelle 1: Stahlsorten**

Gütegrad	Stahlsorte — Bezeichnung		Frühere nationale Bezeichnung
	nach DIN EN 10 027-1	nach DIN EN 10 027-2	
A	S215GSiT	1.0211	St 30 Si
	S215GAiT	1.0212	St 30 Al
	S235G2T	1.0308	St 35
	S255GT	1.0408	St 45
	S355GT	1.0580	St 52
C	alle Stahlsorten nach Gütegrad A sowie sonstige Stähle		

## 5 Chemische Zusammensetzung

### 5.1 Schmelzenanalyse

Angaben über die chemische Zusammensetzung der Stähle enthält Tabelle 2. Geringe Abweichungen von diesen Angaben sind zulässig, wenn durch sie die Gebrauchseigenschaften der Rohre nicht beeinträchtigt werden.

### 5.2 Stückanalyse

Bei der Nachprüfung am fertigen Rohr sind gegenüber den Angaben in Tabelle 2 die Grenzabweichungen nach Tabelle 3 zulässig.

**Tabelle 2: Stahlsorten und chemische Zusammensetzung der Stähle (Schmelzenanalyse)**

Stahlsorte		Chemische Zusammensetzung %				
Kurzname	Werkstoffnummer	C max.	Si max.	Mn	P max.	S max.
St 30 Si	1.0211	0,10	0,30	≤ 0,55	0,025	0,025
St 30 Al	1.0212	0,10	0,05	≤ 0,55	0,025	0,025
St 35	1.0308	0,17	0,35	≥ 0,40	0,025	0,025
St 45	1.0408	0,21	0,35	≥ 0,40	0,025	0,025
St 52	1.0580	0,22	0,55	≤ 1,60	0,025	0,025

Der Zusatz von Mikrolegierungselementen ist wie folgt zulässig: Nb ≤ 0,03%; Ti ≤ 0,03%; V ≤ 0,05%; Nb + Ti + V ≤ 0,05%

**Tabelle 3: Grenzabweichungen der chemischen Zusammensetzung nach der Stückanalyse von den nach der Schmelzenanalyse geltenden Grenzwerten (siehe Tabelle 2)**

Element	Zulässige Abweichung der Stückanalyse von den geltenden Grenzwerten der Schmelzenanalyse Massenanteil in %
C	+0,02
Si	+0,03
Mn	+0,06 bzw. -0,06
P	+0,005
S	+0,005
Nb	+0,01
Ti	+0,01
V	+0,02

## 6 Lieferzustand

Die Rohre werden in einem der in Tabelle 4 aufgeführten Zustände geliefert.

**Tabelle 4: Lieferzustände**

Benennung	Kurzzeichen	Erklärung
zugblank-hart	BK	Keine Wärmebehandlung nach der letzten Kaltumformung. Die Rohre haben deshalb nur geringes Verformungsvermögen.
zugblank-weich	BKW	Nach der letzten Wärmebehandlung erfolgt ein Kaltzug mit geringem Umformgrad. Bei sachgemäßem Weiterverarbeiten läßt sich das Rohr in gewissen Grenzen kaltumformen (z. B. biegen, aufweiten).
zugblank und spannungsarmgeglüht	BKS	Nach der letzten Kaltumformung erfolgt eine Wärmebehandlung. Durch die Verminderung der Eigenspannungen läßt sich das Rohr bei sachgemäßem Weiterverarbeiten in gewissen Grenzen spanlos formen oder spangebend bearbeiten.
geglüht	GBK	Nach der letzten Kaltumformung sind die Rohre unter Schutzgas geglüht.
normalgeglüht	NBK	Nach der letzten Kaltumformung sind die Rohre oberhalb des oberen Umwandlungspunktes unter Schutzgas geglüht.

## 7 Mechanische und technologische Eigenschaften

7.1 Die mechanischen Eigenschaften richten sich nach dem Lieferzustand der Tabelle 4.

7.2 Bei den technologischen Prüfungen (Ringfalt- und Aufweitversuch) müssen die Proben den Anforderungen der Abschnitte 10.2.2.2 und 10.2.2.3 genügen.

7.3 Bei anderen Stahlsorten und/oder anderen Lieferzuständen als in den Tabellen 2 und 4 angegeben, sind die mechanischen und technologischen Eigenschaften zu vereinbaren. Diese Rohre werden nach Gütegrad C geliefert.

7.4 Die Stähle nach Tabelle 2 gelten aufgrund ihrer chemischen Zusammensetzung und metallurgischen Behandlung als schweißgeeignet.

In den Lieferzuständen BK, BKW und BKS werden die mechanischen Eigenschaften in der wärmebeeinflussten Zone verändert. Dies ist bei der Beurteilung der Schweißbarkeit eines Bauteiles zu beachten (siehe DIN 8528 Teil 1).

**Tabelle 5: Mechanische Eigenschaften der Rohre bei Raumtemperatur**

Lieferzustand Stahlsorte		zugblank-hart (BK) <sup>1)</sup>		zugblank-weich (BKW) <sup>1)</sup>		zugblank und spannungsarmgeglüht (BKS)			geglüht (GBK) <sup>1)</sup>		normalgeglüht (NBK)		
		Zugfestigkeit $R_m$ N/mm <sup>2</sup> min.	Bruchdehnung $A_5$ % min.	Zugfestigkeit $R_m$ N/mm <sup>2</sup> min.	Bruchdehnung $A_5$ % min.	Zugfestigkeit $R_m$ N/mm <sup>2</sup> min.	Streckgrenze $R_{eH}$ N/mm <sup>2</sup> min.	Bruchdehnung $A_5$ % min.	Zugfestigkeit $R_m$ N/mm <sup>2</sup> min.	Bruchdehnung $A_5$ % min.	Zugfestigkeit $R_m$ N/mm <sup>2</sup>	Streckgrenze $R_{eH}^{2)}$ N/mm <sup>2</sup> min.	Bruchdehnung $A_5$ % min.
St 30 Si	1.0211	430	8	380	12	380	280	16	280	30	290 bis 420	215	30
St 30 Al	1.0212	430	8	380	12	380	280	16	280	30	290 bis 420	215	30
St 35	1.0308	480	6	420	10	420	315	14	315	25	340 bis 470	235	25
St 45	1.0408	580	5	520	8	520	375	12	390	21	440 bis 570	255	21
St 52	1.0580	640	4	580	7	580	420	10	490	22	490 bis 630	355	22

<sup>1)</sup> Die Streckgrenze für den Anlieferungszustand geblüht (GBK) beträgt mindestens 50% der Zugfestigkeit. Je nach Grad der Umformung kann die Streckgrenze bei Rohren der Lieferzustände zugblank-hart (BK) und zugblank-weich (BKW) bis nahe an die Zugfestigkeit hinaufgehen. Für die Berechnung der Streckgrenze werden folgende Werte empfohlen: Lieferzustand zugblank-hart  $\geq 80\%$  der Zugfestigkeit, zugblank-weich  $\geq 70\%$  der Zugfestigkeit.

<sup>2)</sup> Bei Rohren mit Außendurchmesser  $\leq 30$  mm, deren Wanddicke  $\leq 3$  mm ist, liegt der Mindestwert der Streckgrenze um 10 N/mm<sup>2</sup> niedriger.

## 8 Oberflächenbeschaffenheit

**8.1** Die Rohre haben durch die Kaltumformung eine glatte äußere und innere Oberfläche. Im allgemeinen ist ein Mittenrauhwert  $R_a \leq 6,3 \mu\text{m}$  zu erwarten.

Werden Rohre mit geringerer Rauheit gewünscht, so ist dies zu vereinbaren und fällt unter den Gütegrad C.

ANMERKUNG: Bei Rohren, deren Innendurchmesser kleiner als 15 mm ist, läßt sich die Bedingung einer glatten Innenoberfläche aus Herstellungsgründen nicht immer einhalten.

**8.2** Bedingt durch das Herstellverfahren, können geringfügige Unregelmäßigkeiten der Oberfläche, wie Erhöhungen, Vertiefungen oder flache Riefen auftreten.

Das sachgemäße Entfernen von Oberflächenfehlern geringer Tiefe ist unter Anwendung geeigneter Mittel zulässig, soweit die Grenzabmaße des inneren und des äußeren Durchmessers nicht überschritten werden. Schalen, Überlappungen, Doppelungen sind unzulässig.

Wenn besondere Anforderungen an die Fehlerfreiheit der Rohre gestellt werden, ist eine geeignete Prüfung zu vereinbaren, beispielsweise durch ein magnetinduktives Prüfverfahren oder durch Ultraschall nach Abschnitt 10.2.2.8.

**8.3** Nicht wärmebehandelte Rohre im Zustand BK und BKW haben im allgemeinen an der äußeren und inneren Oberfläche eine anhaftende Schicht von Schmiermittelträgern und Schmiermitteln, die von der Kaltumformung herrühren. Über die Entfernbarekeit sind gegebenenfalls Vereinbarungen zu treffen.

Wärmebehandelte Rohre im Zustand BKS, GBK und NBK dürfen Verfärbungen aufweisen; sie müssen aber frei von losem Zunder sein.

**8.4** Werden an die Oberfläche der Rohre spezielle Anforderungen gestellt, z. B. zum Verzinken, ist dies bei der Bestellung zu vereinbaren.

**8.5** Die Rohre werden mit dem beim Hersteller üblichen temporären Korrosionsschutz geliefert.

Wird ein besonderer Korrosionsschutz gewünscht, wie z. B. Verzinken nach DIN 50 960 Teil 1, ist dies bei der Bestellung zu vereinbaren. Es ist ebenfalls zu vereinbaren, wenn kein Korrosionsschutz aufgebracht werden darf.

## 9 Maße und Grenzabmaße

### 9.1 Durchmesser und Wanddicke

Für Maße und Grenzabmaße gilt DIN 2391 Teil 1.

Die Grenzabmaße für den Durchmesser der Maßtabelle in DIN 2391 Teil 1 schließen die Unrundheit mit ein. Sie gelten für die Lieferzustände zugblank-hart (BK) und zugblank-weich (BKW).

Bei wärmebehandelten Rohren (Lieferzustand BKS; GBK; NBK) werden die Grenzabmaße des Durchmessers in Abhängigkeit vom Wanddickenverhältnis größer (siehe Tabelle 6).

**Tabelle 6: Grenzabmaße für den Durchmesser wärmebehandelter Rohre**

Wanddicke $T$	Grenzabmaße für den Durchmesser $D$
$\geq 0,05 \cdot D$	die Werte der Maßtabelle
$0,05 \cdot D > T \geq 0,025 \cdot D$	das 1,5fache der Werte der Maßtabelle
$< 0,025 \cdot D$	das 2fache der Werte der Maßtabelle

Die in Tabelle 6 genannten Werte gelten auch für den Innendurchmesser.

Bei Zwischenmaßen gelten die Grenzabmaße des nächstgrößeren Nennmaßes.

Die Grenzabmaße der Wanddicke betragen  $\pm 10\%$  des Nennmaßes. Darin sind enthalten

- die Abmaße von der Nennwanddicke,
- die Konzentrität.

Diese errechnet sich nach der Formel:

$$\frac{T_{\max} - T_{\min}}{T_{\max} + T_{\min}} \cdot 100 \text{ in } \%$$

In dieser Formel bedeuten:

- $T_{\max}$  größter Meßwert der Wanddicke in einem Ringquerschnitt
- $T_{\min}$  kleinster Meßwert der Wanddicke in einem Ringquerschnitt.

Die Rohre werden im allgemeinen nach Außendurchmesser und Innendurchmesser bestellt.

Falls die Wanddicke von besonderer Bedeutung ist, können die Rohre nach Außendurchmesser und Wanddicke oder nach Innendurchmesser und Wanddicke bestellt werden.

Die angegebenen Grenzabmaße für Außen- und Innendurchmesser sowie Wanddicke gelten jeweils nur für die beiden bestellten Merkmale.

Die Grenzabmaße des dritten Merkmals sind gegebenenfalls bei der Bestellung zu vereinbaren, diese Rohre sind dann nach Gütegrad C zu bestellen.

Falls die Grenzabmaße für den Durchmesser einseitig verlagert sind, beträgt das Grenzabmaß der Wanddicke 10% der sich errechnenden mittleren Wanddicke.

## 9.2 Geradheit

Die Geradheitstoleranz beträgt für Rohre über 15 mm Außendurchmesser 0,25 % der Gesamtlänge. Bei Rohren mit Streckgrenzen  $> 500 \text{ N/mm}^2$  kann die Geradheitstoleranz bis 0,3 % der Gesamtlänge betragen.

Die örtliche Geradheitstoleranz darf 3 mm/m nicht überschreiten. Diese Abweichung wird zwischen dem Rohr und einer geraden Linie (Sehne) gemessen, die zwei beliebige Punkte in 1 000 mm Entfernung verbindet.

Bei Genaulängen unter 1 000 mm beträgt die Geradheitstoleranz 0,3 %, bezogen auf die jeweilige Rohrlänge.

Rohre mit einem Außendurchmesser  $\leq 15 \text{ mm}$  werden handelsüblich gerichtet geliefert. Da der Nachweis der Geradheit bei diesen Rohren schwierig sein kann, ist das Meßverfahren gegebenenfalls zu vereinbaren.

Höhere Anforderungen an die Geradheit sind zu vereinbaren und fallen unter den Gütegrad C.

## 9.3 Längen

Bei den Längen werden unterschieden:

### a) Herstellängen

zwischen 4 und 7 m. Diese werden geliefert, wenn keine besonderen Festlegungen bezüglich der Rohrlänge bei der Bestellung vereinbart werden.

Anteil der Längen von 2 m bis unter 4 m, maximal 15 % der Bestellmenge, ist zulässig, diese werden separat gebündelt.

### b) Festlängen

mit einem Grenzabmaß der Bestelllänge von  $\pm 500 \text{ mm}$ , wobei Unterlängen  $\geq 2 000 \text{ mm}$  in einer Menge von höchstens 10 % der Bestellung mitgeliefert werden können; diese werden separat gebündelt.

### c) Genaulängen

Wenn nichts anderes vereinbart wird, sind folgende Grenzabmaße einzuhalten:

bis 500 mm Länge:	$+ \frac{2}{0} \text{ mm}$
über 500 mm bis 2 000 mm Länge:	$+ \frac{3}{0} \text{ mm}$
über 2 000 mm bis 5 000 mm Länge:	$+ \frac{5}{0} \text{ mm}$
über 5 000 mm bis 7 000 mm Länge:	$+ \frac{10}{0} \text{ mm}$
über 7 000 mm Länge:	nach Vereinbarung.

## 9.4 Rohrenden

Die Rohre werden möglichst senkrecht zur Rohrachse getrennt. Sie werden mit den bei den üblichen Trennverfahren entstehenden Enden geliefert. Dadurch kann am Ende eine Durchmesseränderung bedingt sein, die über die in DIN 2391 Teil 1 aufgeführten Grenzabmaße hinausgeht.

Eine besondere Endenbearbeitung ist zu vereinbaren.

Für Genaulängen ist die Beschaffenheit der Enden stets zu vereinbaren.

## 9.5 Mehr- und Minderlieferungen

Bei Genaulängen sind Minderlieferungen unzulässig, Mehrlieferungen sind nach Tabelle 7 zulässig.

Tabelle 7: Mehrlieferungen

Bestellmenge m	Grenzabweichungen %
bis 500	+20
über 500 bis 2 000	+15
über 2 000	+10

## 10 Prüfungen

### 10.1 Rohre ohne Abnahmeprüfzeugnis (Gütegrad A)

Folgende Prüfungen werden üblicherweise als laufende Qualitätskontrolle durch den Hersteller durchgeführt:

- Maßkontrolle
- Oberflächenkontrolle
- Zugversuch nach DIN EN 10 002 Teil 1
- Ringfaltversuch nach DIN EN 10 233
- Aufweitversuch nach DIN EN 10 234.

Ringfalt- und Aufweitversuche werden bei Rohren der in der Tabelle 2 angegebenen Stahlsorten im geglähten oder normalgeglähten Zustand nur dann durchgeführt, wenn Durchmesser und Wanddicke die Prüfung zulassen.

Für die genannten Prüfungen wird nach Vereinbarung ein Werkszeugnis 2.2 nach EN 10 204 (entspricht DIN 50 049) ausgestellt.

Weitere Prüfungen sind bei der Bestellung zu vereinbaren und fallen unter den Gütegrad C.

## 10.2 Rohre mit Abnahmeprüfzeugnis (Gütegrad C)

Sollen Rohre nach Gütegrad C mit einem Abnahmeprüfzeugnis nach EN 10 204 (entspricht DIN 50 049) geliefert werden, so ist dies bei der Bestellung zu vereinbaren. Die Art der gewünschten Bescheinigung und die in Betracht kommende Prüfstelle bei werksfremder Abnahmeprüfung sind bei der Bestellung anzugeben.

Die Rohre werden im Herstellwerk geprüft.

Bei Abnahmeprüfungen durch Sachverständige, die nicht Angehörige des Herstellwerkes sind, darf der Fortgang der Arbeiten beim Hersteller nicht mehr als zumutbar gestört werden.

### 10.2.1 Prüfumfang

Die Rohre werden nach Losen geprüft. Eine Übersicht über den jeweiligen Prüfumfang ist in Tabelle 9 dargestellt.

Für die Prüfung werden die Rohre der gleichen Stahlsorte, des gleichen Lieferzustandes und der gleichen Abmessung in Lose von 200 Rohren eingeteilt. Restmengen von weniger als 20 Rohren dürfen gleichmäßig auf die einzelnen Lose verteilt werden. Bestellmengen von weniger als 200 Rohren und Restmengen zwischen 20 und 200 Rohren gelten als ein vollständiges Los.

### 10.2.2 Durchführung der Prüfung

Alle Prüfungen werden bei Raumtemperatur durchgeführt.

#### 10.2.2.1 Zugversuch

Der Zugversuch wird nach DIN EN 10 002 Teil 1 durchgeführt.

#### 10.2.2.2 Ringfaltversuch

Bei geglähten und normalgeglähten Rohren, deren Wanddicke weniger als 15% des Außendurchmessers beträgt, wird der Ringfaltversuch nach DIN EN 10 233 durchgeführt. Bei diesem Versuch sind die Proben oder Rohrenden so weit zusammenzudrücken, daß ein bestimmter Abstand  $H$  zwischen den beiden Druckplatten erreicht wird. Für diesen Abstand gilt:

$$H = \frac{(1 + c) \cdot T}{c + \frac{T}{D}}$$

In dieser Formel bedeuten:

$T$  Wanddicke in mm

$D$  Außendurchmesser des Rohres in mm

$c$  Festwert.

Für  $c$  ist bei St 30 und St 35 der Wert 0,09, bei St 45 und St 52 der Wert 0,07 einzusetzen.

Bei der Prüfung dürfen keine ohne Hilfsmittel sichtbaren Anrisse auftreten.

#### 10.2.2.3 Aufweitversuch

Bei geglähten und normalgeglähten Rohren mit höchstens 150 mm Außendurchmesser und höchstens 9 mm Wanddicke wird der Aufweitversuch nach DIN EN 10 234 bis zu der in Tabelle 8 angegebenen Aufweitung durchgeführt. Bei der Prüfung dürfen keine ohne Hilfsmittel sichtbaren Anrisse auftreten.

**Tabelle 8: Aufweitung**

Stahlsorte	Lieferzustand	Aufweitung in %	
		$T \leq 4$	$T > 4$
St 30 Si	normalgegläht oder gegläht	20	15
St 30 Al		20	15
St 35		18	12
St 45		15	10
St 52		15	10
$T$ Wanddicke in mm			

#### 10.2.2.4 Kontrolle der Rauheit

Die Ermittlung der Rauheit der Rohroberflächen erfolgt nach DIN 4768 in Längsrichtung.

#### 10.2.2.5 Maßkontrolle

Die Maße der Rohre werden mit zweckentsprechenden Meßgeräten geprüft.

Art und Umfang der Maßkontrolle von Genauigkeiten sind besonders zu vereinbaren.

#### 10.2.2.6 Oberflächenkontrolle

Das Aussehen der Rohre wird durch Besichtigen mit normaler Sehschärfe bei geeigneter Beleuchtung geprüft. Dabei wird die Innenoberfläche, soweit möglich, mit erfaßt.

Anstelle der Besichtigung kann auch ein anderes geeignetes Verfahren verwendet werden.

Art und Umfang der Oberflächenkontrolle von Genauigkeiten sind besonders zu vereinbaren.

### 10.2.2.7 Dichtheitsprüfung

Die Dichtheitsprüfung wird durch eine geeignete zerstörungsfreie Prüfung (z. B. eine elektromagnetische Prüfung mit Wirbelstrom nach Stahl-Eisen-Prüfblatt 1925) durchgeführt.

### 10.2.2.8 Zerstörungsfreie Prüfung

Wenn besondere Anforderungen an die Fehlerfreiheit der Rohre gestellt werden, kommen unter anderem folgende zerstörungsfreie Prüfverfahren in Frage:

- Wirbelstromprüfung nach PRP 02-74 auf vorwiegend quer orientierte Fehler,
- Ultraschallprüfung nach Stahl-Eisen-Prüfblatt 1915 auf vorwiegend längs orientierte Fehler.

### 10.2.3 Wiederholungsprüfungen

**10.2.3.1** Versagt bei einer der Prüfungen nach den Abschnitten 10.2.2.1 bis 10.2.2.3 das ausgewählte Rohr, so ist es auszuscheiden. An seiner Stelle sind zwei weitere Rohre des betreffenden Loses zu entnehmen, an denen die Prüfungen, deren Ergebnisse nicht genügt haben, zu wiederholen sind, wobei jede genügen muß. Zeigt sich auch hierbei ein Fehler, so gilt das ganze Los als nicht abgenommen.

**10.2.3.2** Dem Lieferwerk bleibt es überlassen, ein nicht abgenommenes Los nochmals in verbessertem Zustand, z. B. durch eine nochmalige Wärmebehandlung, zur Abnahme vorzulegen. Genügen in diesem Fall die Proben abermals nicht den Bedingungen, so ist das ganze Los endgültig zu verwerfen.

### 10.3 Bescheinigungen über Werkstoffprüfungen

Die vereinbarten Bescheinigungen müssen EN 10 204 (entspricht DIN 50 049) entsprechen.

**Tabelle 9: Übersicht über den Prüfumfang bei Rohren mit Abnahmeprüfzeugnis**

Nr	Prüfungen		Prüfumfang <sup>1)</sup>	Zuständig für die Durchführung der Prüfungen
	Art	Abschnitt		
1	Zugversuch	10.2.2.1	1 Prüfrohr je Los, 1 Probe	nach Vereinbarung
2	Ringfaltversuch	10.2.2.2	an einem Ende des Prüfrohrs nach Nr 1, 1 Probe	nach Vereinbarung
3	Aufweitversuch	10.2.2.3	an einem Ende des Prüfrohrs nach Nr 1, 1 Probe	nach Vereinbarung
4	Kontrolle der Rauheit	10.2.2.4	falls vereinbart: Prüfrohr nach Nr 1, 1 Probe	Hersteller
5	Maßkontrolle	10.2.2.5	alle Rohre	nach Vereinbarung
6	Oberflächenkontrolle	10.2.2.6	alle Rohre	nach Vereinbarung
7	Dichtheitsprüfung	10.2.2.7	falls vereinbart: alle Rohre	Hersteller
8	Zerstörungsfreie Prüfung	10.2.2.8	falls vereinbart: alle Rohre	Hersteller

<sup>1)</sup> Gilt für Herstelllängen und für Mehrfachlängen von Fest- und Genaulängen

## 11 Gütegrad C

**Tabelle 10: Beispiele für Rohre mit Sonderanforderungen**

Zeile	Sonderanforderung	Merkmal und/oder technische Lieferbedingung
1	andere Stahlsorte als Tabelle 1	DIN 1651; DIN EN 10 025; DIN EN 10 083 Teil 1 und Teil 2; DIN 17 210
2	Rohre für Leitungen	DIN 1629; DIN 1630; DIN 2445 Teil 2
3	Geometrie und Oberfläche	Außendurchmesser < 4 mm und > 260 mm Rohre mit nicht kreisförmigem Querschnitt andere Maße und Grenzabmaße als nach DIN 2391 Teil 1 verlagerte Toleranzen besondere Anforderungen an die Oberfläche besondere Anforderungen an die Geradheit besondere Anforderungen an die Rohrenden
4	anderer Lieferzustand als Tabelle 4	angelassen; gegläht auf bestimmtes Gefüge
5	andere mechanische und technologische Eigenschaften	Abweichungen von den mechanischen Werten der Tabelle 5

## 12 Kennzeichnung

Die Rohre werden durch Etiketten gekennzeichnet, die fest an jeder Verpackungseinheit befestigt sind, und zwar mit folgenden Angaben:

- Herstellerzeichen,
- Technische Lieferbedingung und Gütegrad,
- Stahlsorte nach Tabelle 1,
- Lieferzustand nach Tabelle 4 (Kurzzeichen),
- Maße,
- falls die Rohre mit Abnahmeprüfzeugnis geliefert werden, mit dem Stempel des Prüfers.

Andere Kennzeichnungen müssen vereinbart werden.

## 13 Verpackung

Die Art der Bündelung und Verpackung ist zu vereinbaren.

## 14 Beanstandungen

Die vereinbarten Prüfungen (Prüfart und Prüfumfang) bestimmen das Maß der Sicherheit gegen Fehlerhaftigkeit.

Fehler können nur im Rahmen der Technischen Lieferbedingungen dieser Norm oder sonstiger Vereinbarungen beanstandet werden.

Der Besteller muß dem Lieferanten Gelegenheit geben, sich von der Berechtigung einer Beanstandung zu überzeugen durch Vorlage des beanstandeten Rohres und von Belegstücken der übrigen angelieferten Rohre.



## Zitierte Normen und andere Unterlagen

DIN 1629	Nahtlose kreisförmige Rohre aus unlegierten Stählen für besondere Anforderungen; Technische Lieferbedingungen
DIN 1630	Nahtlose kreisförmige Rohre aus unlegierten Stählen für besonders hohe Anforderungen; Technische Lieferbedingungen
DIN 1651	Automatenstähle; Technische Lieferbedingungen
DIN 2391 Teil 1	Nahtlose Präzisionsstahlrohre mit besonderer Maßgenauigkeit; Maße
DIN 2445 Teil 2	Nahtlose Stahlrohre für schwellende Beanspruchung; Präzisionsstahlrohre, Nenndrücke 64 bis 400
DIN 4768	Ermittlung der Rauheitskenngrößen $R_a$ , $R_z$ , $R_{max}$ mit elektrischen Tastschnittgeräten; Begriffe, Meßbedingungen
DIN 8528 Teil 1	Schweißbarkeit; metallische Werkstoffe, Begriffe
DIN 17 121	Nahtlose kreisförmige Rohre aus allgemeinen Baustählen für den Stahlbau; Technische Lieferbedingungen
DIN 17 124	Nahtlose kreisförmige Rohre aus Feinkornbaustählen für den Stahlbau; Technische Lieferbedingungen
DIN 17 172	Stahlrohre für Fernleitungen für brennbare Flüssigkeiten und Gase; Technische Lieferbedingungen
DIN 17 173	Nahtlose kreisförmige Rohre aus kaltzähem Stählen; Technische Lieferbedingungen
DIN 17 175	Nahtlose Rohre aus warmfesten Stählen; Technische Lieferbedingungen
DIN 17 179	Nahtlose kreisförmige Rohre aus Feinkornbaustählen für besondere Anforderungen; Technische Lieferbedingungen
DIN 17 204	Nahtlose kreisförmige Rohre aus Vergütungsstählen; Technische Lieferbedingungen
DIN 17 210	Einsatzstähle; Technische Lieferbedingungen
DIN 17458	Nahtlose kreisförmige Rohre aus austenitischen nichtrostenden Stählen für besondere Anforderungen; Technische Lieferbedingungen
DIN 50 049	Metallische Erzeugnisse; Arten von Prüfbescheinigungen; Deutsche Fassung EN 10 204 : 1991
DIN 50 960 Teil 1	Galvanische und chemische Überzüge; Bezeichnung und Angaben in technischen Unterlagen
DIN EN 10 002 Teil 1	Metallische Werkstoffe; Zugversuch; Teil 1: Prüfverfahren (bei Raumtemperatur); „enthält Änderung AC 1 : 1990“; Deutsche Fassung EN 10 002-1 : 1990 + AC 1 : 1990
DIN EN 10 025	Warmgewalzte Erzeugnisse aus unlegierten Baustählen; Technische Lieferbedingungen; Deutsche Fassung EN 10 025 : 1990 (enthält Änderung A1 : 1993)
DIN EN 10 027 Teil 1	Bezeichnungssystem für Stähle; Teil 1: Kurznamen, Hauptsymbole; Deutsche Fassung EN 10 027-1 : 1992
DIN EN 10 027 Teil 2	Bezeichnungssystem für Stähle; Teil 2: Nummernsystem; Deutsche Fassung EN 10 027-2 : 1992
DIN EN 10 083 Teil 1	Vergütungsstähle; Technische Lieferbedingungen für Edelstähle; Deutsche Fassung EN 10 083-1 : 1991
DIN EN 10 083 Teil 2	Vergütungsstähle; Technische Lieferbedingungen für unlegierte Qualitätsstähle; Deutsche Fassung EN 10 083-2 : 1991
DIN EN 10 233	Metallische Werkstoffe; Rohr; Ringfaltversuch; Deutsche Fassung EN 10 233 : 1993
DIN EN 10 234	Metallische Werkstoffe; Rohr; Aufweitversuch; Deutsche Fassung EN 10 234 : 1993
PRP 02-74 *)	Prüfblatt für die Wirbelstromprüfung von Präzisionsstahlrohren nach dem Durchlaufspulen-Selbstvergleich-Verfahren (Ausgabe Mai 1974)
SEP 1915 **)	Ultraschallprüfung von Stahlrohren auf Längsfehler
SEP 1925 **)	Elektromagnetische Prüfung von Rohren zum Nachweis der Dichtheit

## Weitere Normen und andere Unterlagen

Beiblatt 1 zu DIN 4768 Teil 1	Ermittlung der Rauheitsmeßgrößen $R_a$ , $R_z$ , $R_{max}$ mit elektrischen Tastschnittgeräten; Umrechnung der Meßgröße $R_a$ in $R_z$ und umgekehrt
DIN EN 10 021	Allgemeine technische Lieferbedingungen für Stahl und Stahlerzeugnisse; Deutsche Fassung EN 10 021 : 1993

## Frühere Ausgaben

DIN 2391-2 : 1940-06, 1957-11, 1967-07, 1981-07

\*) Zu beziehen durch: Fachvereinigung Präzisionsrohrwerke e.V., Postfach 30 03 64, 40403 Düsseldorf

\*\*\*) Zu beziehen durch: Verlag Stahleisen mbH, Postfach 10 51 64, 40042 Düsseldorf

## Änderungen

Gegenüber der Ausgabe Juli 1981 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

Der Text wurde neu gestaltet. Im einzelnen wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Im Anwendungsbereich wurden Technische Lieferbedingungen aufgeführt, nach denen auf Vereinbarung Rohre mit den Maßen und Grenzabmaßen nach DIN 2391 Teil 1 geliefert werden können.
- b) Der Gütegrad B ist ersatzlos gestrichen. Gütegrad A und C sind neu formuliert.
- c) Für Durchmesser und Wanddicke wurden folgende Symbole festgelegt:
  - Außendurchmesser  $D$ ,
  - Innendurchmesser  $D_1$ ,
  - Wanddicke  $T$ .

Die Bestellbezeichnung wurde entsprechend geändert.

- d) Die Verwendung von SM-Stahl und unberuhigt vergossenem Stahl wurde für Präzisionsstahlrohre nicht mehr vorgesehen.
- e) Gemäß Tabelle 1 können „sonstige Stähle“, sofern sie zur Herstellung von Präzisionsstahlrohren geeignet sind, im Gütegrad C bestellt werden.
- f) In Tabelle 2 sind die Maximal-Gehalte an P und S dem Stand der Technik angepaßt worden. Der Zusatz von Mikrolegierungselementen wurde definiert.
- g) Die Tabelle 3 ist eingefügt worden.
- h) Der Lieferzustand „Zugblank und spannungsarm gegläht (BKS)“ wurde neu aufgenommen. Die Erklärung der übrigen Lieferzustände wurde teilweise neu formuliert.
- i) Die mechanischen Eigenschaften für den Lieferzustand BKS wurden neu aufgenommen. Die Mindestwerte der Zugfestigkeit für die Lieferzustände BK und BKW wurden angehoben.
- j) Der Abschnitt 8 „Oberflächenbeschaffenheit“ wurde völlig überarbeitet. Es wurden diejenigen Eigenschaften beschrieben, die der Kunde an Rohren nach dieser Norm erwarten kann. Es ist nicht praktikabel, in einer Norm „zulässige Fehler“ zu definieren. Diese ergeben sich vielmehr durch die physikalischen Grenzen der vereinbarten Prüfungen und Prüfverfahren.
- k) Der Abschnitt 9.1 wurde entsprechend den Änderungen in DIN 2391 Teil 1 redaktionell überarbeitet.
- l) Bei der Geradheit wurde unterschieden zwischen der Grenzabweichung, bezogen auf die Gesamtlänge, und der örtlichen Geradheitsabweichung.
- m) Die Länge der Herstelllänge wurde auf 4 bis 7 m eingeschränkt.
- n) Die Anforderungen an die Rohrenden wurden neu definiert.
- o) Das Festlegen von zulässigen Mehr- oder Minderlieferungen wurde auf Genauängen beschränkt.
- p) Bei Rohren ohne Abnahmeprüfung (Gütegrad A) wurde eine Dichtheitsprüfung nicht vorgesehen. Falls die Liefervorschrift eine solche Prüfung verlangt, sind die Rohre im Gütegrad C zu liefern.
- q) Die Tabelle 9 „Übersicht über den Prüfumfang bei Rohren mit Abnahmeprüfzeugnis“ ist eingefügt worden. Sie gilt für Herstelllängen und für Mehrfachlängen von Fest- und Genauängen. Für letztere ist der Prüfumfang bei der Maß- und Oberflächenkontrolle zu vereinbaren.
- r) Die Bewertung des Ringfalt- und Aufweitversuchs wurde neu formuliert. Für den letztgenannten Versuch wurden die Werte der Mindestaufweitung heraufgesetzt.
- s) Die Arbeitsgänge
  - Kontrolle der Rauheit,
  - Maßkontrolle,
  - Oberflächenkontrolle,
  - Dichtheitsprüfung,
  - zerstörungsfreie Prüfungwurden neu formuliert.
- t) Die Tabelle 10 „Beispiele für Rohre mit Sonderanforderungen“ wurde redaktionell überarbeitet.
- u) Der Abschnitt „Oberflächenschutz“ wurde in Abschnitt 8.5 unter Abschnitt 8 „Oberflächenbeschaffenheit“ behandelt.
- v) Der Abschnitt 14 „Beanstandungen“ wurde unverändert übernommen, obwohl national und international andere Formulierungen vorgeschlagen worden sind.

## Internationale Patentklassifikation

F 16 L 009/02  
G 01 B 021/30  
G 01 N 033/20