



1

Einführung

- 1.1 Allgemeines
- 1.2 Gusseisen als Rohrwerkstoff
- 1.3 Verbindungstechnik
- 1.4 Moderne Gussrohr-Technik
- 1.5 Nachhaltigkeit
- 1.6 Zusammenfassung
- 1.7 Literatur

1 Einführung

Vor etwa 150 Jahren wurde die städtische Infrastruktur zur Versorgung der Einwohner mit Trinkwasser beinahe ausschließlich mit Gussrohren aufgebaut. Ein wesentlicher Teil der heute betriebenen Versorgungsnetze stammt noch aus jener Zeit. Seitdem hat sich das Guss-Rohrsystem entscheidend weiterentwickelt: Die Herstellverfahren haben sich den gestiegenen Anforderungen an Maßhaltigkeit, Gewichtsreduzierung und Wirtschaftlichkeit angepasst. Die Verbindungstechnik wurde sicherer und einfacher. Das Gusseisen mit Kugelgrafit ermöglichte eine höhere mechanische Belastung bei gleichzeitiger Gewichtsreduzierung. Der Schutz vor chemischen Angriffen von innen und außen wurde perfektioniert, und mit Rohren, Formstücken, Armaturen und Zubehörteilen wurde ein Komplettsystem für alle Aufgaben bereitgestellt. Das System aus duktilen Gussrohren, Formstücken, Armaturen und Zubehör stellt heutzutage den störungsfreien und wirtschaftlichen Transport von überwiegend flüssigen Medien (Wasser und Abwasser) sicher.

1.1 Allgemeines

Wichtige Rohrnetze dienen dem Transport von

- Wasser (Trinkwasser, Brauch- und Betriebswasser) und
- Abwasser (häusliches, gewerbliches und industrielles Abwasser).

Die Leitungen liegen vorwiegend im Erdboden und entziehen sich somit einer laufenden Kontrolle und Beobachtung. Sie müssen daher aus einem Rohrwerkstoff mit hohen Festigkeiten und langer Nutzungsdauer bestehen. Auch ihre Verbindungen müssen bei allen Einwirkungen von innen und von außen dauerhaft dicht sein. Unterirdisch eingebaute Rohrleitungen sind vielfältigen Bean-

spruchungen ausgesetzt. Zum einen ist dies der zur Fortleitung des Fördermediums erforderliche Innendruck. Zum anderen wirken von außen vor allem die Erd- und Verkehrslasten, verbunden mit beachtlichen Bodenbewegungen und Erschütterungen, auf die Leitungen ein. Zu diesen meist kombiniert auftretenden inneren und äußeren Belastungen, die sowohl statischer als auch dynamischer Natur sein können, kommen noch chemische Beanspruchungen vom umgebenden Erdreich und eventuell vom Fördermedium hinzu; gegebenenfalls sind auch noch Einflüsse von Temperaturschwankungen zu berücksichtigen.

Die Kosten für den Transport von Wasser und Abwasser werden im Wesentlichen von den Rohrleitungskosten bestimmt, d. h. von den Kosten für Rohre, Formstücke und Armaturen selbst, für ihren Einbau, für den Betrieb und die Instandhaltung des Rohrnetzes.

Treten an erdüberdeckten Rohrleitungen Schäden auf, so ist es nicht nur sehr schwierig, sie zu erkennen und aufzufinden, sondern meist auch sehr kostspielig, sie zu beheben. Im Schadensfall müssen

neben den eigentlichen Reparaturkosten wesentlich höhere Kosten für das Aufreißen und Instandsetzen der modernen Stadtstraßen und für das Umleiten des Verkehrs aufgebracht werden. Deswegen müssen nachhaltige Rohrnetze große Sicherheitsreserven besitzen. Duktile Guss-Rohrsysteme weisen höchste Sicherheitsreserven aus und erfüllen alle Anforderungen an nachhaltige Rohrnetze.

1.2 Gusseisen als Rohrwerkstoff

Zuverlässige Angaben über Zeit und Ort der Erfindung des Eisengusses liegen nicht vor. Es ist jedoch bekannt, dass z.B. in China die Kunst des Eisengusses weit früher als in Europa Eingang gefunden hat. Die erste eiserne Hängebrücke wurde dort etwa 300 Jahre n. Chr. gebaut.

Die ersten gusseisernen Geschützrohre wurden im 12. Jahrhundert in Europa eingesetzt. In der ersten Hälfte des 15. Jahrhunderts erzielte man bereits beachtliche Leistungen beim Gießen von Geschützrohren. Vermutlich sind auch die ersten Leitungsrohre von Geschützgießern im

Auftrage ihrer Standesherrn gegossen worden. Diese haben offensichtlich den Wert eines dauerhaften und druckfesten Rohrwerkstoffes bei der Errichtung von Druckwasserleitungen für ihre Burgen und Schlösser schon früh erkannt. So trat das Gusseisen seinen Weg als Rohrwerkstoff durch die Jahrhunderte an.

1.2.1 Alte Rohrleitungen aus Grauguss

Gussrohre sind seit mehr als 500 Jahren im Einsatz, und zwar zunächst als Graugussrohre. Ihre lange Nutzungsdauer ist legendär. Sie dienten anfangs vor allem dem Transport von Trink- und Betriebswasser. Als Beispiele für den Bau alter gusseiserner Wasserleitungen seien folgende Daten genannt:

- | | |
|------|--|
| 1455 | wurde eine der ältesten Gussrohrleitungen gebaut; es handelt sich um die Wasserleitung für das Schloss Dillenburg (Bild 1.1). |
| 1562 | entstand in Langensalza eine Wasserleitung zur Versorgung des Jacobi- und Rathausbrunnens. |



Bild 1.1 :
Gussrohr der Wasserleitung aus dem Schloss Dillenburg (1455)



Bild 1.2:
Flanschenrohre aus dem Schlosspark von Versailles

- 1661 wurde die Schlosswasserleitung von Braunfels errichtet. Die Gussrohre waren bis 1875 in Betrieb und wurden bei Kanalisationsarbeiten im Jahre 1932 ausgebaut.
- 1664–1668 entstand die Wasserleitung im Schlosspark von Versailles zur Speisung der dortigen Wasserspiele (**Bild 1.2**).
- 1710 - 1717 Bau der Wasserspiele im Schlosspark Kassel-Wilhelmshöhe mit dem Herkules-Denkmal. Gussrohrleitung zur Versorgung der Wasserspiele mit Wasser (**Bild 1.3**). Seit Juni 2013 ist das Herkules-Denkmal mit den Wasserspielen UNESCO-Welterbe.

Seit Mitte des 19. Jahrhunderts ist infolge der zunehmenden Industrialisierung und der beachtlichen Bevölkerungszunahme bei stetiger Verbesserung des Lebensstandards der Verbrauch an Wasser laufend gestiegen.



Bild 1.3:
Gussrohrleitung zur Versorgung der Wasserspiele des Herkules-Denkmal mit Wasser im Schlosspark Kassel-Wilhelmshöhe (UNESCO-Welterbe seit Juni 2013)

Mit der Notwendigkeit, immer größere Wassermengen an den Verbraucher heranzuführen, stiegen die Betriebsdrücke in den Versorgungsleitungen.

Mit weiterentwickelten Verfahren für das Schmelzen, Gießen und Prüfen wurden die Werkstoffeigenschaften des Gusseisens verbessert und damit auch die Gussrohrqualität.

Für die seit Mitte des 19. Jahrhunderts gebauten städtischen Versorgungsnetze (Trinkwasser) stand als Werkstoff fast ausnahmslos das graue Gusseisen zur Verfügung. Später gesellte sich als weiterer Werkstoff der Stahl hinzu. Die BGW-Wasserstatistik (Bundesverband der Deutschen Gas- und Wasserwirtschaft e.V.) weist für die Bundesrepublik bis in die 50er Jahre des 20. Jahrhunderts einen Anteil von Gussrohren im liegenden Netz von 85 % aus.

Auf diesem Gebiet der städtischen Wasserverteilung liegt der Hauptanwendungsbereich der Gussrohre, seit etwa 1960 der Rohre und Formstücke aus duktilem Gusseisen sowie Armaturen aus Gusseisen mit Kugelgraphit ^{*)}. Die Länge der Gussrohrleitungen weltweit wird auf mehrere 10⁷ km geschätzt, davon entfallen auf Rohre aus duktilem Gusseisen etwa ein Drittel, jährlich kommen mehrere 10⁵ km dazu. Die Gründe für diese hohe Verbreitung sind u. a.

- Robustheit des Rohres,
- hohe Sicherheitsreserven, selbst gegenüber ungeplanten Lastfällen,
- unkomplizierter Einbau,

- trinkwasserhygienische Unbedenklichkeit,
- Langlebigkeit des Gesamtsystems,
- niedrigste Schadensrate aller Rohrwerkstoffe,
- niedrigste Leckagerate,
- geringste Betriebs- und Instandhaltungskosten,
- universelle Einsetzbarkeit bei einfachen bis schwierigsten Randbedingungen.

***) Anmerkung:**

„Gusseisen mit Kugelgrafit“ und „Duktiles Gusseisen“ sind Synonyme für ein Gusseisen, bei dem der Grafit überwiegend kugelförmig vorliegt. Üblicherweise wird bei Rohren und Formstücken der Ausdruck „Duktiles Gusseisen“ verwendet, während die normgerechte Werkstoffbezeichnung bei Armaturen „Gusseisen mit Kugelgrafit“ nach EN 1563 [1.1] lautet. Sind in den folgenden Abschnitten und Kapiteln Rohre, Formstücke und Armaturen in einem Atemzug genannt, wird zur Vereinfachung und für die leichtere Lesbarkeit die Werkstoffbezeichnung „Duktiles Gusseisen“ verwendet.

Heute sind Rohre, Formstücke und Armaturen aus duktilem Gusseisen die wichtigsten Elemente zum Bau von Trinkwasser- und Abwasserleitungen weltweit. Bei den jüngeren Entwicklungen der Bautechnik, z.B. der

grabenlosen Einbau- und Auswechslungsverfahren sowie Anwendungsbereichen mit sehr viel höheren Innendrücken oder anderen Belastungen, haben sich die Rohrsysteme aus duktilem Gusseisen ausgezeichnet bewährt. Duktile Guss-Rohrsysteme sind die Allrounder für sämtliche Anwendungen rund um das Wasser, sei es die einfache städtische Wasserleitung, in traditioneller handwerklicher Weise eingebaut, oder das aufwendigste Leitungsbauwerk mit einer Fülle von Sonderbauwerken und ausgeklügelten Spezialbauverfahren.

1.2.2 Verbesserung der Fertigungsverfahren und Werkstoffeigenschaften

Um der erhöhten Nachfrage zu entsprechen, entwickelte die Gussrohrindustrie neue, leistungsfähigere Fertigungsverfahren. Hatte man die Rohre anfangs einzeln in liegende Sandformen gegossen, so ging man 1885 dazu über, die Rohre in stehenden, auf einem Drehgestell angeordneten Sandformen abzugießen, womit sich der Herstellungsablauf kontinuierlich vollzog.

Die wohl bedeutendste Neuerung in der Gussrohr-Fertigung war aber die Einführung des Schleuderguss-Verfahrens (**Kapitel 3.3**).

In Deutschland wird das Schleudern von Gussrohren seit dem Jahre 1926 praktiziert. Dieses für die mechanisierte Massenfertigung hervorragend geeignete Verfahren ermöglichte es den Röhrgießereien, dem ständig wachsenden Bedarf an Gussrohren ohne Schwierigkeiten nachzukommen.

Im Laufe der Zeit ist auch der Werkstoff Gusseisen in Anpassung an die steigenden Belastungen der Rohrnetze weiterentwickelt worden.

Wurde beispielsweise noch um 1900 für Sandgussrohre eine Zugfestigkeit von mindestens 120 N/mm² gefordert, so lag bereits in den 30er Jahren für Schleudergussrohre die Mindestzugfestigkeit bei 200 N/mm².

Als jüngster und auch bedeutendster Schritt in der gießereitechnischen Entwicklung ist die Aufnahme der Fertigung von Rohren, Formstücken und Arma-

turen aus duktilem Gusseisen anzusehen. Nähere Angaben über den Werkstoff „Duktile Gusseisen“ sind im **Kapitel 2** dieses Handbuchs zu finden.

Die Herstellung der Rohre, Formstücke und Armaturen aus duktilem Gusseisen wird im **Kapitel 3** ausführlich beschrieben.

1.2.3 Rohrsysteme aus duktilem Gusseisen für die Wasserversorgung und Abwasserentsorgung

Die duktilen, d.h. verformungsfähigen Gussrohre werden in Europa seit 1951 und in der Bundesrepublik Deutschland seit 1956 hergestellt. Verformbarkeit bzw. Dehnungsfähigkeit werden beim duktilen Gusseisen durch die kugelige Grafitausbildung ermöglicht. Für den Werkstoff der duktilen Gussrohre beträgt die Zugfestigkeit heute mindestens 420 N/mm^2 . Neben dieser hohen Zugfestigkeit, die schon sehr deutlich die Verbesserung der Leistungsfähigkeit zeigt, ist für das duktile Gussrohr vor allem die beachtliche Verformbarkeit charakteristisch.

Durch die Verbesserung der Metallurgie des Gusseisens sind die Voraussetzungen für den Einsatz duktiler Guss-Rohrsysteme in nahezu allen Bereichen der städtischen Leitungsinfrastruktur (Wasser und Abwasser) geschaffen worden.

In der Wasserversorgung, d.h. für den Transport von Trinkwasser, Brauch- und Betriebswasser, werden Gussrohre und Formstücke aus duktilem Gusseisen seit Mitte der 60er Jahre eingesetzt. Entsprechend der für Wasserleitungen maßgebenden Norm EN 545 [1.2] reichen die Nennweiten von Druckrohren aus duktilem Gusseisen von DN 40 bis DN 2000 in den Druckklassen C 20 bis C 100. DIN 28603 [1.3] definiert Steckmuffen-Verbindungen ab DN 80.

Bei äußeren Beanspruchungen aus der Erd- und Verkehrslast ist auf Einhaltung der zulässigen Ovalisierung des Rohres bis zu 4 % zu achten.

Die Einsatzbereiche hinsichtlich zulässiger Drücke sind in **Tabelle 1.1** (Ausschnitt aus Tabelle 17 der EN 545 [1.2]) zusammengestellt.

Für Armaturen erwies sich die Einführung des Gusseisens mit Kugelgrafit als Vorteil. Wegen der Verdoppelung der Zugfestigkeit konnten die Wanddicken der Armaturengehäuse dramatisch verringert werden, die Gewichte halbierten sich. Näheres zum Werkstoff im **Kapitel 7.1**.

In der Abwasserentsorgung, d.h. für den Transport von häuslichem, gewerblichem und industriellem Abwasser, wurden Rohre und Formstücke aus duktilem Gusseisen zunächst vor allem für Abwasser-Druckleitungen verwendet, aber auch als Abwasserleitungen in schwierigerem Gelände, z.B. in senkungs- oder rutschgefährdeten Gebieten bzw. an Steilhängen, bei Gewässerquerungen (Düker) sowie bei statisch problematischen Einbaubedingungen. Entsprechend der für Abwasserkanäle und -leitungen maßgebenden Norm EN 598 [1.4] sind Rohrsysteme aus duktilem Gusseisen nicht nur für den Bau von erdüberdeckten Freispiegelleitungen einsetzbar.

Druckklasse (C-Klassen) = PFA [bar]							
DN	20	25	30	40	50	64	100
e _{min} [mm]							
80				3,0	3,5	4,0	4,7
100				3,0	3,5	4,0	4,7
125				3,0	3,5	4,0	5,0
150				3,0	3,5	4,0	5,9
200				3,1	3,9	5,0	7,7
250				3,9	4,8	6,1	9,5
300				4,6	5,7	7,3	11,2
350			4,7	5,3	6,6	8,5	13,0
400			4,8	6,0	7,5	9,6	14,8
450			5,1	6,8	8,4	10,7	16,6
500			5,6	7,5	9,3	11,9	18,3
600			6,7	8,9	11,1	14,2	21,9
700		6,8	7,8	10,4	13,0	16,5	
800		7,5	8,9	11,9	14,8	18,8	
900		8,4	10,0	13,3	16,6		
1000		9,3	11,1	14,8	18,4		
1100	8,2	10,2	12,2	16,2	20,2		
1200	8,9	11,1	13,3	17,7	22,0		
1400	10,4	12,9	15,5				
1500	11,1	13,9	16,6				
1600	11,9	14,8	17,7				
1800	13,3	16,6	19,9				
2000	14,8	18,4	22,1				

Anmerkung: Die fettgedruckten Zahlen bezeichnen das Standardangebot

Tabelle 1.1:

Druckklassen (C-Klassen) und Mindestwanddicken e_{min} duktiler Gussrohre auf dem Gebiet der Trinkwasserversorgung gemäß EN 545 [1.2]; PFA [bar] ist der zulässige Bauteilbetriebsdruck

Sie sind auch für den Bau von Druckleitungen von DN 80 bis DN 2000 verwendbar. In EN 598 [1.4] sind bestimmte äußere Beanspruchungen aus der Erd- und Verkehrslast berücksichtigt. Diese gelten für eine zulässige Verformung des Rohres bis zu 4 % und für Überdeckungshöhen von 0,3 bis 8,5 m.

Näheres über die Ausführung der Rohre, Formstücke, Armaturen und Zubehöreile aus duktilem Gusseisen ist in den **Kapiteln 5 bis 10 sowie 14 und 15**, über die statische Berechnung in **Kapitel 16** zu finden.

1.3 Verbindungstechnik

Neben der Weiterentwicklung des Werkstoffes Gusseisen und der Fertigungsverfahren ist, in Anpassung an die steigenden Betriebsdrücke in den Rohrnetzen, auch die Verbindungstechnik verbessert worden. Für Guss-Rohrsysteme werden im Wesentlichen zwei Arten von Verbindungen angewendet:

- Steckmuffen-Verbindungen,
- Flansch-Verbindungen.

Steckmuffen-Verbindungen kommen im Allgemeinen für erdüberdeckte Gussrohrleitungen (Rohre, Formstücke, Armaturen) zum Einsatz. Es handelt sich um bewegliche, gummigedichtete Verbindungen, die sowohl technische als auch wirtschaftliche Vorteile beim Einbau bieten.

Flansch-Verbindungen verwendet man vorzugsweise für oberirdische Leitungen, wie sie zum Beispiel in Pumpenhäusern, Wasserwerken, Rohrkellern oder Hochbehältern eingesetzt werden. Bei den Absperrarmaturen der städtischen Trinkwassernetze war die Flanschverbindung aus Gründen der Wartung und

Instandhaltung über Jahrzehnte auch in erdüberdeckten Rohrleitungen üblich. Flansch-Verbindungen sind längskraftschlüssig, jedoch nicht beweglich und übertragen Längs- und Biegespannungen von Rohr zu Rohr.

Die jeweiligen Vorteile von Steckmuffen- und Flansch-Verbindungen lassen sich durch Montage von EU- und F-Stücken (Flansch-Muffenstück und Einflansch-Stück) an Armaturenflansche kombinieren.

Im Folgenden soll, entsprechend der chronologischen Reihenfolge ihrer Entwicklung bzw. Markteinführung, auf die verschiedenen Verbindungsarten eingegangen werden.

1.3.1 Flansch-Verbindungen

Eine der ältesten Gussrohrverbindungen ist die Flansch-Verbindung (**Bild 1.2**). Sie wurde erstmals im Jahre 1882 genormt, und zwar in den vom Deutschen Verein von Gas- und Wasserfachmännern (DVGW) gemeinsam mit dem Verein Deutscher Ingenieure (VDI) aufgestellten sogenannten „Normalien vom Jahre

1882“. Die Anordnung der Schraubenlöcher hat man – abweichend von diesen ersten Normalien – bereits im Jahre 1926 unabhängig vom Werkstoff so festgelegt, dass die Schraubenlöcher symmetrisch zu den beiden Hauptachsen liegen und ihre Anzahl bei allen Nennweiten durch vier teilbar ist.

Die Anschlussmaße der Gusseisenflansche (Außendurchmesser, Lochkreisdurchmesser, Dichtleistendurchmesser, Anzahl und Durchmesser der Schrauben, Schraubenlochdurchmesser) sind in EN 1092-2 [1.5] festgelegt. Weitere Konstruktionsmaße für Flansche PN 10 bis PN 40 sind ebenfalls in dieser EN-Norm erfasst. Zu einer Flansch-Verbindung gehören zwei Flansche, eine Dichtung und eine bestimmte Anzahl von Sechskantschrauben mit Muttern und Scheiben. Der Werkstoff der Dichtung wird dem jeweiligen Verwendungszweck angepasst. Die Flansche duktiler Gussrohre, Formstücke und Armaturen sind mit ebenen Dichtleisten versehen. **Bild 1.4** zeigt eine solche Flansch-Verbindung (Muttern nach EN ISO 4034 [1.6] und Sechskantschrauben nach EN ISO 4016 [1.7]).

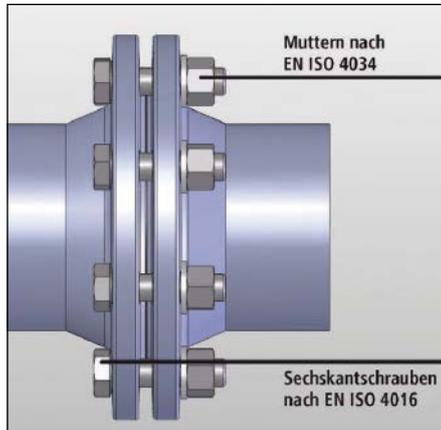


Bild 1.4:
Flansch-Verbindung

1.3.2 Stemmuffen-Verbindung

Bis zur Einführung gummigedichteter Muffen-Verbindungen (etwa 1930) wurden Rohre und Formstücke aus Grauguss vorwiegend mit der Stemmuffe verbunden. Sie war nicht längskraftschlüssig. Die Stemmuffen-Verbindung (**Bilder 1.5 und 1.6**) ist starr und wird bei Bewegung undicht.

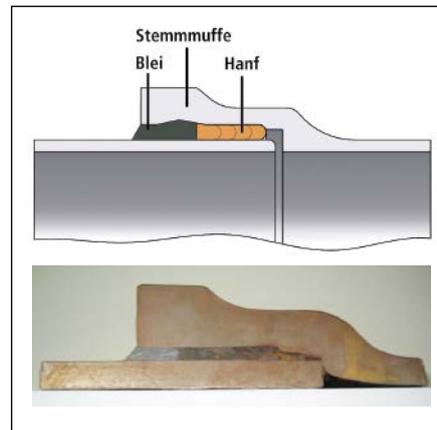


Bild 1.5:
Stemmuffen-Verbindung

Für die Zuverlässigkeit einer Rohrleitung ist die Rohrverbindung von großer Bedeutung. Im Gussrohrbereich hat man schon sehr früh die Vorteile gummigedichteter Muffen-Verbindungen erkannt. Erhält doch die Rohrleitung durch die Gummidichtung eine Beweglichkeit, die eine Anpassung an die Beanspruchungen durch Verkehrserschütterungen und Bodenbewegungen sowie durch Zer-



Bild 1.6:
Aufgeschnittene Stemmuffen-Verbindung eines etwa 300 Jahre alten Gussrohres – Versorgungsleitung für die Wasserspiele des Schlossparks Kassel-Wilhelmhöhe mit dem Herkules-Denkmal; Weltkulturerbe der UNESCO seit Juni 2013
Quelle: mhk, Museumslandschaft Hessen Kassel

rungen und Stauchungen im Rohrstrang ermöglicht, ohne dass die Dichtheit der Verbindungsstellen leidet.

Nähere Angaben über die Arten der verschiedenen Dichtungen enthält **Kapitel 13**.

1.3.3 Schraubmuffen-Verbindung

Die Schraubmuffen-Verbindung wird in Deutschland seit 1931 eingesetzt. Konstruktive Ausbildung und Abmessungen sind in DIN 28601 [1.8] maßlich festgelegt. **Bild 1.7** zeigt sie im Querschnitt.

Das Muffeninnere und die Außenseite des Schraubringes sind mit einem der Belastungsrichtung angepassten Sägezahngevinde versehen. Ein Schraubring presst über einen Gleitring die elastische Dichtung, die eine vordere und hintere Schutzkante aus härterem Gummi besitzt, in ihrem Sitz axial zusammen. Damit wird die Abdichtung zwischen der Muffe und dem Einsteckende bewirkt. Die Schutzkanten verhindern ein Abfließen des unter Spannung stehenden mittleren Weichgummiteiles in den Dichtspalt.

Erforderliche Abwinkelungen – die Verbindung gestattet Abwinkelungen bis zu 3° von der Geraden – nimmt man beim Einbau erst nach dem Anziehen des Schraubringes vor. Die Schraubmuffen-Verbindung wird heute nur noch bei Formstücken im Bereich von DN 40 bis

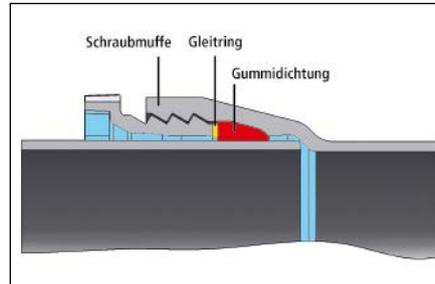


Bild 1.7:
Schraubmuffen-Verbindung

DN 400 verwendet. Durch Zusatzelemente ist eine Längskraftschlüssigkeit herstellbar. Näheres hierzu in **Kapitel 9**.

1.3.4 Stopfbuchsenmuffen-Verbindung

Die Stopfbuchsenmuffen-Verbindung ist seit 1936 in Deutschland gebräuchlich. Ihre Konstruktion ist in DIN 28602 [1.9] maßlich erfasst; **Bild 1.8** zeigt einen Querschnitt.

Das Anpressen der keilförmigen Dichtung, die auf ihrer Vorderseite eine Schutzkante aus härterem Gummi hat,

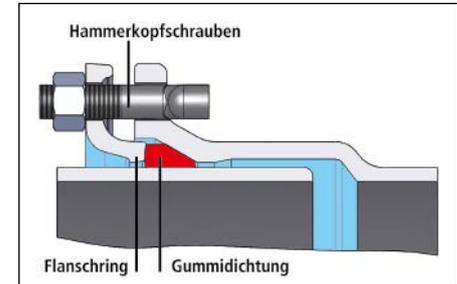


Bild 1.8:
Stopfbuchsenmuffen-Verbindung

übernimmt der Stopfbuchsenring über Hammerkopfschrauben. Das Dichtungsprinzip ist praktisch das gleiche wie bei der Schraubmuffen-Verbindung. Erforderliche Abwinkelungen – die Verbindung gestattet ebenfalls Abwinkelungen bis zu 3° von der Geraden – werden erst nach Montage der Verbindung eingestellt. Die Stopfbuchsenmuffen-Verbindung wird heute nur noch in Verbindung mit bestimmten Formstücktypen im Bereich von DN 500 bis DN 1000 verwendet.

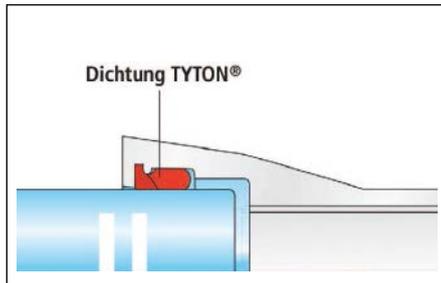


Bild 1.9:
Steckmuffen-Verbindung TYTON®

1.3.5 Steckmuffen-Verbindung

Für duktile Gussrohrleitungen werden heutzutage überwiegend gummigedichtete Steckmuffen-Verbindungen nach DIN 28603 [1.3] eingesetzt: Die Steckmuffen-Verbindung System TYTON® findet für den Bereich DN 80 bis DN 1400 Verwendung, die Steckmuffen-Verbindung System STANDARD im Bereich von DN 80 bis DN 2000. Die TYTON®-Verbindung (**Bild 1.9**) wird in Deutschland seit 1957 eingesetzt. Die profilierte Dichtung besteht aus einer harten und einer weichen Gummimischung. Ausführ-

liche Angaben über Steckmuffen-Verbindungen und ihre Einsatzbereiche finden sich im **Kapitel 8**.

1.3.6 Einsatzbereiche

Die Einsatzbereiche nach Druckklassen (C-Klassen) und Mindestwanddicken e_{\min} für duktile Gussrohre auf dem Gebiet der Wasserversorgung zeigt die **Tabelle 1.1**. Im Bereich des Abwassertransportes sind duktile Kanalrohre gemäß EN 598 [1.4] für drucklose Leitungen und für Druckleitungen bis zu 6 bar Betriebsdruck genormt. Bei höheren Drücken sind die Rohre mit Druckklassen (C-Klassen) entsprechend EN 545 [1.2] auszuwählen.

Sonderfälle, wie z.B. der Einbau als Dükerleitung oder mit geringen Überdeckungshöhen, höhere Innendruckbelastungen oder spezielle Auskleidungen und Umhüllungen, können durch zusätzliche Maßnahmen bei der Fertigung, aber auch beim Einbau berücksichtigt werden.

1.4 Moderne Gussrohr-Technik

Die heute eingesetzten duktilen Gussrohrsysteme erfüllen in ganz besonderem Maße die Anforderungen, die an neue Rohrnetze für den Transport von Wasser und Abwasser zu stellen sind; zusätzliche Anwendungsfelder liegen im Bereich der industriellen Rohrleitungen, z.B. für

- Turbinenleitungen zur Stromerzeugung,
- Beschneigungsanlagen,
- Feuerlöschleitungen,
- Kühlwasserleitungen.

Aber auch in der Bauverfahrenstechnik haben sich duktile Gussrohre wegen ihrer hohen Tragfähigkeit neue Anwendungsfelder erschlossen, z.B. für

- Grabenlose Einbautechniken,
- Gründungspfähle.

Entsprechende Details werden in den **Kapiteln 22 und 23** behandelt.

Ihre ausgezeichneten Eigenschaften verdanken duktile Guss-Rohrsysteme vor allem folgenden Merkmalen:

- der modernen Verbindungstechnik in Form von Steckmuffen-Verbindungen einschließlich der gelenkigen längskraftschlüssigen Steckmuffen-Verbindungen,
- den beachtlichen Werkstoff-Festigkeiten,
- den ausgereiften Korrosionsschutzarten in Form von praxisgerechten Auskleidungen und Umhüllungen.

Sie bieten hohe Sicherheiten gegen Beanspruchungen aus höchsten Innendrücken. Sie widerstehen darüber hinaus vom Werkstoff her praktisch allen auftretenden Erd- und Verkehrslasten.

Dabei ist ganz besonders auf ihre Widerstandsfähigkeit gegenüber den daraus resultierenden Scheiteldruck- und Biegebeanspruchungen hinzuweisen, denn gerade die Biegebeanspruchungen werden durch die beweglichen gummi-gedichteten Steckmuffen-Verbindungen beträchtlich vermindert.

Die Möglichkeit, solche Rohre, Formstücke und Armaturen aus duktilem Gusseisen je nach Aggressivität der Böden auch mit einem adäquaten Außenschutz zu versehen, trägt den praktischen Gegebenheiten beim Einbau von Rohrleitungen Rechnung.

Eine ausführliche Beschreibung der verschiedenen Umhüllungsarten findet sich im **Kapitel 14**.

Sämtliche Systemkomponenten für den Transport von Trinkwasser, Brauch- und Betriebswasser oder Abwasser sind grundsätzlich mit geeigneten Auskleidungen nach EN 545 [1.2] bzw. EN 598 [1.4] ausgestattet. Hierzu zählen vor allem die Rohrauskleidungen mit Zementmörtel und Polyurethan. Formstücke und Armaturen sind überwiegend rundum mit Epoxidharz oder Email beschichtet. **Kapitel 15** enthält Details zu den Auskleidungen.

1.5 Nachhaltigkeit

In jüngerer Zeit gewinnt der Begriff der Nachhaltigkeit bei der Beurteilung von Investitionen in die Infrastruktur zunehmend an Bedeutung. Bei dieser Betrachtung werden ökonomische, ökologische und technische Aspekte beleuchtet und bewertet, und zwar über die gesamte Produktnutzungsdauer.

Die Nachhaltigkeitskriterien duktiler Guss-Rohrsysteme hinsichtlich einer ökonomischen, ökologischen und technischen Bewertung sind in den **Tabellen 1.2, 1.3 und 1.4** stichpunktartig wiedergegeben [1.10].

Tabelle 1.2:

Ökonomische Nachhaltigkeitskriterien duktiler Guss-Rohrsysteme



Ökonomisch überlegen

- hohe Einbauproduktivität durch Steckmuffen-Verbindungen
- kein Schweißen erforderlich
- witterungsunabhängiger Einbau
- häufig keine Sandbettung erforderlich
- keine Betonwiderlager erforderlich bei schubgesicherten Verbindungen
- Abwinkelbarkeit der Verbindungen
- großes Formstück- und Armaturenprogramm vermeidet Sonderanfertigungen
- niedrigste Schadensraten
- Nutzungsdauer bis über 100 Jahre
- ▶ reduziert Arbeitskosten
- ▶ reduziert Arbeitskosten
- ▶ reduziert Arbeitskosten
- ▶ senkt Material- und Logistikkosten
- ▶ senkt Material- und Logistikkosten
- ▶ spart Formstücke
- ▶ reduziert Material- und Arbeitskosten
- ▶ senkt Betriebs-, Energie-, Reparatur- und Wartungskosten
- ▶ minimiert Sanierungsbudgets

Die Investition in duktile Guss-Rohrsysteme rechnet sich durch niedrige Einbau- und Betriebskosten bei außerordentlich hoher Lebensdauer!

Tabelle 1.3:
Ökologische Nachhaltigkeitskriterien duktiler Guss-Rohrsysteme



Ökologisch überlegen

- Diffusionsdichtigkeit
 - ▶ sichert das Lebensmittel Trinkwasser in allen Boden- und Einbaubedingungen gegen umweltschädigende Kohlenwasserstoffe sowie das Grundwasser beim Abwassertransport
- lebensmittelgerechte Auskleidungen
 - ▶ sichern hygienisch-ökologisch den Trinkwassertransport
- Schrott als Grundstoff
 - ▶ minimiert den Verbrauch originärer und fossiler Rohstoffe und reduziert CO₂-Emissionen
- duktiler Gusseisen ist recyclebar
 - ▶ schont die Ressourcen heutiger und künftiger Generationen
- geringe Wartungs- und Instandhaltungsaufwendungen bei hoher Lebensdauer
 - ▶ vermeiden Verschwendung, minimieren den Ressourcenverbrauch und reduzieren CO₂-Emissionen

Duktile Guss-Rohrsysteme schaffen nachweislich echte Nachhaltigkeit!

Tabelle 1.4:
Technische Nachhaltigkeitskriterien duktiler Guss-Rohrsysteme



**Nachhaltig überlegen –
duktiler Guss-Rohrsysteme**

Technisch überlegen

<ul style="list-style-type: none">- Werkstofffestigkeit- wirksamer Außenschutz- statische Tragfähigkeit - Verbindung- duktiler Gusseisen- Einbau- längskraftschlüssige Verbindungen - überlegene Werkstoffeigenschaften	<ul style="list-style-type: none">▶ erlaubt Betriebsdrücke bis 100 bar▶ weist mechanische und chemische Angriffe ab▶ erlaubt höchste Belastungen in Quer- und Längsrichtung▶ erlaubt Betriebsdrücke bis 100 bar; ist wurzelfest▶ ist nicht brennbar▶ ist ohne Spezialgeräte möglich▶ erlauben höchste Zugkräfte und sind damit ideal für den grabenlosen Einbau▶ erlauben Spezialanwendungen in alpinen Regionen, für Feuerlöschleitungen, Beschneigungssysteme und Wasserkraftanlagen
--	---

Die technische Leistungsfähigkeit duktiler Guss-Rohrsysteme gewährleistet höchste Sicherheit in allen Bereichen der Wasserwirtschaft!

© eadips.org

1.6 Zusammenfassung

Duktile Guss-Rohrsysteme mit ihrer ausgereiften Technik bieten viele Vorteile. Sie lassen sich durch die Steckmuffen-Verbindung einfach, sicher und schnell einbauen und sind dauerhaft dicht. Sie sind außerdem vielfältigen Belastungen von innen und außen gewachsen. Die Einbau-, Unterhaltungs- und Folgekosten sind besonders niedrig.

Das duktile Guss-Rohrsystem besitzt demzufolge eine extrem lange Nutzungsdauer.

Mit der Vielzahl technischer Vorzüge sowie den praxisbezogenen und betriebs-technischen Eigenschaften sind die Guss-Rohrsysteme für die Wasserversorgung und die Abwasserentsorgung langfristig gesehen eine wirtschaftliche und damit nachhaltige Lösung.

1.7 Literatur

- [1.1] EN 1563
Founding –
Spheroidal graphite cast irons
[Gießereiwesen –
Gusseisen mit Kugelgraphit]
2011
- [1.2] EN 545
Ductile iron pipes, fittings,
accessories and their joints
for water pipelines –
Requirements and test methods
[Rohre, Formstücke, Zubehör-
teile aus duktilem Gusseisen
und ihre Verbindungen für
Wasserleitungen –
Anforderungen und
Prüfverfahren]
2010
- [1.3] DIN 28603
Rohre und Formstücke aus
duktilen Gusseisen –
Steckmuffen-Verbindungen –
Zusammenstellung, Muffen
und Dichtungen
- [1.4] EN 598
Ductile iron pipes, fittings,
accessories and their joints
for sewerage applications –
Requirements and test methods
[Rohre, Formstücke, Zubehörteile
aus duktilem Gusseisen und ihre
Verbindungen für die Abwasser-
Entsorgung –
Anforderungen und
Prüfverfahren]
2007+A1:2009
- [1.5] EN 1092-2
Flanges and their joints –
Circular flanges for pipes, valves,
fittings and accessories,
PN designated –
Part 2: Cast iron flanges
- [Ductile iron pipes and fittings –
Push-in joints –
Survey, sockets and gasket]
2002-05

- [Flansche und ihre Verbindungen –
Runde Flansche für Rohre,
Armaturen, Formstücke
und Zubehörteile,
nach PN bezeichnet –
Teil 2: Gusseisenflansche]
1997
- [1.6] EN ISO 4034
Hexagon regular nuts (style 1) –
Product grade C (ISO 4034:2012)
[Sechskantmuttern (Typ 1) –
Produktklasse C
(ISO 4034:2012)]
2012
- [1.7] EN ISO 4016]
Hexagon head bolts –
Product grade C
(ISO 4016:2011)
[Sechskantschrauben mit Schaft –
Produktklasse C
(ISO 4016:2011)]
2011
- [1.8] DIN 28601
Rohre und Formstücke
aus duktilem Gusseisen –
Schraubmuffen-Verbindungen –
Zusammenstellung, Muffen,
Schraubringe, Dichtungen,
Gleitringe
[Ductile iron pipes and fittings –
Screwed socket joints –
Assembly, sockets, screw rings,
sealing rings and slip rings]
2000-06
- [1.9] DIN 28602
Rohre und Formstücke
aus duktilem Gußeisen –
Stopfbuchsenmuffen-
Verbindungen –
Zusammenstellung, Muffen,
Stopfbuchsenring, Dichtung,
Hammerschrauben
und Muttern
[Ductile iron pipes and fittings –
Bolted gland joints –
Assembly, sockets, counter ring,
sealing ring, bolts and nuts]
2000-05
- [1.10] Nachhaltig überlegen –
duktiler Guss-Rohrsysteme
GUSS-ROHRSYSTEME 47
(2013), S. 10/11
[Sustainably superior –
ductile iron pipe systems
DUCTILE IRON PIPE SYSTEMS 47
(2013), p. 8/9]

