



18

Schweißen an duktilen Gussrohren

- 18.1 Allgemeines
- 18.2 Schweißverfahren
- 18.3 Anwendungsbereiche

18 Schweißen an duktilen Gussrohren

Beschreibung der Schweißverfahren, der Nahtvorbereitung, der Zusatzwerkstoffe und der Wärmebehandlung beim Schweißen an duktilen Gussrohren und Formstücken sowie Schweißnaht-Prüfungen.

18.1 Allgemeine

Kurz nach der Wende zum 20. Jahrhundert begann im Bereich der industriellen Fertigung die Entwicklung des Schweißens von Gusseisenwerkstoffen. Damals handelte es sich noch um Grauguss (Gusseisen mit Lamellengraphit). Die Vorbehalte gegen das Schweißen von Gusseisen erübrigen sich insofern, als es sich inzwischen im Bereich Rohrleitungsbau meistens um duktilen Gusseisen (Gusseisen mit Kugelgraphit) handelt, aber auch geeignete Schweißzusätze und erheblich verbesserte Schweißtechnologien Verwendung finden. Entsprechende Richtlinien wurden gemeinsam von DVGW, DVS und den Herstellern von Rohren und Formstücken aus duktilem Gusseisen erstellt.

Hinsichtlich des Schweißens von Gusswerkstoffen im Bereich des Rohrleitungsbau unterscheidet man drei Fälle:

- Konstruktionsschweißen, das Schweißen von Gussbauteilen aus Einzelkomponenten (z. B. Anschweißen von Flanschen, Abzweigen usw. auf Rohre),
- Fertigungsschweißen, beispielsweise das Aufbringen eines Schweißwulstes an Einsteckenden von längskraftschlüssigen Rohrverbindungen,
- Instandsetzungsschweißen, Schweißausbesserungen und Auftragsschweißungen.

Der für eine bestimmte Verbindungsqualität erforderliche Aufwand kann sehr unterschiedlich sein.

Man unterscheidet folgende Schweißtechnologien:

- Schweißen mit artgleichem Schweißzusatz unter hoher Vorwärmung, artgleiches Schweißen genannt (früher Warmschweißen),
- Schweißen ohne Zusatzwerkstoff,
- Schweißen mit artfremdem Schweißzusatz ohne oder mit nur geringer Vorwärmung, artfremdes Schweißen genannt (früher Kaltschweißen).

In der Praxis hat sich inzwischen letzteres durchgesetzt.

18.2 Schweißverfahren

Beim Schweißen von duktilem Gusseisen kommen folgende Verfahren zur Anwendung:

- Lichtbogenhandschweißen (E),
- Metallschutzgasschweißen (MIG/MAG),
- Metalllichtbogenschweißen mit Fülldrahtelektroden (MF).

Die Auswahl der Technologie für Guss-eisenschweißverbindungen behandelt das Merkblatt DVS 0602. Es enthält die grundlegenden Vorgehensweisen in Abhängigkeit vom Grundwerkstoff und dem Schweißverfahren.

Zur Schweißnahtvorbereitung sind die Gussflächen von Ölen, Fetten, Farbresten, Rost und Sand zu reinigen. Sie müssen metallisch blank und trocken sowie bei verzinkten Teilen zinkfrei sein.

Beim Schweißen auf der Baustelle ist für die üblichen Bedingungen Sorge zu tragen, z. B. ausreichend große Montagegrube und Schutz vor Witterung. In der Praxis haben sich V- und Kehlnahtverbindungen bewährt, die mit und ohne Pufferlage ausgeführt werden können.

Heftstellen sind vor dem Überschweißen auszuschleifen, um Bindefehler oder Schlackeeinschlüsse zu vermeiden.

DIN EN ISO 1071 unterteilt die für das Schweißen von Gusseisen geeigneten Schweißzusätze in artgleiche und artfremde:

Die artgleichen Schweißzusätze stehen als gegossene Stäbe, als umhüllte Stabelektroden aus Gusseisen oder als Fülldrahtelektroden zur Verfügung. Nach dem Schweißen soll das Gusstück möglichst langsam abkühlen, um Eigenspannungen weitestgehend abzubauen (siehe Merkblatt DVS 0602). Dieses Verfahren bleibt auf das Herstellerwerk beschränkt.

Als artfremde Zusätze für das Schweißen von duktilem Gusseisen kommen vorzugsweise Nickel-Eisen-Legierungen in Frage. Sie haben den Vorteil, eine niedrige Wärmeausdehnung zu besitzen und, als Folge der Aufmischung mit dem hochkohlenstoffhaltigen Grundwerkstoff, nicht zur Versprödung zu neigen.

Der über die Löslichkeitsgrenze hinausgehende Kohlenstoff wird meist als Kugelgraphit ausgeschieden. Darum ist bei duktilem Gusseisen mit Kugelgraphiteinlagerungen keine Wärmenachbehandlung erforderlich. Dieser Sachverhalt ermöglicht eine baustellengerechte Schweißung ohne thermische Nachbehandlung.

18.3 Anwendungsbereiche

18.3.1 Schweißen an Rohren aus duktilem Gusseisen

Maßgebend für die schweißtechnischen Grundsätze zur Ausführung von Schweißungen an Rohren aus duktilem Gusseisen sind die Richtlinien DVS 1502-1 und -2. Die wichtigsten Anwendungen des Schweißens an Rohren aus duktilem Gusseisen zeigt das **Bild 18.1**.

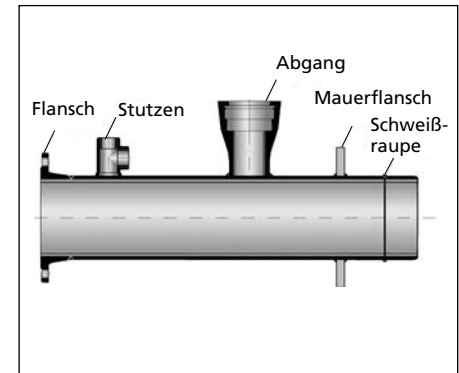


Bild 18.1:
Übersicht der Anwendungsbereiche

Im Zuge der Überarbeitung der Richtlinie DVS 1502-1 in den 90er Jahren wurden auf Veranlassung des DVGW umfangreiche Versuche durchgeführt. Sie führten zu dem Ergebnis, dass das Schweißen an Rohren aus duktilem Gusseisen mit entsprechend ausgebildetem und qualifiziertem Schweißfachpersonal (Schweißer und Schweißaufsicht) möglich ist. Das gilt insbesondere unter Einsatz des Lichtbogenhandschweißens mit eignungsgeprüften Nickel-Eisen-Stabelektroden für den Bereich der Gas- und Wasserversorgung.

Im Falle von duktilen Gussrohren mit Zementmörtel-Auskleidung ist danach kein negativer Einfluss des Schweißprozesses auf die Zementmörtelschicht, und somit rückwirkend auf die Ausbildung der Wärmeeinflusszone, festzustellen. Eine thermische Nachbehandlung von Schweißverbindungen oder geschweißten Teilen ist nicht erforderlich.

Tabelle 18.1, die der Richtlinie DVS 1502-1 entnommen wurde, zeigt in Abhängigkeit von der realen Rohrwanddicke die Randbedingungen für das Schweißen auf.

Tabelle 18.1:

Randbedingungen für das Schweißen an Rohren aus duktilem Gusseisen

Schweißausführung	Dreilagig (auch für Rohr/Stutzenverbindung)		
	ohne Wasserfüllung *)		mit Wasserdurchfluss
Rohrwanddicke real [mm]	ohne ZMA	mit ZMA	mit ZMA
≥ 4,7 ***)	bei 20 °C	bei 20 °C	Nicht zulässig
≥ 6	bei 20 °C	bei 20 °C	bei 20 °C **)
> 8	bei 20 °C	bei 20 °C	bei 20 °C **)
> 10	150 °C Vorwärmung	bei 20 °C	bei 20 °C **)
> 12	150 °C Vorwärmung	150 °C Vorwärmung	200 °C Vorwärmung

*) gilt auch für Rohrleitungen in Schweißbereichen oberhalb des Wasserspiegels
 **) Bei Rohrwandtemperaturen unter 20 °C empfiehlt sich eine Vorwärmung.
 ***) Beim Schweißen von Rohren mit realen Wanddicken unter 4,7 mm sind die Angaben der Hersteller zu beachten.

Das Schweißen an duktilen Gussrohren darf nicht durchgeführt werden, wenn es sich um wasserdurchflossene Rohre ohne Zementmörtel-Auskleidung handelt. Die seit den 70er Jahren eingebauten Wasserleitungsrohre sind grundsätzlich mit Zementmörtel ausgekleidet.

In einzelnen Ausnahmefällen wurden Rohre mit organischen Auskleidungen eingebaut. Hier ist eine Schweißung nicht möglich.

Für die Prüfung von Schweißern gilt die Prüfrichtlinie DVS 1148.

18.3.2 Anschweißen von Flanschen an duktile Gussrohre

Geschweißte Flanschenrohre bestehen aus Rohrabschnitten mit angeschweißten Flanschen aus duktilem Gusseisen. Sie werden je nach Nennweite von PN 10 bis PN 40 hergestellt, jedoch für Gasleitungen nur bis 4 bar. Die Baulängen können 200 bis 5.900 mm betragen.

Für das Anschweißen der Flansche kommt das Metall-Inertgas-Schweißen, meist mit Argon-Schutzgas (MIG-Verfahren), zum Einsatz. Dabei fördert das Elektrodenvorschubgerät die Drahtelektrode (SG Ni Fe, nach DIN EN ISO 1071) mit eingestellter, gleichbleibender Vorschubgeschwindigkeit.

Die Flansche werden vorgewärmt und über die mechanisch bearbeiteten Rohrenden gezogen. Nach dem Abkühlen der Flansche entsteht eine reibschlüssige Verbindung zwischen Rohr und Flansch. Um die Dichtheit sicherzustellen, werden die Flanschenden mit Kehlnähten an den Rohrschaft angeschweißt.

Eine thermische Nachbehandlung der Schweißverbindung ist nicht erforderlich, weil im Nahtbereich ein ähnliches Gefüge entsteht wie im Grundgefüge (s. Lichtbogenhandschweißen an Rohren aus duktilem Gusseisen mit Nickel-Eisen-Stabelektroden nach Richtlinie DVS 1502-1).

18.3.3 Anschweißen von Stutzen

Anschweißstutzen von 1" bis 3" aus duktilem Gusseisen in den Nennweiten DN 25 bis DN 80 können an Wasserleitungen bis 40 bar und an Gasleitungen bis 4 bar angeschweißt werden.

Nach entsprechender Schweißnahtvorbereitung wird der Stutzen mit Kehlnähten (Wurzellage und gependelte Decklage) angeschweißt (**Bild 18.2**). Die Schweißung kann an der mit Wasser gefüllten, jedoch nicht durchströmten, Leitung vorgenommen werden.

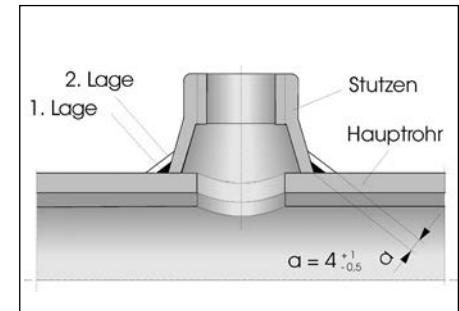


Bild 18.2:
Anschweißen von Stutzen

18.3.4 Anschweißen von Abgängen

Mit zunehmendem Rohrdurchmesser gewinnt das Anschweißen von Abgängen aus duktilem Gusseisen an Bedeutung. Hierdurch wird das gängige Formstückprogramm ergänzt. Die Nennweite der Abgänge von DN 80 bis DN 300 darf bei Druckleitungen höchstens dem halben Außendurchmesser des Hauptrohres entsprechen. Zum Anschweißen der Abgänge haben sich Kehlnähte als geeignet erwiesen (**Bild 18.3**).

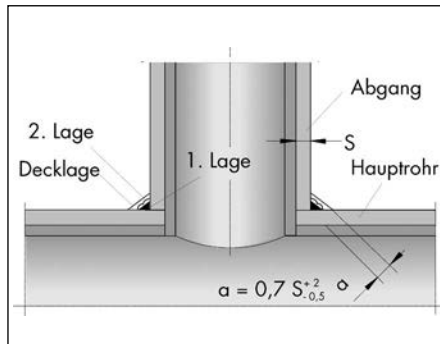


Bild 18.3:
Anschweißen von Abgängen

18.3.5 Anschweißen von Mauerflanschen

Für das Einbinden in Bauwerke wird der Mauerflansch an geeigneter, aber beliebiger Stelle mit Kehlnähten auf das Rohr geschweißt. Die Mauerflansche aus duktilem Gusseisen (gegebenenfalls auch aus Stahl) sollen eng am Rohr anliegen (**Bild 18.4**). Selbst bei großen Rohrdimensionen ist eine Vorwärmung nicht erforderlich, da segmentweise geschweißt wird.

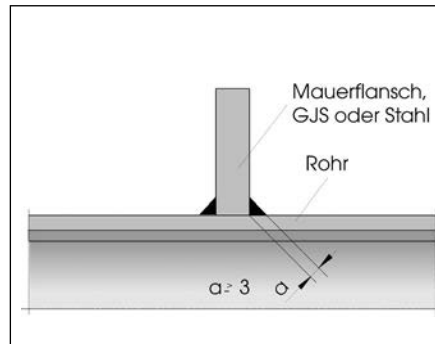


Bild 18.4:
Anschweißen von Mauerflanschen

18.3.6 Auftragsschweißen für formschlüssige Verbindungen

Für die Herstellung formschlüssiger Verbindungen hat sich in der Praxis die am Einsteckende aufgetragene umlaufende Schweißraupe bewährt (**Bild 18.1**).

18.3.7 Prüfung von Gusseisen-schweißverbindungen

Die Schweißnähte sind einer Sichtprüfung zu unterziehen und falls erforderlich mittels Ultraschall oder dem Farbeindringverfahren auf Naht- bzw. Oberflächenfehler zu prüfen. Nicht auf Dichtigkeit beanspruchte Teile, beispielsweise Mauerflansche, werden stichprobenweise auf Oberflächenfehler geprüft. Rohre mit geschweißten Flanschen werden unabhängig vom Schweißverfahren nach dem Schweißen einer Wasserdruckprüfung mit 1,5-fachem Nenndruck unterzogen.