

**DIN EN 13941-2**

ICS 23.040.07; 23.040.10; 91.140.10

Ersatz für  
DIN EN 13941-2:2019-12

**Fernwärmerohre –  
Auslegung und Installation von gedämmten Einzel- und  
Doppelrohr-Verbundsystemen für direkt erdverlegte Fernwärmenetze –  
Teil 2: Installation;  
Deutsche Fassung EN 13941-2:2019+A1:2021**

District heating pipes –  
Design and installation of thermal insulated bonded single and twin pipe systems for directly  
buried hot water networks –  
Part 2: Installation;  
German version EN 13941-2:2019+A1:2021

Tuyaux de chauffage urbain –  
Conception et installation des systèmes bloqués de tuyaux monotubes et bitubes isolés  
thermiquement pour les réseaux d'eau chaude enterrés directement –  
Partie 2: Installation;  
Version allemande EN 13941-2:2019+A1:2021

Gesamtumfang 100 Seiten

DIN-Normenausschuss Heiz- und Raumlufttechnik sowie deren Sicherheit (NHRS)

## **Nationales Vorwort**

Dieses Dokument (EN 13941-2:2019+A1:2021) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 107 „Werkmäßig gedämmte Mantelrohrsysteme für Fernwärme und Fernkälte“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DS (Dänemark) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 041-01-12 AA „Werkmäßig gedämmte Mantelrohre für Fernwärme (SpA CEN/TC 107)“ im DIN-Normenausschuss Heiz- und Raumlufttechnik sowie deren Sicherheit (NHRS).

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN ([www.din.de](http://www.din.de)) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

### **Änderungen**

Gegenüber DIN EN 13941-2:2019-12 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) geringfügige Korrekturen im Dokument.

### **Frühere Ausgaben**

DIN EN 13941: 2003-10, 2010-01, 2010-12

DIN EN 13941-2: 2019-12

Deutsche Fassung

Fernwärmerohre —  
Auslegung und Installation von gedämmten Einzel- und  
Doppelrohr-Verbundsystemen für direkt erdverlegte  
Fernwärmenetze —  
Teil 2: Installation

District heating pipes —  
Design and installation of thermal insulated bonded  
single and twin pipe systems for directly buried hot  
water networks —  
Part 2: Installation

Tuyaux de chauffage urbain —  
Conception et installation des systèmes bloqués de  
tuyaux monotubes et bitubes isolés thermiquement  
pour les réseaux d'eau chaude enterrés directement —  
Partie 2: Installation

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 14. Dezember 2018 angenommen und beinhaltet die Änderung 1, welche vom CEN am 15. Oktober 2021 angenommen wurde.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim CEN-CENELEC-Management-Zentrum oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, der Republik Nordmazedonien, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG  
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION  
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

CEN-CENELEC Management-Zentrum: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel

## Inhalt

|                                                                                                                                        | Seite |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Europäisches Vorwort .....                                                                                                             | 5     |
| Einleitung .....                                                                                                                       | 6     |
| 1 Anwendungsbereich .....                                                                                                              | 7     |
| 2 Normative Verweisungen .....                                                                                                         | 7     |
| 3 Begriffe und Symbole .....                                                                                                           | 10    |
| 3.1 Begriffe .....                                                                                                                     | 10    |
| 3.2 Symbole .....                                                                                                                      | 10    |
| 3.3 Abkürzungen .....                                                                                                                  | 10    |
| 4 Beschaffung .....                                                                                                                    | 10    |
| 4.1 Hersteller von wärmegeprägten Rohrelementen .....                                                                                  | 10    |
| 4.2 Montage von Muffenverbindungen und PE-Schweißungen an Ummantelungen .....                                                          | 10    |
| 5 Allgemeine Anforderungen .....                                                                                                       | 11    |
| 6 Erforderliche Informationen .....                                                                                                    | 11    |
| 6.1 Dokumente aus der Auslegungsphase .....                                                                                            | 11    |
| 6.2 Dokumente der Hersteller .....                                                                                                     | 12    |
| 6.3 Bestehende Konstruktionen und unterirdische Systeme .....                                                                          | 12    |
| 6.3.1 Allgemeines .....                                                                                                                | 12    |
| 6.4 Schaltplan .....                                                                                                                   | 12    |
| 7 Qualitätssicherung .....                                                                                                             | 13    |
| 7.1 Allgemeines .....                                                                                                                  | 13    |
| 7.2 Installation und Zulassung .....                                                                                                   | 14    |
| 8 Baustellenvorbereitung .....                                                                                                         | 14    |
| 8.1 Allgemeines .....                                                                                                                  | 14    |
| 8.2 Zusammenarbeit mit Behörden und anderen interessierten Parteien .....                                                              | 14    |
| 8.3 Baustellenzugang .....                                                                                                             | 15    |
| 8.4 Ausrüstung und Material .....                                                                                                      | 15    |
| 9 Grabenerstellung .....                                                                                                               | 15    |
| 9.1 Allgemeines .....                                                                                                                  | 15    |
| 9.2 Grundwasserentnahme .....                                                                                                          | 16    |
| 9.3 Installation der Rohrleitungen, die andere Konstruktionen und bestehende Leitungen kreuzen oder parallel zu diesen verlaufen ..... | 17    |
| 9.4 Aufgrabungen bei Überkreuzungen von oder parallel zu bestehenden Fernwärmeleitungen, Reduzierung der Bodenüberdeckung usw. ....    | 17    |
| 10 Transport und Lagerung von Rohrelementen, Rohrkomponenten und anderen Materialien .....                                             | 17    |
| 10.1 Allgemeines .....                                                                                                                 | 17    |
| 10.2 Transport und Lieferung .....                                                                                                     | 18    |
| 10.2.1 Be- und Entladen .....                                                                                                          | 18    |
| 10.2.2 Prüfen der Lieferung .....                                                                                                      | 18    |
| 10.3 Lagerung .....                                                                                                                    | 18    |
| 10.3.1 Allgemeines .....                                                                                                               | 18    |
| 10.3.2 Lagerung von Rohrbaugruppen .....                                                                                               | 19    |
| 10.3.3 Lagerung von Verbundformstücken und Armaturenbaugruppen .....                                                                   | 19    |

|                       |                                                                               |    |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------|----|
| 10.3.4                | Lagerung von Muffenverbindingssystemen und anderen Materialien .....          | 19 |
| 11                    | Rohrverlegung .....                                                           | 20 |
| 11.1                  | Allgemeines .....                                                             | 20 |
| 11.2                  | Installation im Graben .....                                                  | 20 |
| 11.3                  | Schweißen und Prüfung von Schweißnähten .....                                 | 21 |
| 11.3.1                | Schweißen des Mediumrohres und Prüfung der Schweißnähte .....                 | 21 |
| 11.4                  | Entlüftung und Entleerung .....                                               | 30 |
| 11.5                  | Prüfung auf Dichtheit und Festigkeit .....                                    | 33 |
| 11.5.1                | Allgemeines .....                                                             | 33 |
| 11.5.2                | Sichtprüfung mit $\overline{A_1}$ Überdruck $\overline{A_1}$ durch Luft ..... | 34 |
| 11.5.3                | Sichtprüfung mit Unterdruck durch Luft .....                                  | 34 |
| 11.5.4                | Hydrostatische Prüfung .....                                                  | 35 |
| 11.6                  | Muffenverbindungen .....                                                      | 39 |
| 11.6.1                | Allgemeines .....                                                             | 39 |
| 11.6.2                | Verbindungen .....                                                            | 40 |
| 11.6.3                | Vor Ort vorbereitete Formstücke für Ummantelungen .....                       | 40 |
| 11.7                  | Überwachungssystem .....                                                      | 43 |
| 11.8                  | Dehnpolster .....                                                             | 45 |
| 11.9                  | Strom- und Telekommunikationskabel der Systeme .....                          | 47 |
| 11.10                 | Anforderungen des horizontalen Spülbohrers (HDD) .....                        | 47 |
| 11.11                 | Anforderungen für kritische Stellen .....                                     | 47 |
| 11.11.1               | Wanddurchführungen .....                                                      | 47 |
| 11.11.2               | Verbindungen mit anderen Rohrsystemen .....                                   | 48 |
| 11.11.3               | Rohrverlegung in Schutzrohren .....                                           | 48 |
| 11.11.4               | Schutz gegen externe Einflüsse für oberirdische Anlagen .....                 | 49 |
| 11.12                 | Position der Rohrleitung .....                                                | 49 |
| 12                    | Verfüllung .....                                                              | 49 |
| 12.1                  | Allgemeines .....                                                             | 49 |
| 12.2                  | Bettungsmaterial und Zusammensetzung .....                                    | 50 |
| 13                    | Inbetriebnahme .....                                                          | 52 |
| 14                    | Betrieb .....                                                                 | 52 |
| 15                    | Dokumentation .....                                                           | 52 |
| 15.1                  | Informationen zu Betrieb und Instandhaltung .....                             | 52 |
| 15.1.1                | Anwendungsbereich .....                                                       | 52 |
| 15.1.2                | Dokumentation — Ziele und Nutzen .....                                        | 52 |
| 15.1.3                | Technische Dokumentation .....                                                | 53 |
| 15.1.4                | Zeichnungen der technischen Dokumentation .....                               | 57 |
| 15.1.5                | Bereitstellungsdokumentation .....                                            | 61 |
| 15.2                  | Dokumentation im Anwendungsbereich der PED .....                              | 61 |
| Anhang A (informativ) | Entlüftung und Entleerung .....                                               | 62 |
| A.1                   | Allgemeines .....                                                             | 62 |
| A.2                   | Einrichtungen zur Entlüftung und Entleerung .....                             | 62 |
| A.3                   | Einrichtungen für die Entleerung für größere Rohrleitungsmaße .....           | 64 |
| A.4                   | Entlüftung neuer Rohrabschnitte .....                                         | 65 |
| A.4.1                 | Entlüftung durch Hausanschlussleitung .....                                   | 65 |
| A.4.2                 | Entlüftung durch Entlüftungsschränke .....                                    | 66 |
| Anhang B (informativ) | Empfehlungen für das horizontale Spülbohrverfahren .....                      | 68 |
| B.1                   | Allgemeines .....                                                             | 68 |
| B.2                   | Tiefe unterhalb von Straßen .....                                             | 68 |
| B.3                   | Mindestzwischenabstände .....                                                 | 69 |
| B.4                   | Ummantelungen und vor Ort hergestellte Muffenverbindungen .....               | 69 |
| B.5                   | Zusammensetzung der Bohrspülung .....                                         | 69 |

|                                                                                                |                                                                |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-----------|
| B.6                                                                                            | Bohrspülungsdrücke .....                                       | 70        |
| B.7                                                                                            | Maße und Stabilität des Bohrloches .....                       | 70        |
| B.8                                                                                            | Ballastierung .....                                            | 71        |
| B.9                                                                                            | Installation von Rohrbündeln .....                             | 71        |
| B.10                                                                                           | Bestimmung der Position und Korrektur der Route .....          | 71        |
| B.11                                                                                           | Erfassung und Steuerung der horizontalen Spülbohrung .....     | 72        |
| B.12                                                                                           | Bohrtoleranzen .....                                           | 72        |
| B.13                                                                                           | Verifizierung der Auslegung und Methodik für den Rückzug ..... | 74        |
| B.14                                                                                           | Bereitstellungsinformationen .....                             | 74        |
| <b>Anhang C (informativ) Qualifizierung der Monteure, die Verbindungen in Rohrsystemen aus</b> |                                                                |           |
|                                                                                                | <b>werkmäßig gedämmten Verbundrohren installieren .....</b>    | <b>75</b> |
| C.1                                                                                            | Kenntnisse und Fertigkeiten .....                              | 75        |
| C.2                                                                                            | Grundlagen der Schulung und Prüfung .....                      | 75        |
| C.3                                                                                            | Themenbereiche der Schulung und Prüfung .....                  | 76        |
| C.3.1                                                                                          | Allgemeines .....                                              | 76        |
| C.3.2                                                                                          | Ummantelungen aus Polyethylen (PE) .....                       | 76        |
| C.3.2.1                                                                                        | Wichtige Konstruktionsmerkmale und -eigenschaften .....        | 76        |
| C.3.2.2                                                                                        | Technologisches Verhalten von PE .....                         | 76        |
| C.3.2.3                                                                                        | Mechanische Eigenschaften von PE .....                         | 76        |
| C.3.2.4                                                                                        | Bedingungen der Segmente von Ummantelungen unter Last .....    | 77        |
| C.3.3                                                                                          | Überwachung .....                                              | 77        |
| C.3.4                                                                                          | PUR-Schaumstoffsystem .....                                    | 77        |
| C.3.4.1                                                                                        | PUR-Schaumstoff als Zweikomponentenmaterial .....              | 77        |
| C.3.4.2                                                                                        | Verfahren zur Wärmedämmung vor Ort .....                       | 77        |
| C.3.5                                                                                          | Verbindungsarten/Verbindungssysteme .....                      | 78        |
| C.3.5.1                                                                                        | Allgemeines .....                                              | 78        |
| C.3.5.2                                                                                        | Muffenverbindung mit Mastix-/Klebedichtung .....               | 78        |
| C.3.5.3                                                                                        | Geschweißte Verbindungen/Systeme .....                         | 78        |
| C.3.6                                                                                          | Installation der Verbindungen .....                            | 79        |
| C.3.6.1                                                                                        | Allgemeines .....                                              | 79        |
| C.3.6.2                                                                                        | Installation des Überwachungssystems .....                     | 79        |
| C.3.6.3                                                                                        | Abgedichtete Verbindungen .....                                | 80        |
| C.3.6.4                                                                                        | Geschweißte Verbindungen .....                                 | 81        |
| C.3.6.5                                                                                        | Dämmung der Verbindungen .....                                 | 81        |
| C.3.6.6                                                                                        | Dokumentation .....                                            | 82        |
| <b>Anhang D (informativ) Qualitätssicherungsprogramm und Dokumentation .....</b>               |                                                                | <b>83</b> |
| <b>Anhang E (normativ) Inbetriebnahme .....</b>                                                |                                                                | <b>93</b> |
| E.1                                                                                            | Inbetriebnahme .....                                           | 93        |
| E.1.1                                                                                          | Allgemeines .....                                              | 93        |
| E.1.2                                                                                          | Auffüllen mit Wasser für den Erstbetrieb .....                 | 94        |
| E.1.3                                                                                          | Überwachungssystem .....                                       | 94        |
| <b>Anhang F (informativ) Betrieb .....</b>                                                     |                                                                | <b>95</b> |
| <b>Literaturhinweise .....</b>                                                                 |                                                                | <b>97</b> |

## Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN 13941-2:2019+A1:2021) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 107 „Werkmäßig gedämmte Mantelrohrsysteme für Fernwärme und Fernkälte“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DS gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Juni 2022 und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Juni 2022 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument ersetzt  EN 13941:2019  N1).

Dieses Dokument beinhaltet die Änderung 1, die von CEN am 15. Oktober 2021 angenommen wurde.

Der Beginn und das Ende von neuem oder geändertem Text werden durch die Markierungen   angezeigt.

EN 13941, *Fernwärmerohre — Auslegung und Installation von gedämmten Einzel- und Doppelrohr-Verbundsystemen für direkt erdverlegte Fernwärmenetze* besteht aus zwei Teilen:

- Teil 1: *Auslegung*
- Teil 2: *Installation*

 Gegenüber EN 13941-2:2019 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) geringfügige Korrekturen im gesamten Dokument. 

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Liste dieser Institute ist auf den Internetseiten von CEN abrufbar.

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die Republik Nordmazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Serbien, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

---

N1) Nationale Fußnote: Redaktioneller Fehler in der Referenzfassung; dieses Dokument ersetzt EN 13941-2:2019.

## Einleitung

Dieses Dokument wurde von CEN/TC 107/WG 13 „Werkmäßig gedämmte Fernwärme-Rohrsysteme – Auslegung und Installation“ erarbeitet.

Entsprechend dem Aufgabengebiet von CEN/TC 107:

- hat CEN/TC 107/WG 13 die Aufgabe, Auslegungs-, Berechnungs- und Installationsanforderungen für werkmäßig gefertigte, wärmegeämmte Einzel- und Doppelrohr-Verbundsysteme für direkt erdverlegte Fernwärmenetze festzulegen;
- legt CEN/TC 107/WG 13 auch Regeln für Funktionsprüfungen von wärmegeämmten Verbundrohrsystemen für unterirdische Fernwärmenetze fest.

Bei der Anwendung der Norm müssen die verschiedenen Abschnitte, aus denen sie besteht, als voneinander abhängig angesehen werden und können nicht losgelöst als allein stehende Regeln gelten.

Die Revision von EN 13941:2009+A1:2010 umfasst die Aufteilung des Dokuments in zwei separate Dokumente:

- EN 13941-1, *Fernwärmerohre — Auslegung und Installation von gedämmten Einzel- und Doppelrohr-Verbundsystemen für direkt erdverlegte Fernwärmenetze — Teil 1: Auslegung*;
- EN 13941-2, *Fernwärmerohre — Auslegung und Installation von gedämmten Einzel- und Doppelrohr-Verbundsystemen für direkt erdverlegte Fernwärmenetze — Teil 2: Installation*.

Dieses Dokument (Teil 2) besteht aus einem Hauptteil und 6 Anhängen.

Anhang E ist normativ. Anhänge A, B, C, D und F sind informativ.

Diese Norm umfasst eine Anzahl von Anforderungen, die die ordnungsgemäße Bauausführung von Verteilungsnetzen für die Fernwärme sicherstellen sollen.

Die Anforderungen in diesem Dokument sollten bewertet und in Übereinstimmung mit den Zielen der Norm und unter angemessener Berücksichtigung der in dem betroffenen Fachgebiet stattfindenden Entwicklungen angewendet werden. Es wird daher angenommen, dass der Anwender der Norm über das erforderliche technische Wissen und ausreichende Kenntnisse der gesetzlichen und weiteren externen Regelungen verfügt, die für die praktische Anwendung dieses Dokuments von Bedeutung sind.

ANMERKUNG Einige Absätze dieser Norm werden in einigen Ländern möglicherweise durch nationale Vorschriften abgedeckt, welche selbstverständlich anstelle dieser Norm gelten.

## 1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt Auslegungs-, Berechnungs- und Installationsanforderungen für werkmäßig gefertigte, wärmegeämmte Einzel- und Doppelrohrverbundsysteme für erdverlegte Fernwärmenetze fest, die für den Dauerbetrieb mit aufbereitetem Wasser bei unterschiedlichen Temperaturen bis 120 °C und gelegentlichen Spitzentemperaturen bis 140 °C für höchstens 300 h/a sowie bei maximalem Innendruck von 2,5 MPa vorgesehen sind.

Flexible Rohrsysteme nach der Normenreihe EN 15632 liegen nicht im Anwendungsbereich dieser Norm.

Die Norm EN 13941, *Fernwärmerohre — Auslegung und Installation von gedämmten Einzel- und Doppelrohr-Verbundsystemen für direkt erdverlegte Fernwärmenetze* besteht aus zwei Teilen:

- a) EN 13941-1: *Auslegung*
- b) EN 13941-2: *Installation*

Die Anforderungen in diesem Teil, EN 13941-2, bilden eine Einheit mit jenen aus EN 13941-1.

Die Grundsätze der Norm können auf wärmegeämmte Rohrleitungssysteme mit Drücken über 2,5 MPa angewendet werden, vorausgesetzt, die Auswirkungen dieses höheren Drucks werden besonders beachtet.

Angrenzende Rohre, die zum Netz gehören aber nicht erdverlegt sind (z. B. Rohre in unterirdischen Einbauten, Armaturenschächten, oberirdische Straßenüberquerungen usw.), können entsprechend dieser Norm ausgelegt und installiert werden.

Die Norm setzt die Verwendung von aufbereitetem Wasser voraus, das durch Enthärtung, Entsalzung, Entlüftung, Zusatz von Chemikalien oder auf andere Art und Weise so behandelt worden ist, dass innere Korrosion und Ablagerungen in den Leitungen effektiv vermieden werden.

ANMERKUNG Für weitere Informationen zur Qualität des Wassers, welches bei Fernwärmesystemen eingesetzt wird, siehe Literaturhinweis [8].

Dieses Dokument gilt nicht für Geräte bzw. Anlagen, wie z. B.:

- a) Pumpen;
- b) Wärmeübertrager;
- c) Kessel, Speicher;
- d) Systeme hinter Hausregelstationen.

## 2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN 253, *Fernwärmerohre — Einzelrohr-Verbundsysteme für direkt erdverlegte Fernwärmenetze — Werkmäßig gefertigte Verbundrohrsysteme, bestehend aus Stahl-Mediumrohr, einer Wärmedämmung aus Polyurethan und einer Ummantelung aus Polyethylen*

EN 448, Fernwärmerohre — Einzelrohr-Verbundsysteme für direkt erdverlegte Fernwärmenetze — Werkmäßig gefertigte Verbundformstücke, bestehend aus Stahl-Mediumrohren, einer Wärmedämmung aus Polyurethan und einer Ummantelung aus Polyethylen

EN 488, Fernwärmerohre — Einzelrohr-Verbundsysteme für direkt erdverlegte Fernwärmenetze — Werkmäßig gefertigte Stahl-Absperrarmaturen für Stahl-Mediumrohre, Wärmedämmung aus Polyurethan und einer Ummantelung aus Polyethylen

EN 489, Fernwärmerohre — Werkmäßig gedämmte Verbundmantelrohrsysteme für direkt erdverlegte Fernwärmenetze — Rohrverbindungen für Stahlmediumrohre mit Polyurethan-Wärmedämmung und Außenmantel aus Polyethylen

EN 10204, Metallische Erzeugnisse — Arten von Prüfbescheinigungen

EN 13018, Zerstörungsfreie Prüfung — Sichtprüfung — Allgemeine Grundlagen

EN 13480-5, Metallische industrielle Rohrleitungen — Teil 5: Prüfung

prEN 13941-1, Fernwärmerohre — Auslegung und Installation von gedämmten Einzel- und Doppelrohr-Verbundsystemen für direkt erdverlegte Heißwasser-Fernwärmenetze — Teil 1: Auslegung

EN 14419:2009, Fernwärmerohre — Werkmäßig gedämmte Verbundmantelrohrsysteme für erdverlegte Fernwärmenetze — Überwachungssysteme

EN 15698 (alle Teile), Fernwärmerohre — Verbundmanteldoppelrohre für direkt erdverlegte Fernwärmenetze

EN 17248  gestrichener Text , Fernwärme- und Fernkälterohrsysteme — Begriffe

EN ISO 3452-1, Zerstörungsfreie Prüfung — Eindringprüfung — Teil 1: Allgemeine Grundlagen (ISO 3452-1)

EN ISO 3834-1, Qualitätsanforderungen für das Schmelzschweißen von metallischen Werkstoffen — Teil 1: Kriterien für die Auswahl der geeigneten Stufe der Qualitätsanforderungen (ISO 3834-1)

EN ISO 3834-3, Qualitätsanforderungen für das Schmelzschweißen von metallischen Werkstoffen — Teil 3: Standard-Qualitätsanforderungen (ISO 3834-3)

EN ISO 3834-4, Qualitätsanforderungen für das Schmelzschweißen von metallischen Werkstoffen — Teil 4: Elementare Qualitätsanforderungen (ISO 3834-4)

EN ISO 5579, Zerstörungsfreie Prüfung — Durchstrahlungsprüfung von metallischen Werkstoffen mit Film und Röntgen- oder Gammastrahlen — Grundlagen (ISO 5579)

EN ISO 5817:2014, Schweißen — Schmelzschweißverbindungen an Stahl, Nickel, Titan und deren Legierungen (ohne Strahlschweißen) — Bewertungsgruppen von Unregelmäßigkeiten (ISO 5817:2014)

EN ISO 9606-1, Prüfung von Schweißern — Schmelzschweißen — Teil 1: Stähle (ISO 9606-1)

EN ISO 9712, Zerstörungsfreie Prüfung — Qualifizierung und Zertifizierung von Personal der zerstörungsfreien Prüfung (ISO 9712)

EN ISO 9934-1, Zerstörungsfreie Prüfung — Magnetpulverprüfung — Teil 1: Allgemeine Grundlagen (ISO 9934-1)

EN ISO 10675-1, Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Zulässigkeitsgrenzen für die Durchstrahlungsprüfung — Teil 1: Stahl, Nickel, Titan und deren Legierungen (ISO 10675-1)

EN ISO 11666, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Ultraschallprüfung — Zulässigkeitsgrenzen (ISO 11666)*

EN ISO 14731:2006, *Schweißaufsicht — Aufgaben und Verantwortung (ISO 14731:2006)*

EN ISO 14732, *Schweißpersonal — Prüfung von Bedienern und Einrichtern zum mechanischen und automatischen Schweißen von metallischen Werkstoffen (ISO 14732)*

EN ISO 15609-1, *Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Schweißanweisung — Teil 1: Lichtbogenschweißen (ISO 15609-1)*

EN ISO 15609-2, *Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Schweißanweisung — Teil 2: Gasschweißen (ISO 15609-2)*

EN ISO 15610, *Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Qualifizierung aufgrund des Einsatzes von geprüften Schweißzusätzen (ISO 15610)*

EN ISO 15613, *Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Qualifizierung aufgrund einer vorgezogenen Arbeitsprüfung (ISO 15613)*

EN ISO 15614-1, *Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Schweißverfahrensprüfung — Teil 1: Lichtbogen- und Gasschweißen von Stählen und Lichtbogenschweißen von Nickel und Nickellegierungen (ISO 15614-1)*

EN ISO 16810, *Zerstörungsfreie Prüfung — Ultraschallprüfung — Allgemeine Grundsätze (ISO 16810)*

EN ISO 17636-1, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Durchstrahlungsprüfung — Teil 1: Röntgen- und Gammastrahlungstechniken mit Filmen (ISO 17636-1)*

EN ISO 17636-2, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Durchstrahlungsprüfung — Teil 2: Röntgen- und Gammastrahlungstechniken mit digitalen Detektoren (ISO 17636-2)*

EN ISO 17637, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Sichtprüfung von Schmelzschweißverbindungen (ISO 17637)*

EN ISO 17638, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Magnetpulverprüfung (ISO 17638)*

EN ISO 17640, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Ultraschallprüfung — Techniken, Prüfklassen und Bewertung (ISO 17640)*

EN ISO 23277, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Eindringprüfung von Schweißverbindungen — Zulässigkeitsgrenzen (ISO 23277)*

EN ISO 23278, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Magnetpulverprüfung von Schweißverbindungen — Zulässigkeitsgrenzen (ISO 23278)*

**A1** gestrichener Text **A1**

HD 308 S2, *Kennzeichnung von Adern in Kabel/Leitungen und flexiblen Leitungen*

### 3 Begriffe und Symbole

#### 3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN 17248.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- IEC Electropedia: verfügbar unter <https://www.electropedia.org/>
- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp>

#### 3.2 Symbole

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Symbole und Indizes nach EN 13941-1.

#### 3.3 Abkürzungen

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Abkürzungen nach EN 13941-1.

### 4 Beschaffung

#### 4.1 Hersteller von wärmegeprägten Rohrelementen

Hinsichtlich des Qualitätssicherungsprogramms und der Dokumentation geeigneter wärmegeprägter Rohrelemente siehe Anhang D.

ANMERKUNG Für die Qualitätssicherung werkmäßig gefertigter, wärmegeprägter Rohrelemente siehe z. B. EHP 001 [1] und EHP 003 [15].

#### 4.2 Montage von Muffenverbindungen und PE-Schweißungen an Ummantelungen

Hinsichtlich der Montage von Muffenverbindungen und PE-Schweißungen an Ummantelungen müssen die folgenden Punkte beachtet werden:

- a) Die Arbeit darf nur durch qualifizierte Monteure und PE-Schweißer ausgeführt werden:
- Anhang C enthält ein Beispiel für eine Übersicht über die erforderlichen Fachkenntnisse und Fertigkeiten der Monteure und PE-Schweißer.

ANMERKUNG Auf nationaler Ebene können andere Ausbildungssysteme für Monteure und PE-Schweißer existieren.

- b) erfahrenes und qualifiziertes Leitungspersonal als Vorarbeiter und Qualitätsprüfer:

Das Aufsichtspersonal und Qualitätsprüfpersonal muss als Monteur und PE-Schweißer ausgebildet sein;

- c) geeignete und gebrauchsfähige Werkzeuge, Einrichtungen und Maschinen.

Hinsichtlich des Qualitätssicherungsprogramms und der Dokumentation der Nutzungsdauer für die Ausführung der Muffenverbindungen und PE-Schweißungen an Ummantelungen siehe Tabelle D.6 und Tabelle D.8.

## 5 Allgemeine Anforderungen

Jede Installation von Rohren muss auf der Grundlage einer Ausführungsplanung durchgeführt werden, die ausreichend detailliert ist, um die Ausführung in der für das Projekt beabsichtigten Qualität sicherzustellen.

Die Installation eines Rohrsystems muss wie folgt durchgeführt werden:

- in Übereinstimmung mit dem Installationsplan und den Anweisungen des Herstellers des Systems oder des Rohres und der Komponenten, wie jeweils zutreffend;
- in Übereinstimmung mit der Ausführungsplanung, um die Sicherheit der Monteure, des weiteren Baustellenpersonals sowie aller Drittpersonen sicherzustellen;
- so, dass Installation und Betrieb keine anderen Strukturen (z. B. Straßen) oder Gewerke beschädigen oder gefährden.

Projektklassen, einschließlich der erforderlichen Auslegungsdokumentation, müssen nach EN 13941-1 bestimmt werden.

Für die Installation und Montage von Rohrelementen und Rohrkomponenten dürfen nur Werkstoffe und Verfahren angewendet werden, die die festgelegten Anweisungen und Normen erfüllen.

Rohrleitungsabschnitte, die nicht in Übereinstimmung mit dieser Norm installiert werden können, wie z. B. Abschnitte ohne Rohrelemente — z. B. Brückenüberquerungen, Wasserlaufdurchquerungen, Schutzrohre — sollten von qualifiziertem Personal in Übereinstimmung mit den Konstruktionszeichnungen sowie entsprechenden weiteren Normen und Codes installiert werden.

Werden während der Installation Änderungen vorgenommen, ist die Ausführungsplanung entsprechend zu ändern. Die baulichen und statischen Folgen eventuell erforderlicher Änderungen müssen geprüft werden.

Die Risikobewertung des Rohrsystems wird in EN 13941-1 beschrieben.

Die Umweltschutzanforderungen nach Maßgabe der Gesetzgeber sind einzuhalten. Diese Anforderungen können sich von Ort zu Ort unterscheiden und hängen von der zuständigen Behörde ab.

Es ist zulässig, zu den in dieser Norm angegebenen Regeln alternative Auslegungsregeln anzuwenden, vorausgesetzt, es ist erwiesen, dass die Alternativregel mit den entsprechenden Grundsätzen übereinstimmt und hinsichtlich der Widerstandsfähigkeits-, Gebrauchstauglichkeits- und Dauerhaftigkeitseigenschaften des Systems mindestens gleichwertig ist.

## 6 Erforderliche Informationen

### 6.1 Dokumente aus der Auslegungsphase

Auf der Baustelle muss ein vollständiger Datensatz nach EN 13941-1 zur Verfügung stehen. Die Informationen müssen zumindest die neuesten Informationen über die Situation vor Ort sowie die vertikale Überdeckung und die Maße aller verfügbaren und geplanten unterirdischen Systeme und dazugehörigen Anlagen, z. B. Schächte, umfassen.

Es muss geprüft werden, ob die zur Baustelle gelieferten Dehnpolster den Anforderungen nach EN 13941-1 entsprechen.

## 6.2 Dokumente der Hersteller

Die folgenden Dokumente sind auf Anfrage durch den Hersteller zur Verfügung zu stellen:

- eine Installationsanleitung.

In der Installationsanleitung muss der Hersteller Anweisungen zur Installation der Rohrelemente und Rohrkomponenten vorsehen. Ebenso sollten Empfehlungen zur Handhabung, Lagerung auf der Baustelle, dem Schweißen, dem Fügen und der Verfüllung in Übereinstimmung mit Abschnitt 10, Abschnitt 11 und Abschnitt 12 enthalten sein.

## 6.3 Bestehende Konstruktionen und unterirdische Systeme

### 6.3.1 Allgemeines

Ein vollständiger Satz aller Detailpläne bestehender unterirdischer Systeme, wie Routenpläne, Schachtzeichnungen, Detail- und Herstellungszeichnungen sowie statische Berechnungen sollten alle Informationen umfassen, die erforderlich sind, um Schäden an bestehenden unterirdischen Systemen zu verhindern.

Nationale und örtliche Vorschriften und Anforderungen hinsichtlich der Verortung von Rohrleitungen, unterirdischen Einbauten und verbundenen Anlagen müssen erfüllt werden.

ANMERKUNG Bei Arbeiten im Erdboden besteht immer die Gefahr, dass bestehende unterirdische Systeme beschädigt werden. Die wichtigsten dieser unterirdischen Systeme sind:

- Fernwärmeleitungen;
- Gas- und Wasserleitungen;
- Stromkabel;
- Telekommunikationskabel;
- Abwasser- und Regenwasserleitungen;
- unterirdische Bahnanlagen;
- und andere.

## 6.4 Schaltplan

Um Abweichungen so präzise wie möglich festzustellen, ist eine technische Dokumentation nach EN 14419 erforderlich.

Während der Installation ist ein Schaltplan für jeden Messabschnitt erforderlich, der aus folgenden Teilen besteht:

- einer Zeichnung mit Legende;
- einem Schaltplan, der alle Messelemente, alle verbundenen Abzweige und deren Bestimmungsorte umfasst;
- einer Zeichnung, welche die Lage der Anschlusspunkte usw. zeigt.

## 7 Qualitätssicherung

### 7.1 Allgemeines

Zu den Grundsätzen der Qualitätssicherung siehe EN 13941-1.

Der Umfang der dokumentierten Informationen muss in Relation zu der Art der Arbeit und der Projektklasse definiert werden.

Alle Komponenten und Werkstoffe sowie alle ausgeführten Aktivitäten (z. B. Tiefbauarbeiten, Rohrinstallation, Montage von Verbindungen, Prüfung und Bewertung von Prüfergebnissen) müssen in geeigneter Weise dokumentiert werden.

Der Baufortschritt sollte in Form von täglichen Berichten dokumentiert werden, welche die essentiellen Informationen der Arbeit vor Ort umfassen sollten. Abhängig von der Art des Projekts können die folgenden Informationen notwendig sein:

- Datum und Ort;
- Informationen zum Wetter;
- Aufsichtspersonen vor Ort mitsamt Dauer des Aufenthalts;
- Informationen zum Personal und den eingesetzten Maschinen;
- Informationen zu beauftragten Nachunternehmern;
- Informationen zur Sicherheit auf der Baustelle;
- Art, Umfang und Dauer der Arbeiten;
- Anweisungen, die von der Bauaufsicht, dem Käufer oder seinem Stellvertreter erteilt werden;
- Besondere Zwischenfälle, z. B. Unfälle;
- Übergebene und erhaltene Dokumente;
- Unterbrechungen und Hindernisse;
- Namen der Personen, die für die Bauarbeiten vor Ort verantwortlich sind;
- Stahlschweißungen, PE-Schweißungen, Muffenverbindungen, Überwachungssysteme, Vorwärmungen und Dehnpolster.

Eine detaillierte Übersicht der technischen Dokumentation ist in Tabelle 8 enthalten.

Die täglichen Berichte sind chronologisch in einem allgemeinen Bericht am Ende der Bauarbeiten zusammenzufassen.

Bei besonderen oder problematischen Situationen ist die Erstellung fotografischer Beweise zu Unterstützungszwecken angeraten. Dies kann zum Beispiel die folgenden Situationen betreffen:

- schwierige Installationssituationen in der Nähe von Versorgungssystemen anderer Besitzer (z. B. Strom, Wasser, Telekommunikation);
- Ausführung von Arbeiten (z. B. Montage von Dehnpolstern).

## 7.2 Installation und Zulassung

Für weitere Informationen über die Qualitätssicherung siehe Anhang D.

## 8 Baustellenvorbereitung

### 8.1 Allgemeines

In Übereinstimmung mit nationalen Vorschriften muss die Baustellenvorbereitung für Rohrleitungen und Anlagen so erfolgen, dass die Sicherheit und der Schutz

- der Öffentlichkeit und des Personals;
- der Umwelt;
- der Betriebsanlagen;
- von privaten und öffentlichen Gebäuden

sichergestellt ist.

Neben anderen Aspekten umfasst die Baustellenvorbereitung alle Produktions-, Transport-, Lagerungs- und Gesundheitseinrichtungen, Ausrüstung, Verkehrsbereiche und Arbeitsbereiche, die für eine begrenzte Zeit für den Bau erforderlich sind.

ANMERKUNG 1 Eine gut vorbereitete Baustelle kann den ausfallfreien und sicheren Bauvorgang begünstigen.

Während der gesamten Bauphase müssen alle nationalen Gesundheits- und Sicherheitsanforderungen erfüllt werden.

ANMERKUNG 2 Gesundheits- und Sicherheitsanforderungen können umfassen:

- sanitäre Einrichtungen;
- Gemeinschaftsräume;
- Baustellensicherheit;
- persönliche Schutzausrüstung;
- Lärm- und Staubschutz;
- Brandschutz;
- Rettungspläne;
- Ersthelfer;
- Erste-Hilfe-Kästen und Sanitätsräume, falls zutreffend;
- Fluchtwege.

Die Baustellenvorbereitung umfasst auch die Planung und Vorbereitung des Grabenverbaus, der Sicherheit an der Baustelle und der Entwässerungssysteme.

Für weitere Informationen siehe auch [10].

### 8.2 Zusammenarbeit mit Behörden und anderen interessierten Parteien

Der Besitzer der Rohrleitungen oder sein Stellvertreter müssen die Behörden im Voraus über den Beginn der Arbeiten in einem öffentlichen Bereich informieren. Wenn die Arbeiten auf einem Privatgrundstück auszuführen sind, dann muss der Besitzer dieses Grundstücks rechtzeitig informiert werden.

Vor dem Beginn der Arbeiten muss die geplante Ausführung der Arbeiten mit den örtlichen Behörden, den Besitzern anderer unterirdischer Systeme und allen anderen interessierten Parteien besprochen und koordiniert werden.

Bei der Koordination mit Behörden kann es um die folgenden Aspekte gehen:

- Verkehrsleitung und Verkehrsmanagementsysteme;
- Sicherheit der Öffentlichkeit und des arbeitenden Personals;
- Lagerung von Rohren, Formteilen und anderen Materialien;
- Oberflächenaufbrüche;
- Beeinträchtigungen des Grundwassers;
- Umweltschutz;
- Blindgänger.

Bauzeiten und andere Planungselemente müssen im Rahmen einer ordentlichen Installation des Rohrsystems berücksichtigt werden.

Die Anweisungen der Behörden sowie nationale Vorschriften sind einzuhalten.

### **8.3 Baustellenzugang**

Um einen optimalen Baufortschritt sicherzustellen und die Belästigung der Umwelt auf ein Mindestmaß zu beschränken, müssen adäquate Verkehrsrouten geplant und vorgesehen werden. Dies umfasst ausreichenden Platz für die Anlieferung und Lagerung von Ausrüstung und Material. Ein Verkehrsmanagementplan muss, falls anwendbar, vorgesehen werden.

### **8.4 Ausrüstung und Material**

Jedwede auf der Baustelle und während des Bauvorhabens verwendete Ausrüstung muss geeignet und nach nationalen, regionalen und örtlichen Normen geprüft sein.

Das einzulagernde und auf der Baustelle einzusetzende Material muss gegen Witterungseinflüsse und Beschädigungen geschützt werden. Den Anweisungen des Herstellers ist Folge zu leisten.

Vorfertigungsbereiche müssen, falls notwendig, vorgesehen werden und gegen schlechte Wetterbedingungen entsprechend geschützt werden.

## **9 Grabenerstellung**

### **9.1 Allgemeines**

Der Rohrgraben muss entsprechend den Festlegungen hinsichtlich Trasse und Grabentiefe ausgehoben werden.

Nationale Vorschriften bezüglich der Positionierung von unterirdischen Kabeln und Rohrleitungen müssen eingehalten werden. Auf andere unterirdische Systeme ist besonders zu achten. Vor Ausführung der Aufgrabungsarbeiten müssen alle notwendigen Informationen zur unterirdischen Infrastruktur gesammelt werden. Daher ist auf die folgenden Punkte besonders zu achten:

- Falls Unklarheiten bestehen, muss die exakte örtliche Situation der unterirdischen Systeme durch Handschachtung festgestellt werden. Wenn Leitungen und Strukturen nicht in der erwarteten Lage gefunden werden, müssen deren Besitzer informiert werden.
- Freigelegte Kabel, Rohrleitungen und Strukturen müssen gegen Schäden und insbesondere gegen Lageveränderung geschützt werden. In Abhängigkeit von den örtlichen Umständen kann eine technische Abnahme des betreffenden Kabels, der betreffenden Rohrleitung oder Struktur durch deren Besitzer angeraten sein.
- Im Falle der Beschädigung von bestehenden Kabeln, Rohrleitungen und Einrichtungen bei der Aufgrabung muss der Besitzer sofort informiert werden.

Die Breite der Aufgrabung wird unter anderem durch die Anforderung bestimmt, dass während der Installationsphase ausreichend Platz zum Arbeiten vorhanden sein muss, z. B. für Schweißgruben und die Installation von Verbindungen, Ummantelungen unter Baustellenbedingungen oder Kopflöcher, aber auch für die Möglichkeit der Verdichtung des Verfüllmaterials um das System herum.

Der Mindestarbeitsraum in begehbaren Gräben muss nach EN 13941-1 0,5 m zwischen der Ummantelung und der Grabenwand, bzw. dem Verbau umfassen. Kopflöcher müssen die folgenden Mindestmaße haben:

- Mindestlänge: 1,5 m;
- Mindestabstand zwischen Ummantelung und Grabensohle: 0,4 m;
- Mindestabstand zwischen Ummantelung und Grabenwand bzw. Verbau: 0,5 m.

Die oben angegebenen Mindestmaße müssen eingehalten werden, sofern nationale Vorschriften nicht ein höheres Mindestmaß erfordern.

Falls keine nationale Vorschrift gilt, muss die Grabenwand abhängig von Grabenmaßen und Bodenbedingungen mit einem Verbau verstärkt werden.

In Bereichen mit nicht bindigen Boden (organisches Material usw.) müssen während des Aushubs des Rohrgrabens besondere Vorkehrungen getroffen werden.

Die Rohrzone muss 12.1 entsprechen.

## **9.2 Grundwasserentnahme**

Außer bei Installation von Rohren direkt im Wasser oder beim horizontalen Spülbohren (en: horizontal directional drilling, HDD) müssen alle Aufgrabungen, Verlegearbeiten und Verfüllungen in einem wasserfreien Graben erfolgen, falls notwendig durch die Entfernung des Wassers über Wasserhaltung. Falls eine Wasserhaltung notwendig ist, um einen trockenen Graben zu erhalten, muss ein Wasserhaltungsplan angefertigt werden.

Im Rahmen dieses Planes muss untersucht werden, wie die Wasserhaltung umgesetzt werden kann, welche Wassermengen voraussichtlich herausgepumpt werden und um welche Wasserqualität es sich handelt.

Außerdem muss der Plan die Zeit und die Dauer der Wasserhaltung, die Kapazität und die Anzahl der Pumpen sowie die Einflüsse der Entwässerung auf die Umwelt festlegen. Dies muss auf der Grundlage eines geologisch-hydrografischen Berichts und nach den Anforderungen der Behörden erfolgen.

Das entfernte Wasser muss durch Rohre zu einer zugelassenen Stelle gepumpt werden.

### 9.3 Installation der Rohrleitungen, die andere Konstruktionen und bestehende Leitungen kreuzen oder parallel zu diesen verlaufen

Während der Installation um und in der Nähe von bestehenden Konstruktionen und Leitungen muss sichergestellt werden, dass bestehende Konstruktionen und Leitungen nicht beschädigt werden. Die Lage von bestehenden Konstruktionen und Leitungen muss gesichert werden.

Wenn Rohrleitungen in der Nähe von bestehenden Konstruktionen und Leitungen installiert werden, ist es erforderlich, den Besitzer der bestehenden Konstruktionen und Rohrleitungen zu kontaktieren, um den Mindestabstand zwischen den zu installierenden Rohrleitungen und den bestehenden Konstruktionen und Leitungen zu klären.

### 9.4 Aufgrabungen bei Überkreuzungen von oder parallel zu bestehenden Fernwärmeleitungen, Reduzierung der Bodenüberdeckung usw.

Während der Aushubarbeiten muss um die Ummantelung und in deren Nähe sichergestellt werden, dass das Rohrsystem nicht beschädigt wird.

Besondere Sicherheits- und Schweißanweisungen müssen bei der Installation von Abzweigen an druckbeaufschlagten Rohrleitungen beachtet werden, z. B. beim Anbohren von druckbeaufschlagten Rohrleitungen (en: hot tapping).

Bei der Aufgrabung muss stets die Stabilität der bestehenden Fernwärmeleitungen sichergestellt werden.

Zum Schutz der benachbarten Infrastruktur vor Beschädigungen müssen stets geeignete Maßnahmen ergriffen werden.

Alle zukünftigen Aufgrabungsarbeiten in der Nähe der Fernwärmeleitungen müssen mit dem Betreiber der Fernwärmeleitung abgesprochen werden.

## 10 Transport und Lagerung von Rohrelementen, Rohrkomponenten und anderen Materialien

### 10.1 Allgemeines

Der Höchstdruck auf der Ummantelung bei Transport, Heben und Lagerung wird in Tabelle 1 aufgeführt.

**Tabelle 1 — Höchstdruck auf der Ummantelung**

| Situation | Höchstdruck |
|-----------|-------------|
|           | MPa         |
| Transport | 0,3         |
| Heben     | 0,3         |
| Lagerung  | 0,2         |

## **10.2 Transport und Lieferung**

### **10.2.1 Be- und Entladen**

Während des Be- und Entladens von Rohrelementen muss sichergestellt werden, dass sie nicht auf den Boden fallen und dass sie vor Beschädigungen geschützt sind.

Rohrbaugruppen dürfen nicht an nur einem einzigen Punkt gehoben werden; es dürfen keine Seile oder Ketten verwendet werden.

Hebebänder müssen mindestens 100 mm breit sein.

Rohrbaugruppen mit Durchmessern von DN 20 bis DN 40 müssen in Bündeln mit Traversen gehoben werden, um eine übermäßige Verformung zu verhindern.

Es ist unzulässig, jegliche Arbeiten, die mit dem Transport, dem Heben, der Handhabung und dem Schneiden von Rohrelementen zusammenhängen, bei Außentemperaturen unterhalb  $-15^{\circ}\text{C}$  auszuführen.

### **10.2.2 Prüfen der Lieferung**

Der Käufer oder Auftragnehmer muss bei Ankunft der gelieferten Materialien eine Inspektion vornehmen.

Diese Inspektion muss folgende Aspekte umfassen:

- Prüfen der Vollständigkeit der Lieferung — (Prüfen der Leistungsverzeichnisses);
- Prüfen auf Transportschäden;
- Prüfen der Qualität der ausgelieferten Rohrelemente (Sichtprüfung und Durchsicht der Dokumente);
- Prüfen der Messelemente des Überwachungssystems in den Rohrelementen in Übereinstimmung mit EN 14419;
- Prüfen der Zertifikate, falls erforderlich (z. B. aufgrund von Kundenanforderungen);
- bei Lieferung von Stahlteilen müssen die Abnahmeprüfzeugnisse 3.1 nach EN 10204 vorhanden sein, falls bestellt;
- ergänzende Prüfberichte, zu Prüfungen die im Werk vorgenommen wurden (Röntgen- oder Farbeindringprüfungen an Schweißnähten, Wasserdruckprüfungen), müssen auch vorhanden sein, falls bestellt.

Ein Protokoll der Ergebnisse dieser Prüfungen und eine unterschriebene Bestätigung der Auslieferung müssen erstellt und bis zur Inbetriebnahme aufbewahrt werden (dann wird das Protokoll an den Kunden übertragen).

## **10.3 Lagerung**

### **10.3.1 Allgemeines**

Rohrelemente und Rohrkomponenten müssen gegen externe und interne Korrosion während der Lagerung geschützt werden.

Wenn Rohrelemente für längere Zeiträume eingelagert werden, werden Kunststoffhüllen zum Schutz gegen direkte Sonneneinstrahlung empfohlen.

### 10.3.2 Lagerung von Rohrbaugruppen

Rohrbaugruppen müssen so aufbewahrt und gelagert werden, dass sie wirksam gegen Schäden geschützt sind. Sie müssen auf einer flachen, steinfreien Oberfläche oder auf weichen Untergründen ausgelegt werden (siehe Bild 1). Geeignete Vorkehrungen müssen getroffen werden, um zu vermeiden, dass die Druckspannung an der Ummantelung den erlaubten Grenzwert nach Tabelle 1 überschreitet.

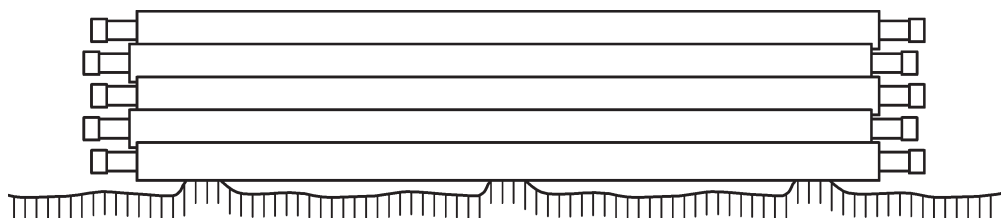


**Bild 1 — Beispiel für die Lagerung von Rohrbaugruppen**

Aus Sicherheitsgründen dürfen Stapel eine Höhe von 2 m nicht übersteigen und die einzelnen Schichten müssen gegen das Wegrollen gesichert werden.

Zum Zwecke der Vermeidung einer internen Korrosion der Mediumrohre, müssen die Stahlrohrenden während der Lagerung durch Kunststoff-Schutzkappen geschützt werden.

### 10.3.3 Lagerung von Verbundformstücken und Armaturenbaugruppen

Alle Verbundformstücke und Armaturenbaugruppen müssen so aufbewahrt und gelagert werden, dass diese gegen Schäden oder Zerstörung der Ummantelung und gegen interne Korrosion von Stahlrohren geschützt sind.

Zum Zwecke der Vermeidung einer internen Korrosion der Mediumrohre, müssen die Stahlrohrenden während der Lagerung durch Kunststoff-Schutzkappen geschützt werden.

### 10.3.4 Lagerung von Muffenverbindingssystemen und anderen Materialien

Alle Muffenverbindingssysteme müssen aufrecht in ihrer Originalverpackung, mit welcher sie ausgeliefert wurden, und so gelagert werden, dass sie gegen Schmutz und Wasser geschützt sind. Es ist besonders auf die unter Erwärmung schrumpfenden Materialien und die geschäumten Verbindungen zu achten, um diese vor direkter Sonneneinstrahlung und Wärme zu schützen, die zu bleibender Verformung der gelagerten Verbindungen führen können.

Schaumstoffkomponenten müssen in einem trockenen und abgedeckten Raum bei einer Temperatur von 15 °C bis 25 °C in ihrer Originalverpackung gelagert werden. Besondere Aufmerksamkeit ist dem Herstellungsdatum und/oder dem Verfallsdatum zu widmen. Wenn das Verfallsdatum überschritten ist, darf der Schaum nicht verwendet werden und muss entsorgt werden.

Die Dehnpolster müssen während der Lagerung auf der Baustelle gegen direkte Sonneneinstrahlung geschützt werden.

Unter Erwärmung schrumpfendes Material, wie Dichtbänder usw., muss an einem trockenen Ort, geschützt vor Sonneneinstrahlung, Wärme und Dreck gelagert werden.

Die Elemente des Überwachungssystems müssen in ihrer Originalverpackung zum Schutz vor Feuchtigkeit und mechanischen Schäden gelagert werden.

## 11 Rohrverlegung

### 11.1 Allgemeines

Vor und während der Rohrverlegung muss die Grabensohle geebnet sein, und Lage, Höhe und Breite des Grabens müssen überprüft werden. Verunreinigungen, Steine usw. müssen entfernt werden.

Die Maße des Grabens müssen ausreichend Freiraum für Dehnungsreserven entsprechend der Auslegung bieten.

Der Mindestarbeitsraum in betretbaren Gräben muss 9.1 entsprechen.

Für die Handhabung von Rohren oder Rohrleitungsteilen müssen Vorsichtsmaßnahmen getroffen werden, um Schäden am Rohrsystem zu vermeiden.

Wenn Rohrelemente geschnitten werden müssen, ist der Schnitt grundsätzlich senkrecht zur Rohrachse durchzuführen. Formstücke und Armaturenbaugruppen dürfen ausschließlich entsprechend den Herstelleranweisungen gekürzt werden.

Alle Rohrelemente und Rohrkomponenten müssen entsprechend den Herstelleranweisungen und der Auslegungsdokumentation installiert werden.

Wenn kleine Winkelabweichungen zwischen zwei Rohrabschnitten durch Gehrung von Rohrenden an der Verbindung zwischen zwei Mediumrohren entstehen, gelten die folgenden Regeln:

- die maximale Winkelabweichung zwischen beiden muss EN 13941-1 entsprechen;
- der Gehrungswinkel darf nicht ohne Genehmigung durch den Rohrleitungsplaner geändert werden;
- der Gehrungswinkel muss auf beide Stahlrohre gleichmäßig verteilt werden;
- bei mehreren Gehrungen hintereinander muss dazwischen ein Mindestabstand, der in der Auslegungsdokumentation festgelegt ist, eingehalten werden;
- in der Nähe von Festpunktelementen und Axialkompensatoren sind kleine Winkelabweichungen in Abständen von weniger als 12 Meter nicht zulässig.

Vor dem Verlegen müssen Rohre und Komponenten äußerlich auf Schäden und an den Innenseiten auf Verunreinigungen untersucht werden; alle Verunreinigungen sind zu entfernen.

Während der Handhabung und Rohrverlegung müssen die Endkappen so lange wie möglich montiert bleiben; bei Arbeitsende und nach Fertigstellung eines Rohrabschnittes müssen die Enden wieder mit Endkappen verschlossen werden.

### 11.2 Installation im Graben

Die Rohrelemente müssen auf einer Sandschicht oder einem ähnlichen Untergrund platziert werden. Der Einsatz von Holzauflagen im Graben ist nicht gestattet.

Weiche Materialien wie Sandsäcke und Styrol dürfen zur temporären Abstützung verwendet werden.

Bei geraden Rohrabschnitten muss der Mindestabstand zwischen den Ummantelungen der parallel verlegten Rohre EN 13941-1, den Installationsplänen und den Anforderungen der örtlichen Behörden entsprechen.

In Dehnungsbereichen muss der Mindestabstand zwischen den Ummantelungen der parallel verlegten Rohre zusätzlichen Freiraum für Rohrbewegungen und Dehnpolster umfassen.

## 11.3 Schweißen und Prüfung von Schweißnähten

### 11.3.1 Schweißen des Mediumrohres und Prüfung der Schweißnähte

#### 11.3.1.1 Allgemeines

Dieser Abschnitt legt die Mindestanforderungen an das Schweißen und die Prüfung von Mediumrohrverbindungen mit Bezug auf die Projektklassen fest.

Zusätzliche Anforderungen müssen im Installationsplan festgelegt werden, wenn einer der folgenden Punkte als kritisch erachtet wird:

- Belastung der Rohrleitungen und Systeme;
- Leitungsverlauf;
- Konstruktion oder Schweißverfahren;
- die Ausführung und Vorbereitung der Schweißnähte;
- Werkstoffe.

Die Stahlsorten für Schweißzwecke in EN 13941-1 gehören zu Gruppe 1 nach CEN ISO/TR 15608. Gleichwertige oder höhere Werkstoffgruppen können verwendet werden, die Anforderungen sind jedoch entsprechend zu ändern.

Stahlformstücke und andere Stahlkomponenten müssen aus Stahlsorten hergestellt werden, die mit den zuvor genannten Stahlsorten kompatibel und zu schweißen sind.

Der Auftragnehmer der Schweißarbeiten kann nach 11.3.1.2.2 jede Organisation oder Person sein, die für die Schweißarbeiten eines Projekts oder die Herstellung verantwortlich ist.

#### 11.3.1.2 Qualitätssystem für die verschiedenen Projektklassen

##### 11.3.1.2.1 Allgemeines

Die Beziehung zwischen Projektklassen und Qualitätsanforderungen ist in Tabelle 2 dargestellt (Beziehung zwischen Projektklassen und Qualität, wobei die Tabelle nur einen Überblick gibt und nähere Einzelheiten im Text enthalten sind).

ANMERKUNG Die Qualitätsanforderungen umfassen die folgenden Aspekte zum Aufbau der Systeme:

a) Organisation/Personal des Auftragnehmers:

- 1) Schweißer;
- 2) Aufsichtspersonal;
- 3) Prüfpersonal.

b) Schweißverfahren:

- 1) Spezifikation;
- 2) Schweißverfahren;
- 3) Werkstoff;
- 4) Schweißzusätze;
- 5) Ausführung der Arbeit.

c) Prüfumfang:

- 1) Prozentsatz der zerstörungsfreien Prüfung;
- 2) zerstörende Prüfung oder andere Prüfungen.

Hinsichtlich des Qualitätssicherungsprogramms und der Betriebsdokumentation für Auftragnehmer der Schweißarbeiten siehe Anhang D.

#### 11.3.1.2.2 Auftragnehmer der Schweißarbeiten

Falls vom Betreiber der Rohrleitung gefordert, müssen Auftragnehmer ihre Befähigung nachweisen, die Arbeiten auszuführen. Es ist auf die Reihe EN ISO 3834 zu verweisen.

Die von den Auftragnehmern zu erfüllenden Qualitätsanforderungen hängen von der Projektklasse des Bauprojekts ab. Die Qualitätsebene mit den entsprechenden Tätigkeitsfeldern für jede Klasse ist aus Tabelle 2, Abschnitt 1 ersichtlich. Jede Kategorie der Qualitätsebenen umfasst auch die Anforderungen der jeweils niedrigeren Kategorie(n).

**Tabelle 2 — Beziehung zwischen Projektklassen und Qualität**

|             |                                                                                       | Schweißanforderungen, Schweißprüfungen und Auftragnehmer                                                                                                                                                                                                            | Projektklassen |    |    |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----|----|
|             |                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                     | A              | B  | C  |
| Abschnitt 1 | Qualität                                                                              | EN ISO 3834-1 und EN ISO 3834-3, Standard-Anforderungen                                                                                                                                                                                                             |                | RQ | RQ |
|             |                                                                                       | EN ISO 3834-1 und EN ISO 3834-4, Elementare Anforderungen                                                                                                                                                                                                           | RQ             |    |    |
| Abschnitt 2 | Schweiß-aufsichts-personal                                                            | Nach EN ISO 14731 ist folgendes Personal erforderlich                                                                                                                                                                                                               |                |    |    |
|             |                                                                                       | Schweißtechniker oder Schweißfachingenieur                                                                                                                                                                                                                          |                |    | RQ |
|             |                                                                                       | Schweißfachmann                                                                                                                                                                                                                                                     |                | RQ |    |
|             |                                                                                       | Vorarbeiter für Schweißarbeiten                                                                                                                                                                                                                                     | RQ             |    |    |
| Abschnitt 3 | Prüfpersonal und -Organisationen                                                      | Untersuchende Organisation<br>Die untersuchende Organisation muss in der Lage sein, die Prüfung vorzunehmen.<br>ANMERKUNG Organisationen, welche die Anforderungen nach EN ISO/IEC 17025 erfüllen, werden für die Ausübung der Prüfungen als sachkundig betrachtet. | RQ             | RQ | RQ |
|             |                                                                                       | Prüfer<br>Die Anforderungen für die Qualifizierung von Personal der zerstörungsfreien Prüfungen nach EN ISO 9712, Stufe 2 müssen erfüllt werden.                                                                                                                    | RQ             | RQ | RQ |
| Abschnitt 4 | Schweiß-anweisung (WPS) und Bericht über die Anerkennung des Schweißverfahrens (WPQR) | Das Schweißverfahren muss nach EN ISO 15609 spezifiziert werden.                                                                                                                                                                                                    | RQ             | RQ | RQ |
|             |                                                                                       | Die Anforderungen für das Schweißverfahren nach EN ISO 15610, EN ISO 15613 oder EN ISO 15614-1 müssen erfüllt werden.                                                                                                                                               | RQ             | RQ | RQ |
| Abschnitt 5 | Schweißer                                                                             | Schweißer für manuelles Schweißen müssen nach EN ISO 9606-1 qualifiziert sein.                                                                                                                                                                                      | RQ             | RQ | RQ |
|             |                                                                                       | Schweißer, die mechanisierte Schweißanlagen betreiben, müssen nach EN ISO 14732 qualifiziert sein.                                                                                                                                                                  | RQ             | RQ | RQ |

|                                                                                                                                              | Schweißanforderungen, Schweißprüfungen und Auftragnehmer | Projektklassen |   |   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|----------------|---|---|
|                                                                                                                                              |                                                          | A              | B | C |
| ANMERKUNG RQ = Anforderung (en: requirement), WPS = en: welding procedure specification, WPQR = en: welding procedure qualification records. |                                                          |                |   |   |

### 11.3.1.2.3 Schweißer

Schweißer müssen nach EN ISO 9606-1 qualifiziert sein.

Schweißer, die mechanisierte Schweißanlagen betreiben, müssen nach EN ISO 14732 qualifiziert sein.

Schweißer, die vor Ort an erdverlegten Rohrleitungen arbeiten, müssen ihre Schweißerprüfung unter Baustellenbedingungen abgelegt haben, z. B. in Kopflöchern, siehe 9.1.

Es wird empfohlen, dass die Schweißberechtigung mit Verweisung auf diese Norm angegeben sollte, dass die Qualifizierungsprüfung unter Baustellenbedingungen erfolgt ist.

Auf Anfrage muss die Handfertigkeit des Schweißers durch die Herstellung einer Arbeitsprobe unter Praxisbedingungen vor Beginn der Arbeiten nachgewiesen werden.

### 11.3.1.2.4 Schweißaufsichtspersonal

Das Schweißaufsichtspersonal ist für alle Schweiß- und Prüfarbeiten verantwortlich. Für die Anforderungen an Schweißaufsichtspersonal siehe Tabelle 2, Abschnitt 2.

Verantwortliche und qualifizierte Schweißaufsichtspersonen müssen benannt werden.

Die Aufgaben und Verantwortlichkeiten jeder Schweißaufsichtsperson müssen in Übereinstimmung mit EN ISO 14731 definiert werden.

### 11.3.1.3 Schweißverfahren und Schweißprozess

**A1** Das eingesetzte Schweißverfahren muss für das Schweißen von Rohren und Komponenten unter Baustellenbedingungen geeignet sein.

Jede Art von Schweißprozess ist zugelassen, wenn nachgewiesen wird, dass die Schweißverbindungen mechanische Merkmale aufweisen, die mit denen der Stahlrohre vergleichbar sind.

Die Schweißanweisung (WPS) muss die in EN ISO 15609-1 oder EN ISO 15609-2 angegebenen Anforderungen erfüllen.

Das Schweißverfahren muss in Übereinstimmung mit EN ISO 15610, EN ISO 15613 oder EN ISO 15614-1 qualifiziert werden.

Die Anwendung von EN ISO 15610 ist nicht gestattet bei: **A1**

- Arbeiten an Rohren der Projektklasse C;
- Rohrleitungen, die unter Druck stehen oder mit Wasser gefüllt sind. **A1** Die Berichte über die Qualifizierung des Schweißverfahrens (WPQR) müssen unter Verwendung wasserbefüllter Prüfrohre verifiziert werden. **A1**

#### 11.3.1.4 Schweißzusätze

Die Qualität der Schweißzusätze muss so gewählt sein, dass die mechanischen Eigenschaften der Schweißnähte mindestens denen des Grundmetalls entsprechen und zum Schweißverfahren und den Schweißbedingungen passen.

Schweißzusätze müssen in Übereinstimmung mit den Anforderungen des Herstellers geschützt und gelagert werden.

#### 11.3.1.5 Anordnung und Lage der Schweißnaht

Alle Schweißarbeiten müssen der genehmigten Schweißanweisung entsprechen.

Der Arbeitsbereich muss einen ordentlichen Zugang zum Arbeitsbereich ermöglichen, um für eine sichere Arbeitsumgebung und eine zufriedenstellende Herstellung und Prüfung der Schweißverbindung zu sorgen. Der bereitgestellte Platz muss mindestens so groß sein wie in 9.1 angegeben, falls nicht anderweitig durch alle beteiligten Parteien bestimmt.

Schweißnahtverbindungen, insbesondere Einbindungen, müssen so angeordnet und ausgelegt werden, dass sie für die geplanten Schweiß- und Prüfverfahren geeignet sind. Die Lage der Anbindeschweißnähte ist besonders wichtig.

Bei der Wahl der Verbindungskonstruktion müssen Schweißtechnik, Schweißposition und Zugänglichkeit der Schweißverbindung berücksichtigt werden.

Bewegungen aufgrund von Temperaturschwankungen im System während der Schweißarbeiten müssen beachtet werden.

#### 11.3.1.6 Durchführung der Schweißarbeiten

##### 11.3.1.6.1 Schweißkantenvorbereitung A1 gestrichener Text A1

A1 Die Enden der Stahl-Mediumrohre müssen für das Schweißen, wie in der Schweißanweisung (WPS) bestimmt, vorbereitet werden. A1

Kleinere Maßabweichungen der A1 Medium A1 rohrenenden werden durch Zentrierung der Rohre gleichmäßig über den gesamten Umfang verteilt. A1 Bei Verbindungen zwischen Mediumrohrenenden mit unterschiedlichen Werten bei möglichem Versatz sowie Unterschieden in der Wanddicke gilt Tabelle 3 in Verbindung mit Bild 2. A1

**Tabelle 3 — Anpassung bei Versatz und Unterschieden in der Wanddicke**

|                                                 | Anpassung              | Erforderliche Maßnahme                                                     |
|-------------------------------------------------|------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| Versatz                                         |                        |                                                                            |
| Versatz $h \leq 0,3 t$ , max. 1 mm              | Bild 2, Detail A       |                                                                            |
| Versatz $1 \text{ mm} < h \leq 10 \text{ mm}$   |                        | Anpassung von Rohrenden                                                    |
| Versatz $h > 10 \text{ mm}$                     | zusätzliches Formstück | zusätzliches, vorbereitetes Stahlformstück<br>Mindestlänge nach 11.3.1.6.3 |
| Unterschiede in der Wanddicke                   |                        |                                                                            |
| Unterschiede in der Wanddicke $t' \leq 1,5 t_n$ | Bild 2, Detail B       | Anpassung der dickeren Wand $t'$ nach<br>EN 1708-1                         |
| Unterschiede in der Wanddicke $t' > 1,5 t_n$    | Bild 2, Detail C       | Anpassung der dickeren Wand $t'$ nach<br>EN 1708-1                         |

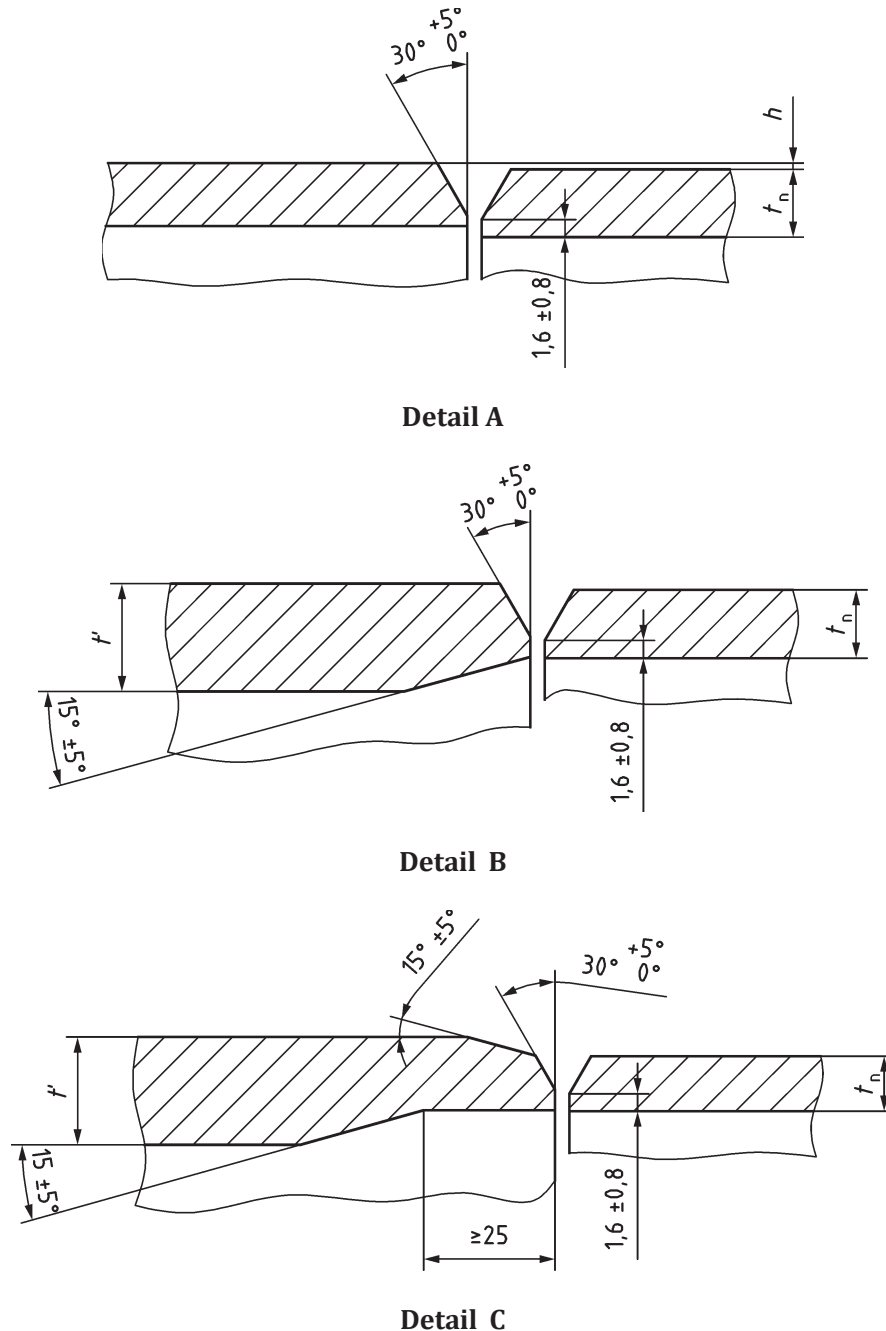


**Bild 2 — Versatz, Unterschiede in der Wanddicke und Vorbereitung der Verbindungsenden**

Die maximal erlaubten axialen Winkelabweichungen der Rohre und Formstücke müssen der Definition im Auslegungsplan entsprechen.

Vor dem Heftschweißen müssen die Rohrenden mittels Werkzeugen zentriert werden, wobei gleichzeitig auch Ovalitäten korrigiert werden. Heftschweißungen müssen entfernt werden. Das muss in der Schweißanweisung (WPS) berücksichtigt werden.

Während des Schweißens müssen die Rohre geführt werden, um die bestmögliche Übereinstimmung der Mittellinien und der inneren Oberflächen zu erreichen.

Umlaufende Schweißnähte an Rohrleitungen, die „vor Ort“ hergestellt werden, müssen in einem einzigen, ununterbrochenen Arbeitsgang ausgeführt werden. Um eine gleichmäßige Wärmeeinbringung in die Schweißzone zu ermöglichen, sollte bei Rohrmaßen von DN 500 und größer erwogen werden, die Schweißarbeiten durch mindestens zwei Schweißer ausführen zu lassen, die gleichzeitig an derselben Schweißnaht arbeiten. Dies kann vor allem bei höheren Stahlsorten als den in EN 13941-1 aufgeführten Sorten relevant sein.

#### **11.3.1.6.2 Zuschneiden und Kennzeichnen**

Zu kennzeichnende Stahlrohre, Stahlformstücke und andere Stahlrohrkomponenten müssen vor dem Zuschneiden neben der Schnittlinie neu gestempelt oder mit einer neuen Kennzeichnung versehen werden. Falls eine Prägung während des Bearbeitungsprozesses entfernt wird, muss ein Verfahren umgesetzt werden, welches die Rückverfolgbarkeit während der Fertigung sicherstellt.

#### **11.3.1.6.3 Abstand zwischen parallelen Nähten**

Der Mindestabstand zwischen zwei parallelen Nähten muss so gewählt werden, dass die Wärmeeinflusszonen keine Überlappungen oder Wechselwirkungen beinhalten; der Mindestabstand beträgt 50 mm; in Sonderfällen darf der Mindestabstand auf die 7-fache Wanddicke verringert werden.

Ein Abstand von mindestens 100 mm wird empfohlen.

#### **11.3.1.6.4 Wechselwirkungen von Längs- oder Spiralnähten**

Längsnähte oder Spiralnähte sollten um das 10-Fache der Wanddicke gegeneinander versetzt angeordnet werden. Mindestens 50 mm werden empfohlen.

#### **11.3.1.6.5 Schweißungen mit mehreren Durchgängen**

Bei Schweißungen mit mehreren Durchgängen ist ein Mindestabstand von 30 mm zwischen den Anfangs- und Endpositionen der Durchgänge einzuhalten.

#### **11.3.1.6.6 Schweißnahtausführung (Schweißprozess)**

Der 50 mm von der Schweißnaht entfernte Bereich muss auf beiden Seiten der Verbindung staub-, schmutz-, fett- und wasserfrei gehalten werden. Der Schweißbereich muss gegen Wind und Regen geschützt sein.

Bei Temperaturen unter 5 °C und bei hoher Luftfeuchte müssen die Schweißnahtbereiche erwärmt werden, um Kondensation zu vermeiden.

Zündstellen auf der Rohroberfläche sind zu vermeiden. Zündstellen sind durch Schleifen zu entfernen.

Um mögliche schädliche Luftbewegungen im Rohr zu vermeiden, muss beim Schweißen im Freien mindestens ein Ende des Rohres z. B. mit einer Schutzkappe verschlossen sein.

#### **11.3.1.6.7 Schweißnacharbeiten**

Nach Fertigstellung der Schweißnaht müssen Schweißspritzer entfernt werden. Die Schweißoberfläche muss von Schlacke gereinigt werden.

Bei Lufttemperaturen unter 5 °C und auf Verlangen des Rohrleitungseigentümers muss die Schweißnaht gegen übermäßig schnelles Abkühlen geschützt werden.

Ein beschleunigtes Abkühlen von Schweißnähten und Wärmeeinflusszonen muss der Schweißanweisung entsprechen und dokumentiert werden.

#### 11.3.1.6.8 Ausbesserung von Schweißfehlern (Unregelmäßigkeiten)

Schweißnähte, die die festgelegten Anforderungen nicht erfüllen, müssen ausgebessert oder herausgeschnitten werden. Eine Reparatur von Schweißnähten ist nicht erlaubt:

- bei Rohren mit einem Durchmesser unter DN 80;
- bei einer Summe an Unregelmäßigkeiten, die 20 % der Länge der Schweißnaht übersteigt;
- wenn die Schweißnaht bereits eine Reparatur einer vorherigen Naht darstellt.

In diesen Fällen muss das Rohr mindestens 50 mm an beiden Seiten der Unregelmäßigkeit ausgeschnitten werden.

Die Ausbesserung muss in Übereinstimmung mit einem zugelassenen Reparaturschweißverfahren erfolgen.

Ist die Unregelmäßigkeit ein Riss, darf dieser erst ausgebessert werden, wenn der Grund für die Rissbildung eindeutig festgestellt wurde und nachgewiesen werden kann, dass er reparierbar ist.

#### 11.3.1.7 Sonderverfahren

##### 11.3.1.7.1 Allgemeines

Vor der Durchführung von Sonderverfahren müssen Typ und Umfang der Schweißverbindung festgelegt werden. Das anzuwendende Prüfverfahren ist von Typ und Zugänglichkeit der Schweißverbindungen abhängig.

Die Inspektionen von Rohrleitungen sollten auf 100 % (siehe Tabelle 5) erhöht werden, wenn eine Ausbesserung zu besonderen Schwierigkeiten führt, z. B. Rohrleitungen unter Fließgewässern, Deichen und Bahngleisen.

##### 11.3.1.7.2 Befestigung von Bauteilen

Bauteile müssen mit einer durchgehenden Naht befestigt werden.

##### 11.3.1.7.3 Schweißen von druckbeaufschlagten Rohren

Schweißarbeiten an druckbeaufschlagten Rohrleitungen und Systemen dürfen nur nach sicheren und bewährten Verfahren ausgeführt werden, um die ordnungsgemäßen mechanischen Eigenschaften der Schweißnaht und die Sicherheit des Personals sicherzustellen. Die verwendete Schweißanweisung muss EN ISO 15613 oder EN ISO 15614-1 entsprechen.

##### 11.3.1.7.4 Kontrolle der Schweißnahtverbindung

Die Schweißnahtverbindungen müssen in Übereinstimmung mit den Personalanforderungen und Verfahrensweisen Tabelle 4 und Tabelle 5 geprüft werden. Die Inspektionsrate wird in Tabelle 5 angegeben (Inspektions- und Prüfungsanforderungen).

Schweißnahtverbindungen sind in repräsentative Inspektionsabschnitte aufgeteilt.

Beispiele von Schweißnahtverbindungen, die verschiedenen Prüfabschnitten zugeordnet werden sollten, sind Schweißnähte mit Unterschieden bei Grundwerkstoff, Schweißvorgang, Schweißer oder mit unterschiedlichen Wetterbedingungen während der Schweißarbeit.

### 11.3.1.7.5 Zerstörungsfreie Prüfung (ZfP) von Schweißnähten

Die zerstörungsfreie Prüfung von Schweißnähten an Rohrleitungen erfolgt durch Sicht- und Durchstrahlungsprüfungen. Alternativ dazu sollte bei Zustimmung des Eigentümers und in besonderen Fällen, in denen dieses Verfahren keine ausreichenden Aussagen zur Schweißnahtqualität ergibt, die Durchstrahlungsprüfung durch eine Ultraschalluntersuchung bei Wanddicken über 8 mm ergänzt oder ersetzt werden.

Die Schweißnahtkontrolle muss in Übereinstimmung mit einer oder mehreren der Normen nach Tabelle 8 durchgeführt werden, es sei denn, in Abhängigkeit von Werkstoff, Auslegung und/oder Schweißtechnik wird ein anderes Verfahren der zerstörungsfreien Prüfung erforderlich.

**Tabelle 4 — Schweißnahtkontrolle durch zerstörungsfreie Prüfung**

| Verfahren für die zerstörungsfreie Prüfung | Allgemeines Prinzip | Untersuchung der Schweißnaht         | Zulässigkeitskriterien |
|--------------------------------------------|---------------------|--------------------------------------|------------------------|
| Sichtprüfung                               | EN 13018            | EN ISO 17637                         | EN ISO 5817            |
| Durchstrahlungsprüfung                     | EN ISO 5579         | EN ISO 17636-1 und<br>EN ISO 17636-2 | EN ISO 10675-1         |
| Ultraschalluntersuchung                    | EN ISO 16810        | EN ISO 17640                         | EN ISO 11666           |
| Farbeindringprüfung                        | EN ISO 3452-1       | EN ISO 3452-1                        | EN ISO 23277           |
| Magnetpulverprüfung                        | EN ISO 9934-1       | EN ISO 17638                         | EN ISO 23278           |

Bei der Projektklasse C müssen 100 % der Schweißungen einer Sichtprüfung unterzogen werden. Bei der Projektklasse A müssen 20 % aller Schweißungen im Jahr, bei der Projektklasse B 80 % aller Schweißungen jedes Projekts einer Sichtprüfung unterzogen werden. Alle Sichtprüfungen sind zu dokumentieren.

**Tabelle 5 — Kontroll- und Prüfanforderungen für die Qualität von auf der Baustelle hergestellten Schweißnähten**

| Qualitätsanforderung         | Typ und Lage der Schweißnaht                                                                                                                             | Durchstrahlungs- oder Ultraschallprüfung <sup>a,e</sup> | Bewertungsgruppe, EN ISO 5817                                                                                                                                                                      |
|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Projektklasse A <sup>f</sup> | Rundnähte:<br>Abzweigstücke, Kehlnähte:<br>Längsnähte:<br>Schweißungen, die nicht in die Dichtheitsprüfungen einbezogen werden:                          | 5 %<br>b<br>b<br>20 %                                   | Sichtprüfung:<br>Bewertungsgruppe C<br>Durchstrahlungsprüfung und andere zerstörungsfreie Prüfungen:<br>Bewertungsgruppe B                                                                         |
| Projektklasse B <sup>f</sup> | Rundnähte:<br>Abzweigstücke, Kehlnähte:<br>Längsnähte:<br>Sonderkonstruktionen:<br>Schweißungen, die nicht in die Dichtheitsprüfungen einbezogen werden: | 10 %<br>b<br>b<br>c<br>50 %                             | Sichtprüfung:<br>Bewertungsgruppe C<br>Durchstrahlungsprüfung und andere zerstörungsfreie Prüfungen:<br>Bewertungsgruppe B<br>Unregelmäßigkeit Nr. 3.1:<br>$h \leq 0,3 t$ , max. 1 mm <sup>d</sup> |