

DIN EN 805

ICS 93.025

Entwurf

Einsprüche bis 2024-01-17
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 805:2000-03;
Ersatz für
E DIN EN 805:2022-06

**Wasserversorgung –
Anforderungen an Wasserversorgungssysteme und deren Bauteile
außerhalb von Gebäuden;
Deutsche und Englische Fassung prEN 805:2023**

Water supply –
Requirements for systems and components outside buildings;
German and English version prEN 805:2023

Alimentation en eau –
Exigences pour les réseaux extérieurs aux bâtiments et leurs composants;
Version allemande et anglaise prEN 805:2023

Anwendungswarnvermerk

Dieser Entwurf mit Erscheinungsdatum 2023-11-17 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil das beabsichtigte Dokument von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an naw@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Wasserwesen (NAW), 10772 Berlin oder Am DIN-Platz, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 177 Seiten

DIN-Normenausschuss Wasserwesen (NAW)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 805:2023) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 164 „Wasserversorgung“ erarbeitet, dessen Sekretariat von AFNOR (Frankreich) gehalten wird.

Das zuständige nationale Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 119-07-05 AA „Wassertransport und -verteilung“ im DIN-Normenausschuss Wasserwesen (NAW).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Für die in diesem Dokument zitierten Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

ISO 24516-1	siehe	DIN ISO 24516-1
ISO 55000	siehe	DIN ISO 55000

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

Änderungen

Gegenüber DIN EN 805:2000-03 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Einbeziehung des Klimawandels und der Kreislaufwirtschaft, um Verbesserungen der Wasserversorgungssysteme zu ermöglichen;
- b) Einbeziehung von Innovationen bei neuen Produkten, Verfahren und Lösungen für Wasserversorgungssysteme;
- c) Verbesserungen im Zusammenhang mit der langfristigen Sicherheit, den Planungshorizonten und der Belastbarkeit der Wasserversorgungssysteme;
- d) neuer Anhang A.23 „Prüfung von nicht viskoelastischen Rohrleitungen (Metalle, Beton, GFK)“ hinzugefügt;
- e) Anhang A.24 „Prüfung von viskoelastischen Rohrleitungen (PE, PVC U, PVC O)“: verbesserte Verfahren;
- f) Dokument redaktionell überarbeitet.

Nationaler Anhang NA
(informativ)

Literaturhinweise

DIN ISO 24516-1, *Leitlinien für das Anlagenmanagement von Wasserversorgungs- und Abwassersystemen — Teil 1: Trinkwasserrohrnetze*

DIN ISO 55000, *Asset Management — Übersicht, Leitlinien und Begriffe*

– *Entwurf* –

E DIN EN 805:2023-12

– Leerseite –

Wasserversorgung – Anforderungen an Wasserversorgungssysteme und deren Bauteile außerhalb von Gebäuden

Water supply – Requirements for systems and components outside buildings

Alimentation en eau – Exigences pour les réseaux extérieurs aux bâtiments et leurs composants

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	7
Einleitung	8
1 Anwendungsbereich	9
2 Normative Verweisungen	9
3 Begriffe	9
3.1 Allgemeines	10
3.2 System	11
3.3 Rohrleitungsteile	14
3.4 Durchmesser	15
3.5 Verlegung	15
3.6 Hydraulischer Entwurf	16
3.7 Statische Bemessung	17
4 Anforderungen an Wasserversorgungssysteme	17
4.1 Wasserqualität und regulatorischer Rahmen	17
4.1.1 Allgemeines	17
4.1.2 Werkstoffe	17
4.1.3 Verhinderung von Rückfluss	18
4.1.4 Stagnation	18
4.1.5 Verbindungen zu anderen Systemen	18
4.1.6 Kontaminierter Boden	18
4.2 Planungshorizont für Wasserversorgungssysteme	18
4.3 Wasserbedarf	19
4.3.1 Ermittlung des Wasserbedarfs	19
4.3.2 Löschwasserversorgung	19
4.4 Systemgefahren und Sicherheit	19
5 Versorgungsstandard	19
6 Sanierung	20
7 Planung	20
7.1 Planungsziele	20
7.2 Spitzenverbrauchs faktoren	20
7.3 Hydraulische Bemessung	20
7.3.1 Dimensionierung	20
7.3.2 Hydraulische Berechnungen	21
7.3.3 Hydraulische Rauheit	22
7.3.4 Fließgeschwindigkeiten	22
7.3.5 Rohrnetzanalyse	22
7.3.6 Versorgungsleitungen	22
7.3.7 Anschlussleitungen	22
7.4 Statische Bemessung	23
7.4.1 Allgemeines	23
7.4.2 Innere Kräfte	23
7.4.3 Äußere Kräfte	23
7.4.4 Temperaturbereich	23
7.4.5 Rohrleitungskräfte infolge von Innendruck	23
7.4.6 Planungsgrundsätze	23
7.4.7 Hydrostatische Planungsgrundsätze	24
7.4.8 Unvorhergesehene Bodenverhältnisse	25
7.5 Systemauslegung	25
7.5.1 Zubringer-, Haupt- und Versorgungsleitungen	25
7.5.2 Arten der Systemkonfiguration	26
7.5.3 Anschlussleitungen	26

7.5.4	Armaturen	26
7.5.5	Einrichtungen zur Begrenzung von Druckstößen	27
7.6	Schutz vor schädlichen Einflüssen	27
7.7	Wasserbehälter	27
7.8	Förderanlagen	27
7.9	Rechnerische Lebensdauer	28
7.10	Dokumentation	28
8	Allgemeine Anforderungen an Produkte	28
8.1	Allgemeines	28
8.2	Werkstoffe	29
8.3	Maße	29
8.3.1	Nennweiten	29
8.3.2	Innendurchmesser	29
8.3.3	Länge und Wanddicke	29
8.3.4	Geometrie von Rohren, Formstücken und Armaturen	29
8.3.5	Innere Oberfläche	30
8.3.6	Beschaffenheit	30
8.4	Statische Bemessung	30
8.5	Mechanische Anforderungen	31
8.5.1	Widerstand in Umfangsrichtung	31
8.5.2	Widerstand in Längsrichtung	31
8.6	Wasserdichtheit	31
8.7	Rohrverbindungen	31
8.7.1	Allgemeines	31
8.7.2	Starre Rohrverbindungen	32
8.7.3	Einstellbare Rohrverbindungen	32
8.7.4	Flexible Rohrverbindungen	32
8.8	Schutzmaßnahmen	32
8.9	Haltbarkeit	32
8.10	Prüfverfahren	32
8.10.1	Allgemeines	32
8.10.2	Messung von Durchmesser und Wanddicke	32
8.10.3	Messung der Geradheit des Rohrschafts	33
8.10.4	Messung der Rechtwinkligkeit der Rohrleitungsteilenden	33
8.10.5	Längsbiegefestigkeitsprüfung	33
8.10.6	Scheiteldruckprüfung für Rohre mit starrem Verhalten	33
8.10.7	Ringsteifigkeitsprüfung für Rohre mit flexiblem Verhalten	34
8.10.8	Druckprüfungen	34
8.11	Austauschbarkeit von Produkten	35
8.12	Qualitätsmanagement	35
8.13	Kennzeichnung	35
9	Bau von Leitungen	35
9.1	Allgemeine Anforderungen	35
9.1.1	Qualifikation des Personals	35
9.1.2	Regeln für die Baumaßnahmen	36
9.1.3	Transport und Lagerung der Rohrleitungsteile	36
9.1.4	Unfallverhütung und Sicherheitsvorkehrungen	36
9.2	Rohrgräben	37
9.2.1	Bau von Rohrgräben, Arbeitsraum	37
9.2.2	Überdeckungshöhe	37
9.2.3	Bettung	37
9.3	Verlegung von Rohrleitungsteilen	37
9.3.1	Abstand zu unterirdischen Anlagen	37
9.3.2	Schutz von Rohrleitungen gegen Verunreinigungen	38
9.3.3	Einbau von Armaturen, Formstücken und anderen Rohrleitungsteilen	38
9.3.4	Verbindung mit Bauwerken	38
9.3.5	Sicherung gegen Aufschwimmen	38

9.4	Rohrverbindungen	38
9.4.1	Allgemeine Anforderungen	38
9.4.2	Nicht längskraftschlüssige Verbindungen	39
9.4.3	Längskraftschlüssige Rohrverbindungen	39
9.4.4	Geschweißte Rohrverbindungen	39
9.4.5	Gleitmittel für Rohrverbindungen	39
9.5	Schutz gegen Korrosion und Verunreinigungen	39
9.5.1	Äußerer Schutz	39
9.5.2	Innenschutz	40
9.6	Bettung und Hauptverfüllung	40
9.6.1	Allgemeines	40
9.6.2	Ausgewähltes Material für die Leitungszone	40
9.6.3	Herstellen der Leitungszone	40
9.6.4	Herstellen der Hauptverfüllung	41
9.6.5	Prüfung des Verdichtungsgrads	41
9.6.6	Bestimmung der Ovalität von flexiblen Rohren nach der Verlegung	41
9.7	Aufzeichnungen über Prüfungen während der Verlegung	41
10	Prüfung von Rohrleitungen	41
10.1	Allgemeines	41
10.2	Sicherheitsvorkehrungen	42
10.2.1	Sicherheitsausrüstung und Bekleidung	42
10.2.2	Rohrgräben	42
10.2.3	Füllen und Prüfen	42
10.3	Druckprüfung	42
10.3.1	Vorbereitungen	42
10.3.2	Prüfdruck	44
10.3.3	Installationspunkt für Messgeräte	44
10.3.4	Prüfung bei Betriebsdruck durch Sichtprüfung	44
10.4	Druckprüfverfahren	44
10.4.1	Allgemeine Anforderungen	44
10.4.2	Vorprüfung	45
10.4.3	Druckabfallprüfung	45
10.4.4	Hauptdruckprüfung	46
10.4.5	Druckentlastung	46
10.4.6	Auswertung der Prüfung	46
10.4.7	Abschließende Prüfung des Rohrleitungssystems	46
10.4.8	Aufzeichnung der Prüfergebnisse	47
11	Vorbereitung für die Inbetriebnahme	47
11.1	Allgemeines	47
11.2	Vorbereitung der Desinfektion	47
11.2.1	Allgemeine Anforderungen	47
11.2.2	Desinfektionsausrüstung	47
11.3	Auswahl des Desinfektionsmittels	47
11.4	Desinfektionsverfahren	47
11.4.1	Allgemeine Anforderungen	47
11.4.2	Spülverfahren	48
11.4.3	Statisches Verfahren	48
11.4.4	Dynamisches Verfahren	48
11.4.5	Entsorgung des Desinfektionsmittels	48
11.5	Nachweis und Dokumentation mikrobiologischer Unbedenklichkeit	48
12	Ergänzende Anforderungen	48
13	Betrieb	49
13.1	Überwachung und Inspektion	49
13.2	Instandhaltung	49
14	Fortführung der Dokumentation	50
Anhang A (informativ)	Hinweise zu EN 805	51
A.1	Allgemeines	51

A.2	Drücke	51
A.3	Verhinderung von Rückfluss	52
A.4	Ermittlung des Wasserbedarfs	52
A.5	Löschwasserversorgung	53
A.6	Versorgungsziele	53
A.7	Spitzenverbrauchs faktoren	53
A.8	Dimensionierung	53
A.9	Hydraulische Rauheit	53
A.10	Fließgeschwindigkeiten	54
A.11	Rohrnetzanalyse	54
A.12	Versorgungsleitungen	55
A.13	Zubringer-, Haupt- und Versorgungsleitungen	55
A.14	Arten der Systemkonfiguration	56
A.15	Anschlussleitungen	57
A.16	Be- und Entlüftung	57
A.17	Entleerung	58
A.18	Absperren	58
A.19	Hydranten	59
A.20	Schutz vor schädlichen Einflüssen	59
A.21	Förderanlagen	59
A.22	Statische Bemessung	60
A.23	Prüfung von nicht-viskoelastischen Rohrleitungen (Metalle, Beton, GFK)	62
A.23.1	Allgemeines	62
A.23.2	Sicherheitsvorkehrungen	63
A.23.3	Vorbereitung des Prüfabschnitts	64
A.23.4	Verfahren der Druckprüfung	67
A.23.5	Abschluss der Prüfung	72
A.24	Prüfung von viskoelastischen Rohrleitungen (PE, PVC-U, PVC-O)	72
A.24.1	Allgemeines	72
A.24.2	Sicherheitsvorkehrungen	72
A.24.3	Vorbereitung des Prüfabschnitts	73
A.24.4	Druckprüfverfahren	76
A.24.5	Prüfung nach dem Kontraktionsverfahren	79
A.24.6	Prüfverfahren nach dem normalen Verfahren	83
A.24.7	Abschluss der Prüfung	87
A.25	Auswahl der Desinfektionsmittel	87
	Literaturhinweise	89

Bilder

Bild 1	— Beispiel unterschiedlicher Förderanlagen	12
Bild 2	— Beispiel eines Wasserverteilungssystems	13
Bild 3	— Darstellung der bei der Rohrverlegung verwendeten Begriffe	16
Bild 4	— Maximale Höhendifferenz zwischen MDP und STP	43
Bild A.1	— Beispiel einer unter Druck stehenden Schwerkraftleitung	51
Bild A.2	— Beispiel einer Druckwelle	52
Bild A.3	— Beispiel für den Zusammenhang von integraler Rauheit und Druckverlust bei verschiedenen Innendurchmessern (D). (Länge = 100 m; Fließgeschwindigkeit = 1,5 m/s; Wassertemperatur = 10 °C)	54
Bild A.4	— Beispiele der Systemkonfiguration	57
Bild A.5	— Beispiele von Hochpunkten	58
Bild A.6	— Flussdiagramm des Druckprüfverfahrens	62
Bild A.7	— Beispiel für die Verankerung mit Spannschrauben	65
Bild A.8	— Teilweise Verfüllung vor der Prüfung	66
Bild A.9	— Typische Flussraten beim Befüllen	67

Bild A.10 — Befüllen und anwendbarer Druck	68
Bild A.11 — Bauteile für die Druckprüfung	68
Bild A.12 — Schritte im Prüfverfahren, einschließlich Vorbereitung, mit alternativer Prüfung anstelle der Druckabfallprüfung	69
Bild A.13 — Wahl des Prüfverfahrens	77
Bild A.14 — Skizze einer Druckprüfung nach dem Kontraktionsverfahren	80
Bild A.15 — Skizze einer Druckprüfung nach dem normalen Verfahren	84
Bild A.16 — Skizze einer Druckprüfung nach dem normalen Verfahren mit Druckminderung	84

Tabellen

Tabelle 1 — Druckbedingungen für die Auswahl von Rohrleitungsteilen	24
Tabelle 2 — Druckbegriffe in Englisch, Französisch und Deutsch	24
Tabelle 3 — Untere Grenzabmaße des Innendurchmessers	29
Tabelle 6 — Maximale Breite der Auflage	34
Tabelle A.1 — Typische Mindestdurchmesser für die Versorgung kleiner Wohngebiete	55
Tabelle A.2 — Beispiele für in Produktnormen aufzunehmende Informationen über Merkmale/Anforderungen/Prüfverfahren	61
Tabelle A.3 — Beispiele für Schubkräfte, die durch einen Druck von 1 bar auf einen Rohrleitungverschluss erzeugt werden	65
Tabelle A.4 — Druckminderungsfaktor für Temperaturen über 20 °C	75
Tabelle A.5 — Werte des STP basierend auf dem MDP	78
Tabelle A.6 — Druckabfall Δp	82
Tabelle A.7 — Berechnetes Wasservolumen V_c (ml/m)	83
Tabelle A.8 — Beispielhafte Prüfwerte für das normale Verfahren	86
Tabelle A.9 — Einzelheiten zu Chemikalien, die üblicherweise für die Desinfektion von Wasserverteilungssystemen verwendet werden	87

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 805:2023) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 164 „Wasserversorgung“ erarbeitet, dessen Sekretariat von AFNOR gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur zweiten CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN 805:2000 ersetzen.

Die wesentlichen Änderungen im Vergleich zur Vorgängerausgabe sind folgende:

- Einbeziehung des Klimawandels und der Kreislaufwirtschaft, um Verbesserungen der Wasserversorgungssysteme zu ermöglichen;
- Einbeziehung von Innovationen bei neuen Produkten, Verfahren und Lösungen für Wasserversorgungssysteme;
- Verbesserungen im Zusammenhang mit der langfristigen Sicherheit, den Planungshorizonten und der Belastbarkeit der Wasserversorgungssysteme;
- neuer A.23 „Prüfung von nicht viskoelastischen Rohrleitungen (Metalle, Beton, GFK)“ hinzugefügt;
- A.24 „Prüfung von viskoelastischen Rohrleitungen (PE, PVC-U, PVC-O)“: verbesserte Verfahren.

Einleitung

Bei der Festlegung der Anforderungen dieses Dokuments wurde der Bedeutung einer zuverlässigen und sicheren Trinkwasserversorgung besondere Beachtung geschenkt, ohne andere Verwendungszwecke des Wassers aus dem Versorgungssystem auszuschließen.

Ebenso wurden die in ganz Europa stark voneinander abweichenden gesetzlichen Vorschriften für die Wasserversorgung und die sehr unterschiedlichen Bevölkerungsstrukturen und sozialen und klimatischen Verhältnisse berücksichtigt.

Dieses Dokument hat keine Auswirkungen auf Eigentumsverhältnisse oder Verantwortlichkeiten für Rohrleitungen oder Anlagen in Wasserversorgungssystemen.

Dieses Dokument berücksichtigt die EU-Strategie für Normung, die globale Normen zur Unterstützung eines resilienten, grünen und digitalen EU-Binnenmarkts festlegt.

Technische Experten haben alle Abschnitte der Überarbeitung der EN 805:2000 überprüft und aufgefrischt, um dieses Dokument auf den neuesten Stand zu bringen, insbesondere im Hinblick auf die Auswirkungen der Klimaänderungen und die Anpassung der Wasserversorgungssysteme, der Sicherheit, der Druckprüfung, der Aufzeichnungen, der Belastbarkeit der Wasserversorgung und der Aktualisierungen als Ergebnis vieler konstruktiver Kommentare von aktiven Nutzern dieses Dokuments in ganz Europa.

Es wird vorausgesetzt, dass die Nutzer dieses Dokuments alle geltenden Gesetze, Verordnungen, Richtlinien und Normen berücksichtigen, einschließlich derjenigen über Unfallverhütung und Sicherheitsvorkehrungen.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt Folgendes fest:

- allgemeine Anforderungen an Wasserversorgungssysteme außerhalb von Gebäuden; hierzu gehören Trinkwasserleitungen und Anschlussleitungen, Trinkwasserbehälter, sonstige Anlagen und Rohwasserleitungen, jedoch keine Wasseraufbereitungs- und Wassergewinnungsanlagen;
- allgemeine Anforderungen an Rohrleitungsteile;
- allgemeine Anforderungen zur Aufnahme in die Produktnormen, welche strengere Bestimmungen enthalten können;
- Anforderungen für Bau, Prüfung und Inbetriebnahme.

Die Anforderungen dieses Dokuments gelten für:

- die Planung und die Bauausführung neuer Wasserversorgungssysteme;
- bedeutsame Erweiterungen bestehender Wasserversorgungssysteme;
- Verbindungen zwischen Wasserversorgungssystemen;
- bedeutsame Änderungen und/oder Sanierungen in bestehenden Wasserversorgungssystemen;

ANMERKUNG Es ist nicht beabsichtigt, bestehende Wasserversorgungssysteme zu verändern, um diesem Dokument zu entsprechen, sofern von diesen keine bedeutsamen nachteiligen Einflüsse auf das Wasservolumen, Sicherheit, Zuverlässigkeit und Angemessenheit der Versorgung ausgehen. Dieses Dokument soll jedoch alle oben genannten Wasserinfrastruktursysteme abdecken, da sie der Schlüssel zur Erreichung der nachhaltigen Ziele der Städte sind und die dringende Notwendigkeit aufzeigen, in sie zu investieren, um grundlegende Aspekte wie die Belastbarkeit oder den Klimaschutz/ die Adaption an Klimaänderungen zu berücksichtigen.

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 1295-1, *Statische Berechnung von erdüberdeckten Rohrleitungen unter verschiedenen Belastungsbedingungen — Teil 1: Allgemeine Anforderungen*

EN 1508, *Wasserversorgung — Anforderungen an Systeme und Bestandteile der Wasserspeicherung*

ISO 48, *Rubber, vulcanized or thermoplastic — Determination of hardness (hardness between 10 IRHD and 100 IRHD)*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

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

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

3.1 Allgemeines

3.1.1

höchster zulässiger Bauteilbetriebsdruck

PMA

höchster zeitweise auftretender Druck inklusive Druckstoß, dem ein Rohrleitungsteil im Betrieb standhält

3.1.2

zulässiger Bauteilbetriebsdruck

PFA

höchster hydrostatischer Druck, dem ein Rohrleitungsteil im Dauerbetrieb standhält

3.1.3

zulässiger Bauteilprüfdruck auf der Baustelle

PEA

höchster hydrostatischer Druck, dem ein neuinstalliertes Rohrleitungsteil für relativ kurze Zeit standhält, um die Unversehrtheit und Dichtheit der Rohrleitung sicherzustellen

3.1.4

Systembetriebsdruck

DP, en: design pressure

höchster vom Planer festgelegter Betriebsdruck des Systems oder einer Druckzone unter Berücksichtigung zukünftiger Entwicklungen, jedoch ohne Berücksichtigung von Druckstößen

3.1.5

höchster Systembetriebsdruck

MDP, en: maximum design pressure

höchster vom Planer festgelegter Betriebsdruck des Systems oder einer Druckzone unter Berücksichtigung zukünftiger Entwicklungen und von Druckstößen

3.1.5.1

MDPa

Bezeichnung von MDP, wenn für den Druckstoß ein bestimmter Wert angenommen wird

3.1.5.2

MDPc

Bezeichnung von MDP, wenn der Druckstoß berechnet wird

3.1.6

Betriebsdruck

OP, en: operating pressure

Innendruck, der zu einem bestimmten Zeitpunkt an einer bestimmten Stelle im Wasserversorgungssystem auftritt

3.1.7

Druckzonen

Zonen mit Druckbereichen innerhalb eines Wasserversorgungssystems

3.1.8

Versorgungsdruck

SP, en: service pressure

Innendruck bei Nulldurchfluss in der Anschlussleitung an der Übergabestelle zum Verbraucher

3.1.9

Druckstoß

schnelle Druckschwankungen, hervorgerufen durch kurzzeitige Veränderungen des Durchflusses

3.1.10

Systemprüfdruck

STP, en: system test pressure

hydrostatischer Druck, der für die Prüfung der Unversehrtheit und Dichtheit einer neuverlegten Rohrleitung angewandt wird

3.2 System

3.2.1

Schwerkraftsystem

System, in dem der Durchfluss und/oder Druck durch die Schwerkraft erzeugt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Es gibt zwei Arten solcher Systeme:

- Drucksystem, in dem die Rohrleitungen vollgefüllt betrieben werden;
- System ohne Druck, in dem die Rohrleitungen teilgefüllt betrieben werden.

3.2.2

Versorgungsleitung

Wasserleitung, die die Hauptleitung mit der Anschlussleitung verbindet

3.2.3

Trinkwasser

Wasser für den menschlichen Gebrauch wie von den zuständigen nationalen Behörden festgelegt

3.2.4

Hauptleitung

Wasserleitung mit Hauptverteilfunktion innerhalb eines Versorgungsgebietes, üblicherweise ohne direkte Verbindung zum Verbraucher

3.2.5

Pump- und Schwerkraftsystem

System, in welchem das Schwerkraft- und Pumpsystem entweder einzeln oder kombiniert genutzt wird, um den Durchfluss und/oder Druck sicherzustellen

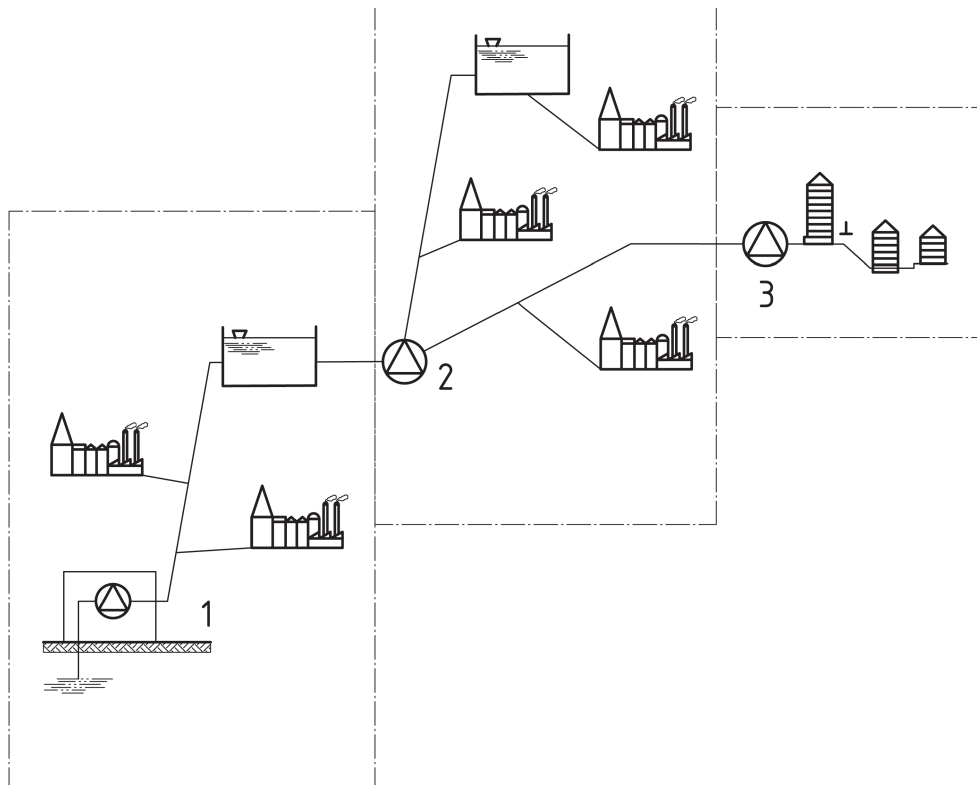
3.2.6

Förderanlage

Anlage zur Sicherstellung ausreichenden Drucks und Durchflusses innerhalb des Wasserverteilungssystems

Anmerkung 1 zum Begriff: Man unterscheidet drei Typen (siehe Bild 1):

- Hauptpumpwerk: üblicherweise nach der Aufbereitungsanlage oder, falls keine Aufbereitung erfolgt, nach der Wassergewinnung angeordnet zur Sicherstellung des Wassertransportes;
- Zwischenpumpwerk: zur Sicherstellung des Wassertransportes zum Behälter oder Versorgungsgebiet;
- Druckerhöhungsanlage: zur Förderung innerhalb von Versorgungsgebieten ohne Speicherung.



- 1 Hauptpumpwerk
- 2 Zwischenspumpwerk
- 3 Druckerhöhungsanlage

Bild 1 — Beispiel unterschiedlicher Förderanlagen

3.2.7

Pumpsystem

System, in dem Durchfluss und/oder Druck mit einer oder mehreren Pumpen erzeugt werden und bei dem die Rohrleitung vollgefüllt betrieben wird

3.2.8

Wasserbehälter

Speicheranlage für Wasser

3.2.9

Anschlussleitung

Wasserleitung, welche das Wasser von der Versorgungsleitung zum Verbraucher liefert

3.2.10

Trinkwasserbehälter

geschlossene Speicheranlage für Trinkwasser, die Wasserkammer(n), Bedienungshaus und Betriebseinrichtungen umfasst, Zugangsmöglichkeiten bietet, Betriebsreserven vorhält, für Druckstabilität sorgt und Verbrauchsschwankungen ausgleicht

3.2.11

Reserveanlage

Anlage oder System, wie z. B. zusätzliche Pumpen oder Doppelleitungen, um sicherzustellen, dass bei Störungen oder Ausfällen der üblichen Betriebseinheit die Versorgung aufrechterhalten werden kann

3.2.12

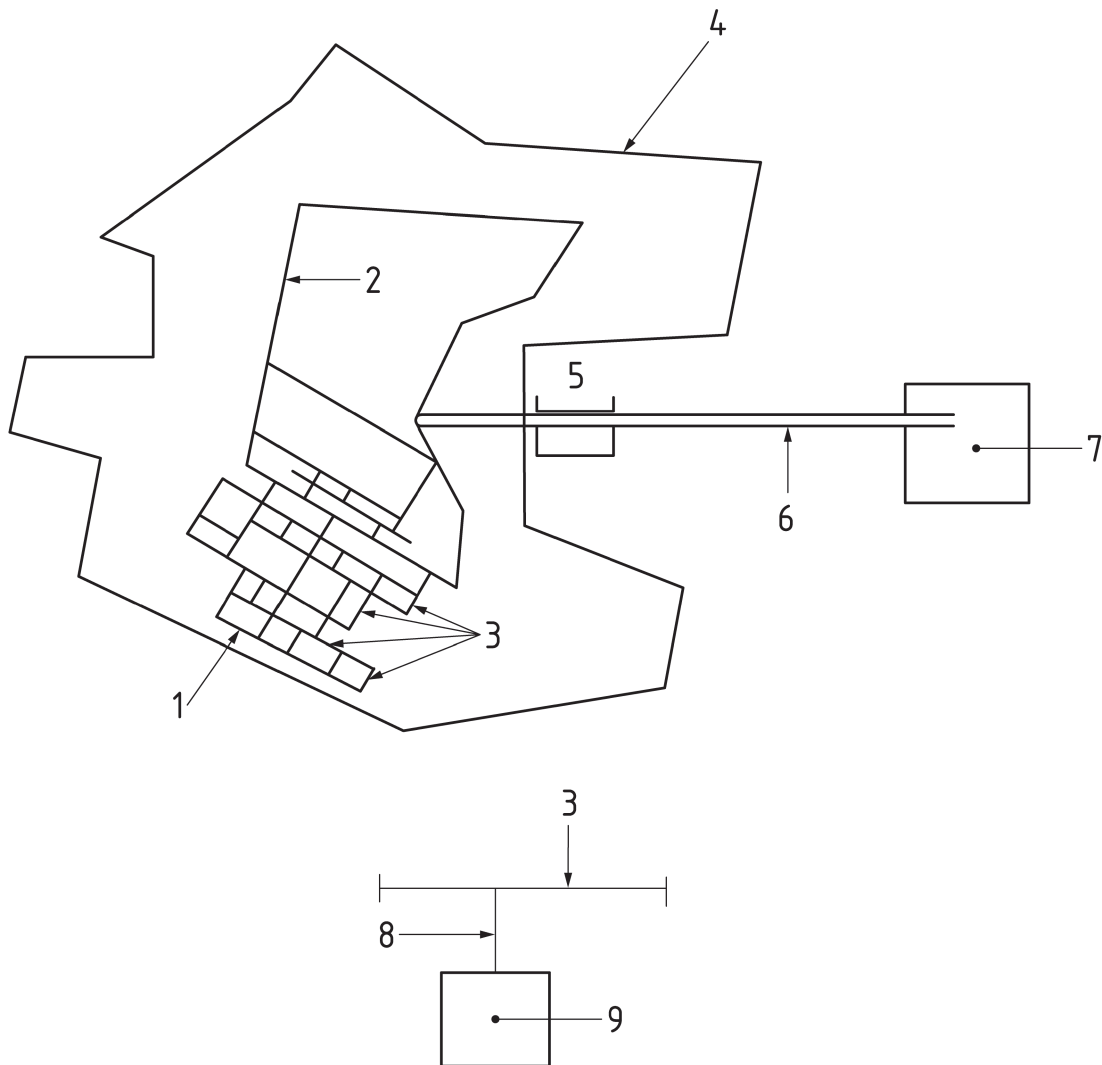
Zubringerleitung

Wasserleitung, welche Wassergewinnung(en), Wasseraufbereitungsanlage(n), Wasserbehälter und/oder Versorgungsgebiet(e) verbindet, üblicherweise ohne direkte Verbindung zum Verbraucher

3.2.13

Wasserverteilungssystem

Teil eines Wasserversorgungssystems mit Rohrleitungen, Trinkwasserbehältern, Förderanlagen und sonstigen Einrichtungen zum Zweck der Verteilung von Wasser an die Verbraucher, das nach der Wasseraufbereitungsanlage oder, wenn keine Aufbereitung erfolgt, nach der Wassergewinnung beginnt und an der Übergabestelle zum Verbraucher endet(siehe Bild 2)



Legende

- | | |
|----------------------------------|--|
| 1 Rohrnetz | 6 Zubringerleitung |
| 2 Hauptleitung | 7 Wassergewinnungs- oder Wasseraufbereitungsanlage |
| 3 Versorgungsleitung | 8 Anschlussleitung |
| 4 Versorgungsgebiet | 9 Verbraucher |
| 5 Trinkwasserbehälter (optional) | |

Bild 2 — Beispiel eines Wasserverteilungssystems

3.3 Rohrleitungsteile

3.3.1

Zubehör

Rohrleitungsteile, ausgenommen Rohre, Armaturen und Formstücke, die in einer Rohrleitung Verwendung finden, z. B. Stopfbuchsen, Bolzen und Klemmringe für Rohrverbindungen, Pressklemmen

3.3.2

einstellbare Rohrverbindung

Verbindung, die nur während des Einbaus eine deutliche Abwinkelung erlaubt

3.3.3

Außenbeschichtung

Material, welches zusätzlich auf die äußere Oberfläche des Rohrleitungsteils aufgebracht wird, um dieses vor Korrosion und Schäden durch mechanische oder chemische Einwirkungen zu schützen

3.3.4

Anbohrarmatur

Rohrleitungsteil zur Verbindung der Versorgungsleitung mit der Anschlussleitung, üblicherweise geeignet, Wasserdurchfluss zur Anschlussleitung zu unterbrechen

3.3.5

Formstück

Rohrleitungsteil, ausgenommen Rohr, für Abzweigungen, Richtungs- oder Durchmesseränderungen, wobei auch Flansch/Muffenstücke, Einflanschstücke und Überschiebmuffen/Kupplungen als Rohrleitungsteile definiert werden

3.3.6

flexible Rohrverbindung

Verbindung, die eine deutliche Abwinkelung sowohl während als auch nach dem Einbau sowie auch eine geringe Abweichung von der Rohrachse zulässt

3.3.7

flexibles Rohr

Rohr, dessen Tragfähigkeit ohne Bruch oder Überbeanspruchung durch einen festgelegten Maximalwert für die Verformung (Querschnittsverformung und/oder Dehnung) unter Last begrenzt ist (flexibles Verhalten)

3.3.8

Rohrverbindung

Verbindung zweier Rohrleitungsteile einschließlich Dichtungen

3.3.9

Auskleidung

Material, welches zusätzlich auf die innere Oberfläche eines Rohrleitungsteils aufgebracht wird, um dieses vor Korrosion und Schäden durch mechanische oder chemische Einwirkungen zu schützen

3.3.10

Rohr

Rohrleitungsteil mit einheitlichem Innendurchmesser, üblicherweise gerade, einschließlich z. B. Muffen-, Spitz-, Flanschenden

3.3.11

Rohrschaft

zylindrischer Teil eines Rohrs mit einheitlichem Querschnitt, gegebenenfalls ohne Muffe und Spitzende

3.3.12

starre Rohrverbindung

Verbindung, die weder während noch nach dem Einbau eine deutliche Abwinkelung erlaubt

3.3.13

starres Rohr

Rohr, dessen Tragfähigkeit durch Bruch ohne signifikante Querschnittsverformung begrenzt ist (starres Verhalten)

3.3.14

semiflexibles Rohr

Rohr, dessen Tragfähigkeit je nach Ringsteifigkeit und/oder Einbaubedingungen durch Verformung oder Überbeanspruchung (flexibles Verhalten) oder durch Bruch (starres Verhalten) begrenzt ist

3.3.15

Armatur

Rohrleitungsteil zur Absperrung oder zur Regelung von Durchfluss und Druck, z. B. Absperrarmatur, Regelar-matur, Druckminderventil, Be- und Entlüftungsventil, Rückflussverhinderer, Hydrant

3.4 Durchmesser

3.4.1

Außendurchmesser (OD)

mittlerer Außendurchmesser des Rohrschafts in jedem beliebigen Querschnitt. Für Rohre mit profilierter Außenseite gilt der maximale projizierte Außendurchmesser einschließlich der Profile.

3.4.2

Innendurchmesser (ID)

mittlerer Innendurchmesser des Rohrschafts in jedem beliebigen Querschnitt

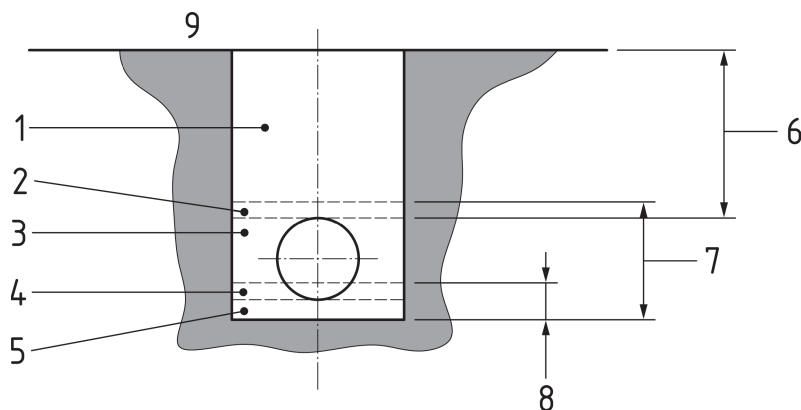
3.4.3

Nennweite (DN/ID oder DN/OD)

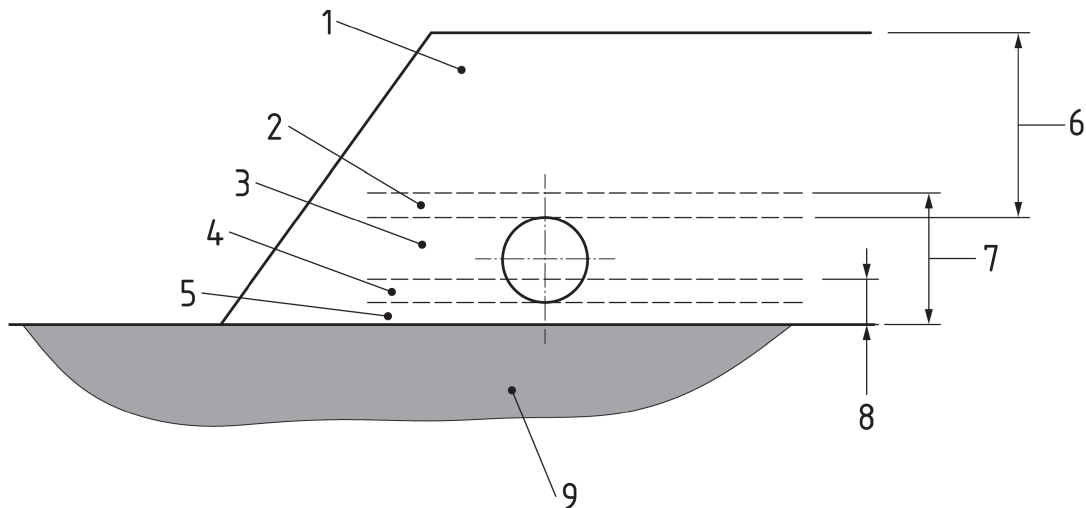
ganzzahlige numerische Bezeichnung für den Durchmesser eines Rohrleitungsteils, die annähernd dem tatsächlichen Durchmesser in Millimeter entspricht und die sich entweder auf den Innendurchmesser (DN/ID) oder auf den Außendurchmesser (DN/OD) bezieht

3.5 Verlegung

Zur Veranschaulichung sind die Begriffe zur Verlegung in Bild 3 a) und Bild 3 b) dargestellt.



a) Beispiel für Grabenbedingung mit Grabensicherung



b) Beispiel für Dammbedingung

Legende

- | | |
|--|--------------------------|
| 1 Hauptverfüllung, einschließlich Straßenkonstruktion, falls vorhanden | 6 Überdeckungshöhe |
| 2 Abdeckung | 7 Dicke der Leitungszone |
| 3 Seitenverfüllung | 8 Grabensohle |
| 4 obere Bettungsschicht | 9 Oberfläche |
| 5 untere Bettungsschicht | |

Bild 3 — Darstellung der bei der Rohrverlegung verwendeten Begriffe

3.5.1

aggressiver Boden

Boden, welcher korrosionsfördernde oder andere nachteilige Auswirkungen auf ein Rohrleitungsteil haben kann und welcher daher besondere Beachtung im Hinblick auf Schutzmaßnahmen verlangt

3.5.2

kathodischer Schutz

Verfahren zum Schutz von Metallteilen gegen Korrosion, bei der das zu schützende Metall in Bezug auf die Umgebung als Kathode wirkt

3.5.3

kontaminierter Boden

Boden, der durch vorhergehende Nutzung oder direkte oder indirekte Infiltration durch Chemikalien oder andere Substanzen so verändert ist, dass eine besondere Beachtung erforderlich wird

3.5.4

Überdeckungshöhe

Abstand des Scheitels des Rohrschafts oder des Formstücks zur bestehenden oder künftigen Geländeoberfläche

3.6 Hydraulischer Entwurf

3.6.1

Rückfluss

Wasserfluss entgegen der vorgesehenen Fließrichtung von außen in das System

3.6.2

äquivalente Länge

Berechnungszuschlag zur tatsächlichen Länge einer Rohrleitung als Ersatz für die Einzelermittlung von Druckverlusten an Formstücken, Armaturen usw., um den gesamten Druckverlust einer Leitung zu ermitteln

3.6.3

Spitzenverbrauchs faktor

Verhältnis zwischen Spitzenverbrauch und mittlerem Verbrauch in gleicher Zeitspanne

3.6.4

Wasserbedarf

geschätztes erforderliches Wasservolumen je Zeiteinheit

3.7 Statische Bemessung

3.7.1

Bettungsreaktionswinkel

für Berechnungszwecke verwendeter Winkel, welcher sich aus der Bogenlänge des am Boden aufliegenden Rohrleitungsteils herleitet, in das die Reaktionskräfte des Bodens abgeleitet werden

3.7.2

Ringsteifigkeit

Widerstand eines Rohrs gegen Querschnittsverformung als Folge äußerer Belastung entlang einer Ebene in Rohrlängsachse

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Definition gilt sowohl für Kurz- als auch für Langzeitwerte

3.7.3

Grenzlast

Last, die zum Versagen führt, wie in den Produktnormen angegeben

3.7.4

Referenz-Nutzungsdauer

RSL, en: reference service life

Nutzungsdauer einer Rohrleitung, die unter der Annahme von bestimmten Nutzungsbedingungen zu erwarten ist und die die Grundlage für die Abschätzung der Nutzungsdauer unter anderen Nutzungsbedingungen bildet

4 Anforderungen an Wasserversorgungssysteme

4.1 Wasserqualität und regulatorischer Rahmen

4.1.1 Allgemeines

Wasserversorgungssysteme und ihre Komponenten unterliegen europäischen, nationalen und örtlichen Gesetzen, Verordnungen, Richtlinien, Normen und technischen Zulassungen, insbesondere in Bezug auf die Wasserqualität, andere Aspekte der Systemplanung, des Baus, der Prüfung, des Betriebs und der Sicherheit, die in diesem Dokument behandelt werden, der Besteuerung usw. Aktivitäten, Objekte und andere Infrastrukturen, die mit Wasserversorgungssystemen in Verbindung stehen oder sich in deren Nähe befinden, können ebenfalls Gesetzen, Verordnungen, Richtlinien und Normen unterliegen und in Kombination mit weiteren lokalen Umständen die Wasserversorgungssysteme beeinflussen.

4.1.2 Werkstoffe

Alle Teile eines Wasserversorgungssystems, die mit Trinkwasser in Berührung kommen, müssen aus Rohrleitungsteilen und Materialien, die den Anforderungen genügen, so geplant und hergestellt werden, dass keine unannehmbare Beeinträchtigung der Wasserqualität eintritt.

4.1.3 Verhinderung von Rückfluss

Trinkwasserversorgungssysteme müssen so geplant, ausgerüstet und errichtet werden, dass ein Rückfluss von außen ausgeschlossen ist. Durch richtige Anordnung und Funktion von Be- und Entlüftungsventilen, Entleerungen und Hydranten muss das Eindringen von Wasser in das System verhindert werden (siehe A.3). Die EN 1717 kann als Leitfaden für die Verhinderung von Rückstau verwendet werden.

4.1.4 Stagnation

Trinkwasserversorgungssysteme müssen so geplant, errichtet und betrieben werden, dass Stagnation minimiert wird, da diese zu einer unannehmbaren Beeinträchtigung der Wasserqualität führen würde.

Folgende Anordnungen führen zur Stagnation und müssen sorgfältig bedacht werden:

- Endleitungen;
- Stichleitungen zu Hydranten;
- Leitungen für zukünftige Netzerweiterungen;
- Abschnitte mit vorübergehend (z. B. saisonal) oder dauernd niedrigem Durchfluss;
- Überdimensionierung der Rohrleitung zwecks Brandbekämpfung oder für andere nur fallweise auftretende Zwecke.

Falls notwendig, müssen Spülmöglichkeiten vorgesehen werden.

4.1.5 Verbindungen zu anderen Systemen

Die Verbindung von Trinkwasserversorgungssystemen ist nur dann gestattet, wenn die chemischen und physikalischen Eigenschaften eine Mischung des Wassers zulassen und daraus keine unannehmbare Beeinträchtigung der Wasserqualität resultiert, wobei 4.1.1, 4.1.2, 4.1.3 und 4.1.4 zu berücksichtigen sind.

Mit Ausnahme der Mischung von Wässern zur Herstellung einer Trinkwasserversorgung darf keine direkte Verbindung zwischen Trinkwasserversorgungssystemen und solchen, die kein Trinkwasser, andere Flüssigkeiten oder Gas enthalten, bestehen. Dies gilt nicht bei Zwischenschaltung von Einrichtungen mit einem freien Auslauf oder von geeigneten Schutzeinrichtungen. Geschlossene Armaturen oder Rückflussverhinderer sind, ausgenommen bei Be- und Entlüftungsventilen, Entleerungen und Hydranten, für eine Trennung im Sinne dieses Abschnittes nicht ausreichend.

4.1.6 Kontaminierter Boden

Für Anlagen, die in kontaminierten Böden eingesetzt werden sollen, sind besondere Überlegungen hinsichtlich der chemischen Beständigkeit und der Durchlässigkeit aller verwendeten Materialien erforderlich, siehe auch 7.6.

4.2 Planungshorizont für Wasserversorgungssysteme

Bei der Planung von Wasserversorgungssystemen müssen die folgenden langfristigen Überlegungen angestellt werden:

- Es muss davon ausgegangen werden, dass die Wasserversorgungssysteme ihre funktionalen Anforderungen erfüllen, um die heutige Gesellschaft sowie kommende Generationen mit Wasser zu versorgen.
- Teile von Wasserversorgungssystemen, z. B. Wasserbehälter, Pumpstationen und Rohrleitungsnetze, können eine unterschiedliche Lebensdauer haben, die von verschiedenen Faktoren abhängt, z. B. von der Materialzusammensetzung, der Degradation und den Betriebsbedingungen. Das Wasserversorgungsunternehmen verfügt über ein System zur Festlegung der vorgesehenen Nutzungsdauer und zur

regelmäßigen Bewertung des Zustands dieser Teile sowie zur Entscheidung über die Notwendigkeit und den Umfang ihrer Wartung und Sanierung (siehe auch EN 15643). Alle Teile des Wasserversorgungssystems haben ein Altersprofil, das durch die Leitlinien des Wasserversorgungsunternehmens festgelegt wird.

- Künftige Generationen müssen in einer deutlich veränderten Umwelt mit extremeren Wetterereignissen und Auswirkungen auf die Wasserversorgungssysteme aufgrund von Überschwemmungen, Waldbränden, Umweltverschmutzung und Dürren sowie einer Zukunft mit einer ganz anderen Kohlenstoffwirtschaft leben.

4.3 Wasserbedarf

4.3.1 Ermittlung des Wasserbedarfs

Der gegenwärtige und zukünftige Wasserbedarf muss ermittelt werden (siehe A.4).

4.3.2 Löschwasserversorgung

Jegliche Nutzung von Trinkwasser-Versorgungsanlagen für die Löschwasserversorgung muss 4.1.1, 4.1.2, 4.1.3 und 4.1.4 (siehe A.5) entsprechen.

4.4 Systemgefahren und Sicherheit

Auf der Grundlage einer Gefahrenanalyse sollten Maßnahmen zur Risikominderung nach EN 15975-2 für Wasserversorgungssysteme angewendet werden. Im Hinblick auf Stromausfälle, extreme Witterungsbedingungen, Terroranschläge, Vandalismus und andere gesetzwidrige Handlungen muss dem Schutz von Wasserversorgungssystemen große Aufmerksamkeit geschenkt werden.

Die Maßnahmen zur Gefahrenanalyse und die Risiken im Zusammenhang mit vermindertem Druck, Wasserqualität und -menge aufgrund der Wasserentnahme für die Löschwasserversorgung, mit dem Wachstum von Bäumen, mit Verunreinigungen usw. sind Teil der Systemsicherheit.

Es sollten geeignete Maßnahmen ergriffen werden, um die Wahrscheinlichkeit eines Schadens und/oder das Ausmaß des Schadens zu verringern. Förderanlagen, Trinkwasserbehälter und andere oberirdische Bauwerke sind in erhöhtem Ausmaß gefährdet und müssen so geplant werden, dass unbefugtes Betreten oder Eingriffe in den Betrieb des Systems verhindert werden. Insbesondere muss die Möglichkeit zur Kontamination des Wassers minimiert werden. An Stellen mit hohem Sicherheitsrisiko muss die Errichtung von Sicherheitszäunen und Überwachungssystemen in Erwägung gezogen werden.

Die Dokumentation von Sicherheitsmaßnahmen und von Schlüsselkomponenten wie Dokumenten, Zeichnungen und GIS-Informationen müssen vertraulich behandelt werden.

ANMERKUNG Von externen Quellen können Risiken für die Wasserversorgungsinfrastruktur bestehen, die wesentliche Dienstleistungen wie die Brandbekämpfung oder Krankenhäuser beeinträchtigen können. Diese Risiken werden vom Wasserversorgungsunternehmen berücksichtigt, das diese Risiken an andere wichtige Dienste weitergibt.

5 Versorgungsstandard

Der an der Übergabestelle zum Verbraucher vorzusehende Versorgungsstandard muss vom Wasserversorgungsunternehmen festgelegt werden. Die Spezifikationen müssen den Versorgungsdruck, die Durchflussrate, die Versorgungssicherheit sowie die Erhaltung der Wasserqualität umfassen (siehe 4.1.1 und A.6).

Das Wasserversorgungsunternehmen spielt auch eine Rolle bei der Überprüfung lokaler Klimaszenarien über die gesamte erwartete Nutzungsdauer (einschließlich der Außerbetriebnahme) der Anlagen.

6 Sanierung

Bei Reparatur, Renovierung oder Erneuerung von Leitungen müssen die jeweiligen Anforderungen dieses Dokuments erfüllt werden. Siehe auch **13.2**.

7 Planung

7.1 Planungsziele

Ziel der Planung ist die technische Auslegung des Wasserversorgungssystems, um die in diesem Dokument aufgeführten Anforderungen zu erfüllen und den definierten Versorgungsstandard bei allen Betriebsbedingungen unter Berücksichtigung aller wirtschaftlichen und ökologischen Gesichtspunkte, einschließlich der Nachhaltigkeit (Umwelt, Ökokreislauf), durch Verwendung einer Lebenszyklusanalyse zu erbringen.

Dazu gehört auch die Betrachtung von Szenarien der Klimaänderung und ihrer potentiellen Auswirkungen über den gesamten Lebenszyklus der Anlagen.

ANMERKUNG EN 15643-5 [7] bietet einen Rahmen für spezielle Grundsätze und Anforderungen an Ingenieurbauwerke.

7.2 Spitzenverbrauchsfasaktoren

Wird der Wasserbedarf auf der Grundlage des durchschnittlichen Tagesverbrauchs ermittelt, müssen geeignete Faktoren zu Grunde gelegt werden, um den zu erwartenden Spitzenbedarf je Woche, Tag und Stunde ermitteln zu können, einschließlich der erwarteten Auswirkungen des Klimawandels auf den Wasserbedarf. (Siehe **A.7**).

ANMERKUNG Auch andere Spitzenfasaktoren können von Bedeutung sein. Die Spitzenfasaktoren variieren je nach geographischer Lage und nationalen Werten.

7.3 Hydraulische Bemessung

7.3.1 Dimensionierung

Alle Wasserleitungen müssen entsprechend den festgelegten maximalen Durchflussmengen unter Berücksichtigung des definierten Versorgungsstandards bemessen werden (siehe **A.8**).

Der erforderliche Nutzinhalt eines Trinkwasserbehälters zum Ausgleich der Schwankung zwischen Förderung und Bedarf muss EN 1508 entsprechen.

Darüber hinaus müssen unter anderem die nachfolgend aufgelisteten Gesichtspunkte berücksichtigt werden:

- geschätzter Zeitbedarf zur Reparatur vorgeschalteter Leitungen;
- Auswirkung von Pumpen-/Stromausfall;
- Vorhandensein alternativer Versorgungsmöglichkeiten;
- einfache oder doppelte Versorgungsleitungen;
- Grad der Fernüberwachung;
- Verhältnis von maximalen zu mittleren stündlichen Durchflussmengen;
- Anforderungen im Hinblick auf die Versorgung der Industrie, die Löschwasserversorgung oder andere besondere Gegebenheiten.

7.3.2 Hydraulische Berechnungen

Mit Hilfe der hydraulischen Berechnung muss für das Versorgungssystem

- die Deckung des derzeitigen und künftigen Wasserbedarfs unter Berücksichtigung der künftigen Stadtentwicklung,
- der Betrieb mit angemessenen Fließgeschwindigkeiten, und
- der Betrieb innerhalb des erforderlichen Druckbereichs nachgewiesen werden.

Zudem muss der Systembetriebsdruck sowie der höchste Systembetriebsdruck an entsprechenden Stellen des Systems festgesetzt werden.

Die für die Sicherstellung der Durchflussanforderungen erforderlichen Durchmesser müssen anhand von Gleichung (1), Gleichung (2), Gleichung (3) und Gleichung (4) geprüft werden:

$$H_R = \lambda \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g} \quad (1)$$

$$\Delta p = \lambda \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{\rho}{2} \cdot v^2 \quad (2)$$

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log_{10} \left(\frac{2,51}{Re \cdot \sqrt{\lambda}} + \frac{k}{3,71 \cdot D} \right) \quad (3)$$

$$Re = \frac{v \cdot D}{\nu} \quad (4)$$

Dabei ist

Δp der Druckverlust, in Pascal¹;

H_R der Druckverlust, in Meter;

λ der Widerstandsbeiwert;

L die Länge der Leitung, in Meter;

g die Fallbeschleunigung, in Meter je Sekunde zum Quadrat;

D der Innendurchmesser der Leitung, in Meter;

ρ die Dichte des Wassers, in Kilogramm je Kubikmeter;

Re die Reynolds-Zahl;

ν die kinematische Viskosität, in Quadratmeter je Sekunde;

k die hydraulische Rauheit, in Meter;

v die Fließgeschwindigkeit, in Meter je Sekunde.

1 100 kPa = 1 bar.

7.3.3 Hydraulische Rauheit

Die in der hydraulischen Berechnung zu berücksichtigende hydraulische Rauheit k ist entweder:

- die hydraulische Rauheit k_1 unter Einbeziehung der Einflüsse von Rohren und Rohrverbindungen; oder
- die hydraulische Rauheit k_2 unter Einbeziehung der Einflüsse von Rohren, Rohrverbindungen, Formstücken und Armaturen (siehe A.9).

Wenn k_1 verwendet wird, müssen die Einzelverluste berücksichtigt werden (siehe auch A.9).

Mögliche langfristige Erhöhungen der Rauheit müssen bei der Bestimmung des Werts der hydraulischen Rauheit berücksichtigt werden.

Andere Rohrleitungsteile, wie z. B. Wasserzähler, Pumpen usw., müssen mit ihren jeweiligen spezifischen Druckverlusten gesondert berücksichtigt werden.

7.3.4 Fließgeschwindigkeiten

Bei der Festlegung zulässiger Fließgeschwindigkeiten müssen mindestens folgende Gesichtspunkte berücksichtigt werden (siehe A.10):

- Stagnation;
- Trübung;
- Erscheinungsbild/Verfärbung;
- Druckverhältnisse;
- Druckstoß;
- Förderanlagen.

7.3.5 Rohrnetzanalyse

Zur Untersuchung der komplexen Zusammenhänge zwischen Systemkonfiguration, Wasserbedarf, Druck und Durchfluss innerhalb eines Rohrnetzes muss eine Rohrnetzanalyse in Betracht gezogen werden (siehe A.11).

7.3.6 Versorgungsleitungen

Versorgungsleitungen müssen für die ermittelten Spitzendurchflüsse bemessen werden. Die Kapazität von Versorgungsleitungen muss so ausgelegt sein, dass eine Löschwasserversorgung entsprechend den nationalen oder örtlichen Anforderungen möglich ist (siehe A.12).

7.3.7 Anschlussleitungen

7.3.7.1 Haushalte

Der Durchmesser von Anschlussleitungen für Haushalte muss in Abhängigkeit vom Versorgungsstandard einschließlich des Versorgungsdrucks und des Durchflusses festgelegt werden. Druckverluste sämtlicher Rohrleitungsteile einschließlich der Formstücke und Wasserzähler müssen berücksichtigt werden.

7.3.7.2 Sonstige Verbraucher

Der Durchmesser von Anschlussleitungen muss auf der Grundlage der mit dem Wasserversorgungsunternehmen abgesprochenen Anforderungen des Verbrauchers bestimmt werden.

7.3.7.3 Löschwasserversorgung

In den meisten Teilen Europas wird die Nachfrage nach Löschwasser wahrscheinlich steigen, da Anzahl und Ausmaß von Waldbränden aufgrund der Klimaänderungen zunehmen werden. Der Planer muss beurteilen, wo dieses Wasser entweder aus einer Trinkwasser-Versorgungsanlage oder einer anderen Wasserquelle außerhalb des Geltungsbereichs dieses Dokuments stammen wird (siehe auch 4.3.2). Etwaige Prognosen über einen daraus resultierenden Anstieg der Nachfrage müssen dabei berücksichtigt werden.

7.4 Statische Bemessung

7.4.1 Allgemeines

Die statische Bemessung muss EN 1295-1 entsprechen.

7.4.2 Innere Kräfte

Rohrleitungen müssen für den Innendruck bei maximalem Durchfluss, Nullverbrauch und kurzzeitige Durchflussänderungen (Druckstoß) bemessen werden. Für Druckstöße muss die Amplitude (Spitzen) und die Häufigkeit abgeschätzt werden. Rohrleitungen müssen außerdem so bemessen werden, dass sie einem zeitweiligen negativen Überdruck von 80 kPa widerstehen (etwa 20 kPa absoluter Druck).

Die Rohrleitungen müssen so geplant werden, dass ein anhaltender negativer Überdruck vermieden wird, indem das Rohr unterhalb des Druckliniengefälles gehalten wird.

Der Systembetriebsdruck und der höchste Systembetriebsdruck müssen bestimmt werden (siehe A.2). Der Systemprüfdruck muss berücksichtigt werden (siehe 7.4.7 und 10.3.2).

7.4.3 Äußere Kräfte

Externe Kräfte, die nicht in EN 1295-1 beschrieben sind, müssen berücksichtigt werden, wenn Wasserversorgungsleitungen nicht erdverlegt sind, zum Beispiel an Rohrbrücken. Die Kräfte aus der Eigenlast der Rohre, dem Gewicht des Wassers und allen anderen Kräften, die bei der Installation auftreten, führen zu Spannungen für die Rohre und ihre Punktlagerungen. Diese Kräfte müssen berücksichtigt werden.

7.4.4 Temperaturbereich

Rohrleitungen müssen so ausgelegt werden, dass sie innerhalb des erwarteten Temperaturbereichs des Wassers einen störungsfreien Betrieb sicherstellen. Belastungen, die sich aus Temperaturunterschieden zwischen Verlegung und Betrieb ergeben, müssen berücksichtigt werden. Ebenso müssen die Auswirkungen äußerer Temperatureinflüsse berücksichtigt werden.

7.4.5 Rohrleitungskräfte infolge von Innendruck

Kräfte entstehen an Armaturen, bei Richtungs- und Durchmesseränderungen, an Abzweigungen und Enden. Diese Kräfte müssen durch eine ausreichende Anzahl längskraftschlüssiger Verbindungen, durch Widerlager und/oder andere Verankerungen aufgenommen werden.

Bei Widerlagern gegen die Grabenwand muss der zulässige Erdwiderstand ermittelt werden. Die Möglichkeit von Grundbruch, Gleiten sowie Beeinträchtigung des Widerlagers durch spätere Aufgrabungen muss berücksichtigt werden.

7.4.6 Planungsgrundsätze

Der Planer muss sämtliche Annahmen, die sich auf die oben genannten Kräfte beziehen, sowie weitergehende Annahmen, die für die statische Bemessung der Rohrleitung relevant sind, festlegen. Diese Annahmen müssen mindestens folgende Punkte beinhalten:

- positiver und negativer Druck;

- Maße des Grabens oder Damms (Breite, Tiefe usw.);
- Bettungs- und Verfüllungsbedingungen;
- Grabenverbaubedingungen;
- Beschaffenheit des anstehenden Bodens und des Verfüllmaterials.

7.4.7 Hydrostatische Planungsgrundsätze

Der Planer muss den (die) Systembetriebsdruck (-drücke) (DP), den (die) höchsten Systembetriebsdruck (-drücke) (MDP) sowie den (die) Prüfdruck (-drücke) (STP) unter Berücksichtigung aller maßgebenden Durchflussbedingungen festlegen. Der MDP wird entweder als MDPc angegeben, wenn der Planer den Druckstoß berechnet, oder als MDPa, wenn der Planer einen bestimmten Wert für den Druckstoß hinzufügt. Der in MDPa enthaltene Wert darf nicht kleiner als 200 kPa sein.

Die Druckstoßberechnung muss nach geeigneten Verfahren unter Anwendung der zutreffenden Grundgleichungen und entsprechend den Annahmen des Planers durchgeführt werden. Hierbei müssen die ungünstigsten Betriebsbedingungen zu Grunde gelegt werden.

Der Planer muss die Rohrleitungsteile so auswählen, dass diese die Bedingungen in Tabelle 1 erfüllen.

Tabelle 1 — Druckbedingungen für die Auswahl von Rohrleitungsteilen

Rohrleitungsteile		System
PFA	≥	DP
PMA	≥	MDP
PEA	≥	STP

Für einen Überblick der Druckbegriffe in Deutsch, Englisch und Französisch siehe Tabelle 2.

Tabelle 2 — Druckbegriffe in Englisch, Französisch und Deutsch

Abkürzung ^a	Englisch	Französisch	Deutsch	
SP	service pressure	pression de service	Versorgungsdruck	system- bezogen
OP	operating pressure	pression de fonctionnement	Betriebsdruck	
DP	design pressure	pression de calcul en régime permanent	Systembetriebsdruck	
MDP	Maximum Design Pressure	pression maximale de calcul	höchster Systembetriebsdruck	
STP	System Test Pressure	pression d'épreuve du réseau	Systemprüfdruck	

Tabelle 2 (fortgesetzt)

Abkürzung ^a	Englisch	Französisch	Deutsch	
PFA	allowable operating pressure	pression de fonctionnement admissible	zulässiger Bauteilbetriebsdruck	bauteil-bezogen
PMA	allowable maximum operating pressure	pression maximale admissible	höchster zulässiger Bauteilbetriebsdruck	
PEA	allowable site test pressure	pression d'épreuve admissible sur chantier	zulässiger Bauteilprüfdruck auf der Baustelle	
^a Gültig für alle Sprachversionen.				

7.4.8 Unvorhergesehene Bodenverhältnisse

Sollten unvorhergesehene Bodenverhältnisse während der Verlegung auftreten, muss die Planung geprüft werden.

7.5 Systemauslegung

7.5.1 Zubringer-, Haupt- und Versorgungsleitungen

Die erforderliche Detailplanung aller Zubringer-, Haupt- und Versorgungsleitungen hängt sehr von den örtlichen Gegebenheiten ab (siehe **A.13**). In allen Fällen müssen jedoch folgende Gesichtspunkte beachtet werden:

- Versorgungssicherheit, einschließlich der Folgen der Klimaänderungen für die Wassergewinnung, -speicherung und -nutzung;
- gute Zugänglichkeit für Wartungsarbeiten;
- Anzahl und Anordnung von Absperrorganen, Be- und Entlüftungsventilen, Entleerungen und Hydranten;
- ungünstige Bodenbedingungen und schwieriges Gelände;
- Gefahr der Beschädigung von und durch Bäume und Wurzeln;
- Leitungsmaterial und Korrosionsschutz bei aggressiven oder kontaminierten Böden;
- Mindestgefälle;
- Straßen-, Fluss- und Eisenbahnquerungen;
- Wahl der kürzestmöglichen Trasse;
- Lage anderer Versorgungseinrichtungen, Bauwerke und Konstruktionen;
- Fernmesstechnik, Steuer- und Messeinrichtungen;
- alle Systembetriebsdrücke;
- Bodenbeschaffenheit und Stabilität;
- Erdlasten;
- Verkehrslasten;

- Einfachheit der Handhabung;
- nationale und örtliche Planungen, Umweltschutz;
- Tiefe der Frost- und Wärmedurchdringung;
- Gefahr von Schäden an und durch andere Versorgungseinrichtungen, Arbeiten und Geräte, wobei eine örtliche Abstimmung zwischen den Beteiligten erforderlich ist;
- bei erdverlegten Rohren die Mindestüberdeckungshöhe; und
- maximale Überdeckungshöhe im Hinblick auf die Vereinfachung von Reparaturarbeiten.

Die exakte Lage und Tiefe muss im Rahmen einer Detailplanung, nach Möglichkeit in Abstimmung mit anderen Versorgungsträgern, festgelegt werden.

7.5.2 Arten der Systemkonfiguration

Versorgungssysteme können unterschiedliche Grade der Vermaschung aufweisen. Erläuterungen siehe **A.14**.

7.5.3 Anschlussleitungen

An die Lage und Tiefe von Anschlussleitungen müssen die gleichen Anforderungen wie an Zubringer-, Haupt- und Versorgungsleitungen gestellt werden (siehe **7.5.1** und **A.15**).

Die Anschlussleitungen müssen zwischen der Versorgungsleitung und dem Gebäude möglichst geradlinig und so kurz wie möglich geplant werden.

Für eine ggf. erforderliche Absperrung muss eine Absperrarmatur und/oder eine Anbohrarmatur mit Betriebsabspernung vorgesehen werden.

7.5.4 Armaturen

7.5.4.1 Be- und Entlüftung

Zubringer-, Haupt- und Versorgungsleitungen müssen mit Vorrichtungen ausgestattet sein, die ein Entweichen größerer Luftmengen während des Füllvorganges ermöglichen und eine größere Luftzufuhr während der Entleerung gestatten. Hierzu können Be- und Entlüftungsventile mit großer Öffnung und im Einzelfall auch Hydranten verwendet werden.

Für die Entlüftung während des Normalbetriebs muss ebenfalls Vorsorge getroffen werden. Hierfür reichen üblicherweise auch Entlüftungsventile mit kleiner Öffnung aus (siehe **A.16**).

Die Größe und der Typ des Be- und Entlüftungsventils muss vom Planer in Abhängigkeit von dem zu erwartenden Luftdurchfluss und von der Systemkonfiguration festgelegt werden. Alle Richtungsänderungen der Rohrgradienten müssen berücksichtigt werden (siehe **A.16**). Produktnormen für Ventile geben Hinweise für deren Auswahl.

Ventile und Schächte müssen so geplant werden, dass das Eindringen von Wasser von außen vermieden wird.

7.5.4.2 Entleerung

Entsprechend den betrieblichen Anforderungen müssen in Abhängigkeit von der örtlichen Gegebenheit geeignete Einrichtungen z. B. zum Entleeren oder Spülen vorgesehen werden.

Die Größe der Entleerungseinrichtungen ist abhängig vom abzuleitenden Wasservolumen, der dafür vorhandenen Zeit und der Aufnahmefähigkeit des Vorfluters bzw. der Umgebung (siehe **A.17**).

Die Planung muss sicherstellen, dass die kinetische Energie beim Entleeren sicher abgebaut werden kann; hierzu kann ein Entleerungsschacht vorgesehen werden. Ebenso müssen in der Planungsphase Einflüsse auf die Umwelt bei der Entleerung berücksichtigt werden und, falls erforderlich, Einrichtungen für das Auffangen und/oder Neutralisieren von Desinfektionslösungen vorgesehen werden.

Entleerungseinrichtungen müssen derart gestaltet werden, dass jegliche nicht annehmbare Beeinträchtigung der Wasserqualität durch geeignete bauliche Maßnahmen vermieden wird.

7.5.4.3 Absperrren

Die Anordnung der Absperrarmaturen muss so erfolgen, dass das Absperrren im Notfall und bei Instandhaltung leicht möglich ist. Die Zahl der von einer Absperrung betroffenen Abnehmer muss in Bezug auf den Versorgungsstandard gesehen werden. Örtliche Gegebenheiten, wie Bebauungsdichte und Lage von Krankenhäusern, Schulen, Wohnhäusern und Industrieanlagen, müssen ebenso in Betracht gezogen werden (siehe A.18).

7.5.4.4 Hydranten

Hydranten werden für betriebliche Zwecke verwendet, z. B. zum Füllen, Entleeren, Entlüften und Spülen der Hauptleitung und für den vorübergehenden Verbrauch von Wasser, z. B. bei der Brandbekämpfung, bei Bauarbeiten und bei Messen. Zur Bestimmung geeigneter Standorte und Typen von Hydranten siehe 4.3.2 und A.19.

7.5.5 Einrichtungen zur Begrenzung von Druckstößen

Druckstöße können durch Stromausfälle, Ein- und Ausschaltvorgänge von Pumpen und durch Betätigen von Armaturen entstehen. Es muss geprüft werden, ob Einrichtungen zur Begrenzung von Druckstößen als Teil von Pump- oder Schwerekraftsystemen erforderlich sind.

7.6 Schutz vor schädlichen Einflüssen

Der Planer muss die Gefahr einer Schädigung der Rohrleitungen infolge des Kontakts mit Erdreich und Schadstoffen bewerten (siehe A.20).

Er muss unter Berücksichtigung der entsprechenden Produktnormen geeignete Maßnahmen zum Schutz der Rohrleitungen vor unerwünschten Einflüssen aus der aggressiven Umgebung und aus dem transportierten Wasser ergreifen.

Der Planer muss das Verfahren zur Reparatur der Außenbeschichtung und Auskleidung und sämtliche zusätzliche Schutzmaßnahmen für Rohrverbindungen festlegen.

7.7 Wasserbehälter

Wasserbehälter einschließlich Wassertürme und Speicherbehälter müssen in Übereinstimmung mit EN 1508 geplant werden. Sie müssen so konstruiert und geprüft sein, dass sie die erforderliche Versorgungssicherheit sicherstellen und nicht annehmbare Qualitätsbeeinträchtigungen des gespeicherten Wassers verhindern.

7.8 Förderanlagen

Die Festlegungen von Anlagenkonzeptionen und Pumpenauslegungen für komplexe Gesamtsysteme können detaillierte Untersuchungen unter Zuhilfenahme von Verfahren für Rohrnetzberechnungen und Rohrnetzoptimierungen erfordern. Bei Steuerungssystemen, welche auf Druck, Durchfluss, Wasserstand oder Zeit reagieren, müssen die örtlichen Gegebenheiten berücksichtigt werden. Diese dürfen manuell oder vollautomatisch mit Fernüberwachung betrieben werden. Die Pumpensteuerung muss zum Ausschalten der Anlagen(teile) bei Druckverlust auf der Saugseite oder unzulässigen Durchflussverhältnissen mit Sicherheitseinrichtungen ausgestattet werden. Die Steuerungssysteme müssen sicherstellen, dass unnötige wiederholte Ein-/Ausschaltvorgänge oder Drehzahländerungen vermieden werden.

Pumpen müssen so ausgewählt werden, dass die nachfolgenden Betriebszustände vermieden werden:

- Kavitation;
- Instabilität (außergewöhnliche Durchflussschwankungen); und
- Überlastung (unverhältnismäßige Zunahme der Energieaufnahme).

Durch den Betrieb von Förderanlagen verursachte Lärmemissionen dürfen die zulässigen Grenzwerte entsprechend den jeweiligen Bestimmungen nicht überschreiten (siehe auch **4.1.1** und **A.21**).

7.9 Rechnerische Lebensdauer

Das Wasserversorgungssystem, einschließlich des Leitungsnetzes, sollte für eine technische Nutzungsdauer von mindestens 50 bis 100 Jahren ausgelegt sein. Örtliche Gegebenheiten und wirtschaftliche Erwägungen können Anlass sein, hiervon abzuweichen.

Bestimmte einzelne Rohrleitungsteile, z. B. Hydranten, Armaturen, Pumpen usw., können eine frühere Wartung oder einen Austausch erfordern.

Detaillierte Informationen zur Referenz-Nutzungsdauer (RSL) sind in EN 15804 [6] zu finden.

Die rechnerische Lebensdauer darf nicht kürzer sein als der Abschreibungszeitraum.

Bei der rechnerischen Lebensdauer müssen auch die sozialen Ziele und die Umweltauswirkungen sowie die Kreislaufwirtschaft berücksichtigt werden (siehe **4.1.1**).

Informationen über die Nachhaltigkeit von Bauwerken sind in EN 15643 [4] zu finden.

7.10 Dokumentation

Eine umfassende Aufzeichnung aller relevanten Planungsdaten und -ergebnisse muss erstellt und sicher aufbewahrt werden. Dazu gehören auch Einzelheiten zu den verwendeten Klimaänderungsdaten, ihrer Quelle und ihren Auswahlkriterien. Aus Gründen der Rückverfolgbarkeit wird davon ausgegangen, dass die Produktdaten und, sofern verfügbar, die Verarbeitungsdaten und der Standort digital dokumentiert werden.

8 Allgemeine Anforderungen an Produkte

8.1 Allgemeines

Alle für Wasserversorgungssysteme bestimmten Rohrleitungsteile müssen nach Abschnitt 4 bis Abschnitt 7 entworfen, hergestellt, geprüft und in Wasserversorgungssysteme eingebaut werden. Sie müssen in der Lage sein, allen Bedingungen standzuhalten, für die sie ausgelegt sind, wobei die zusätzlichen Anforderungen dieses Abschnitts und alle anderen Anforderungen, die der Planer zur Sicherstellung der Gebrauchstauglichkeit im Bereich der Wasserversorgung stellt, zu berücksichtigen sind.

Produktnormen, die weitere, nicht in diesem Dokument vorhandene relevante Informationen, z. B. zu Transport, Lagerung, Installation und Wartung, enthalten, sind das gängigste Instrument zur Feststellung der Übereinstimmung mit den oben genannten Anforderungen. Bei Fehlen einer Produktnorm darf das vorliegende Dokument als Referenz für die Ausarbeitung einer Produktspezifikation verwendet werden. Dieses Dokument gilt sowohl für im Werk als auch für auf der Baustelle hergestellte Rohrleitungsteile.

Die Eigenschaften der Werkstoffe und Rohrleitungsteile sowie ihre Haltbarkeit müssen einschließlich ihres Zeitstandverhaltens festgelegt und anschließend geprüft werden.

8.2 Werkstoffe

Alle Werkstoffe für Rohrleitungsteile einschließlich Auskleidungen, Außenbeschichtungen und Dichtungen müssen für die Anwendung in Wasserversorgungssystemen geeignet sein. Sie dürfen bei Kontakt mit Wasser keine unzulässige Beeinträchtigung der Wasserqualität verursachen.

8.3 Maße

8.3.1 Nennweiten

Die Nennweite der Rohrleitungsteile wird durch die Verwendung von DN angegeben. Innerhalb des unten angegebenen Nennweitenbereichs müssen die DN-Werte einer der beiden folgenden Serien entnommen werden. Die eine Serie bezieht sich auf den Innendurchmesser (DN/ID), die andere auf den Außendurchmesser (DN/OD). Die Produktnormen müssen angeben, auf welche Serie sie sich beziehen.

DN/ID: 20, 30, 40, 50, 60, 65, 80, 100, 125, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700, 800, 900, 1 000, 1 100, 1 200, 1 250, 1 300, 1 400, 1 500, 1 600, 1 800, 2 000, 2 100, 2 200, 2 400, 2 500, 2 600, 2 800, 3 000, 3 200, 3 500, 4 000.

DN/OD: 25, 32, 40, 50, 63, 75, 90, 110, 125, 140, 160, 180, 200, 225, 250, 280, 315, 355, 400, 450, 500, 560, 630, 710, 800, 900, 1 000, 1 100, 1 200, 1 250, 1 300, 1 400, 1 500, 1 600, 1 800, 2 000, 2 100, 2 200, 2 400, 2 500, 2 600, 2 800, 3 000, 3 200, 3 500, 4 000.

8.3.2 Innendurchmesser

Produktnormen für Rohrleitungsteile, die mit DN/ID bezeichnet sind, müssen den Innendurchmesser und die Grenzabmaße angeben. Die Grenzabmaße dürfen die in Tabelle 3 angegebenen Werte nicht überschreiten.

Produktnormen für Rohrleitungsteile, die mit DN/OD bezeichnet sind, müssen den Außendurchmesser, die Wanddicke und die entsprechenden Grenzabmaße angeben. Die unteren Grenzabmaße des über die Nennmaße aus der Produktnorm berechneten Innendurchmessers dürfen die in Tabelle 3 angegebenen Werte nicht überschreiten.

Tabelle 3 — Untere Grenzabmaße des Innendurchmessers

DN	Unteres Grenzabmaß Mittelwert mm	Unteres Grenzabmaß Einzelwert mm
DN < 80	0,05 DN	0,1 DN
$80 \leq \text{DN} \leq 250$	5	10
$250 < \text{DN} \leq 600$	0,02 DN	0,04 DN
DN > 600	15	30

8.3.3 Länge und Wanddicke

Die Grenzabmaße für Wanddicken und Längen der Rohrleitungsteile müssen in Produktnormen festgelegt werden.

8.3.4 Geometrie von Rohren, Formstücken und Armaturen

Gerade Rohre müssen innerhalb der in den Produktnormen festgelegten Grenzabmaße gerade sein. Für Ringbündrohre muss in den Produktnormen der Mindestradius des Ringbundes angegeben werden. Der Winkel zwischen den Stirnflächen und der Achse von Rohren, Formstücken und Armaturen muss 90° betragen und zwar mit einer Toleranz, die die Funktionsfähigkeit der Rohrverbindung nicht beeinträchtigt.

Winkel für Bögen sollten sein: 11°15'; 22°30'; 30°; 45°; 90°

Die geometrischen Daten für Formstücke und Armaturen müssen vom Hersteller entsprechend der einschlägigen Produktnorm angegeben werden.

8.3.5 Innere Oberfläche

Die Innenflächen von Rohren, Formstücken und Armaturen müssen frei von sichtbaren Mängeln sein, die die hydraulische Leistungsfähigkeit beeinträchtigen können. Die Produktnormen müssen die zulässigen Fehler festlegen.

8.3.6 Beschaffenheit

Rohrleitungsteile müssen von gleichmäßiger Beschaffenheit sein. Sie dürfen keinerlei Beschädigungen aufweisen oder Einwirkungen ausgesetzt sein, durch die ihre Funktionstauglichkeit in irgendeiner Weise beeinträchtigt sein könnte.

8.4 Statische Bemessung

Produktnormen müssen die Beziehung zwischen den in ihnen festgelegten Drücken und PFA, PMA und PEA angeben.

Für die statische Bemessung der Rohrleitungsteile müssen im Hinblick auf einen sicheren und zuverlässigen Betrieb in Wasserversorgungssystemen alle in **4.2** und **7.4** beschriebenen maßgeblichen Faktoren sowie die folgenden Anforderungen berücksichtigt werden:

- maximale und minimale Betriebstemperaturen und temperaturbedingte Belastungen (siehe **A.22**);
- Auswirkungen auf Werkstoffeigenschaften infolge Dauerbelastung (z. B. Kriechen und Materialermüdung aufgrund statischer Belastung);
- Auswirkungen auf die Werkstoffeigenschaften infolge dynamischer Belastung (Materialermüdung aufgrund dynamischer Belastung);
- Auswirkungen möglicher Gefahren, wie z. B. Bodenbewegungen und/oder Erdbeben; und
- Auswirkungen, wenn die freie Grundwasseroberfläche über dem hydrostatischen Druck des Grundwassers liegt.

Die Rohrleitungsteile müssen so geplant werden, dass sie im verlegten Zustand einem zeitweiligen negativen Überdruck von 80 kPa (etwa 20 kPa absoluter Druck) widerstehen. Bei Rohrleitungsteilen unterhalb des Grundwasserspiegels muss diese Druckdifferenz durch den vorhandenen hydrostatischen Druck erhöht werden.

Produktnormen müssen in Übereinstimmung mit EN 1295-1 ausreichende Angaben zur Prüfbarkeit der statischen Bemessung enthalten. Beispiele für die Art der Angaben, die in Produktnormen enthalten sein müssen, sind der Tabelle A.2 zu entnehmen. Bei Produkten oder Werkstoffen, die noch nicht in Produktnormen erfasst sind, muss diese Tabelle als Checkliste verwendet werden, um ihre relevanten charakteristischen Eigenschaften zu ermitteln.

Für Armaturen, einschließlich Hydranten, müssen die drei relevanten Drücke (PFA, PMA und PEA) für den geöffneten und geschlossenen Zustand angegeben werden, so dass Funktionstüchtigkeit sowie Dichtheit auch im geschlossenen Zustand unter diesen Drücken sichergestellt ist. Die Armatur muss auch bei einseitig oder beidseitig anstehendem zulässigen Bauteilbetriebsdruck bzw. höchstem zulässigen Bauteilbetriebsdruck über den gesamten Druckbereich funktionsfähig sein.

8.5 Mechanische Anforderungen

8.5.1 Widerstand in Umfangsrichtung

Produktnormen müssen die Verfahren festlegen, mit denen der Widerstand gegen innere und äußere Belastungen sichergestellt werden kann (siehe Tabelle A.2).

8.5.2 Widerstand in Längsrichtung

Produktnormen müssen für lange starre oder semiflexible Rohre mit kleinem Durchmesser den Widerstand gegen Biegemomente oder Biegelasten für eine festgelegte Stützweite und die Lastbedingungen angeben.

Alternativ dazu müssen in den Produktnormen die Grenzwerte für das Verhältnis Länge zu Durchmesser angegeben sein. Damit sollen Probleme, die beim Transport, Heben, in der Handhabung und bei der Verlegung der Rohre entstehen, vermieden werden (siehe Tabelle A.2).

8.6 Wasserdichtheit

Alle Rohrleitungsteile einschließlich der Rohrverbindungen müssen so ausgelegt, hergestellt und geprüft werden, dass die Wasserdichtheit während der gesamten planerischen Nutzungsdauer unter den jeweiligen in 8.4 angegebenen Belastungen sichergestellt ist.

8.7 Rohrverbindungen

8.7.1 Allgemeines

In den Produktnormen müssen die einschlägigen Europäischen Normen angegeben werden, in denen die Anforderungen an die Rohrverbindungen und die zugehörigen Dichtungsmaterialien festgelegt sind.

Die Produktnormen müssen die Arten der Rohrverbindung angeben:

- starre Rohrverbindungen;
- einstellbare Rohrverbindungen; oder
- flexible Rohrverbindungen.

Die Produktnormen müssen ebenfalls angeben, ob diese Rohrverbindungen längskraftschlüssig oder nicht längskraftschlüssig sind:

- nicht längskraftschlüssige Rohrverbindungen müssen ausreichend Spiel in Längsrichtung aufweisen, um Längsbewegungen infolge Temperaturschwankungen und Kontraktion des Rohrs unter Innendruck zusätzlich zur festgelegten Abwinkelbarkeit zu ermöglichen;
- längskraftschlüssige Rohrverbindungen müssen Längskräften aus Innendruck und gegebenenfalls aus Temperaturschwankungen und Kontraktion infolge Innendruck standhalten können.

Falls die Rohrverbindung Teile mit ausgeprägter Festigkeitsabnahme enthält, müssen in den Produktnormen die geforderte Leistungsfähigkeit sowie die notwendigen Prüfungen festgelegt werden.

Rohrverbindungen mit Dichtungen aus Elastomeren müssen so konstruiert sein, dass die Wasserdichtheit über die gesamte planerische Nutzungsdauer unter Berücksichtigung der Langzeiteigenschaften des Dichtungswerkstoffes (Elastizität, Festigkeit, Spannungsrelaxation, Temperaturempfindlichkeit usw.) sowie gegebenenfalls bei möglichen Bewegungen der Rohrverbindungen während der Nutzungsdauer des Systems gegeben ist.

8.7.2 Starre Rohrverbindungen

Die Leistungsfähigkeit von starren Rohrverbindungen sowie die erforderlichen Prüfungen zur Bestätigung der Leistungsfähigkeit müssen in Produktnormen festgelegt werden.

8.7.3 Einstellbare Rohrverbindungen

Die geforderte Leistungsfähigkeit von einstellbaren Rohrverbindungen und die erforderlichen Prüfungen zur Bestätigung der Leistungsfähigkeit müssen in den Produktnormen festgelegt werden.

Produktnormen müssen die Werte der zulässigen Abwinkelbarkeit angeben oder die Angabe dieser Werte durch den Hersteller verlangen.

8.7.4 Flexible Rohrverbindungen

Produktnormen müssen die Werte der zulässigen Abwinkelbarkeit angeben oder die Angabe dieser Werte durch den Hersteller verlangen.

Bei Kupplungen für Spitzendrohre mit beiderseits flexiblen Rohrverbindungen muss die zulässige Abwinkelbarkeit an jeder Seite der Kupplung gegeben sein.

In den Produktnormen müssen alle zusätzlichen Leistungsanforderungen an flexible Rohrverbindungen und die erforderlichen Prüfungen festgelegt werden.

8.8 Schutzmaßnahmen

Wenn in den Produktnormen innere und äußere sowie andere Schutzmaßnahmen (z.B. Auskleidungen, Beschichtungen, kathodischer Schutz) festgelegt sind, müssen auch die Einschränkungen für die Verwendung der Produkte angegeben werden.

Gegebenenfalls müssen die Produktnormen auch Prüfverfahren vorsehen, die zur Sicherstellung der Gebrauchstauglichkeit der Schutzmaßnahmen erforderlich sind.

8.9 Haltbarkeit

Die Produktnormen müssen alle Anforderungen und Prüfverfahren angeben, die sicherstellen, dass die Rohrleitungsteile die funktionalen Anforderungen in **8.2** bis **8.6** für die rechnerische Lebensdauer nach **7.9**, soweit zutreffend, erfüllen.

8.10 Prüfverfahren

8.10.1 Allgemeines

Produktnormen müssen mit **8.10.2** bis **8.10.8** übereinstimmen und die jeweiligen Prüfverfahren (Typprüfungen und/oder Qualitätsprüfungen) einschließlich der nicht in **8.10** erwähnten festlegen.

8.10.2 Messung von Durchmesser und Wanddicke

8.10.2.1 Innendurchmesser

Ist in der Produktnorm die Messung des Innendurchmessers gefordert, so muss diese nahe den Enden des Rohrleitungsteils und überall dort, wo es erforderlich ist, durchgeführt werden. An jedem gemessenen Abschnitt müssen mindestens zwei Messungen rechtwinklig zueinander vorgenommen und der mittlere Innendurchmesser berechnet werden.

8.10.2.2 Außendurchmesser

Ist in der Produktnorm die Messung des Außendurchmessers gefordert, so muss diese an einer vergleichbaren Stelle und in vergleichbarer Weise wie in **8.10.2.1** beschrieben durchgeführt werden. Wenn die Messung des Außendurchmessers durch Berechnung des Umfangs erfolgt, muss darauf geachtet werden, dass die Ovalität nach der Produktnorm zulässig ist.

8.10.2.3 Wanddicke

Ist in der Produktnorm die Messung der Wanddicke gefordert, so muss diese nahe den Enden des Rohrleitungsteils und überall dort, wo es erforderlich ist, durchgeführt werden. In jedem Messabschnitt muss die Wanddicke an mindestens vier Punkten mit annähernd gleichem Abstand gemessen werden. Alternativ müssen in jedem Messabschnitt die geringsten Werte und die Höchstwerte ermittelt werden.

8.10.3 Messung der Geradheit des Rohrschafts

Sofern die Messung der Abweichung von der Geradheit in der Produktnorm gefordert wird, muss das Messverfahren angegeben werden. Die Abweichung muss in der Mitte einer Geraden, über mindestens 2/3 der Rohrschaftlänge, gemessen werden.

8.10.4 Messung der Rechtwinkligkeit der Rohrleitungsteilenden

Sofern die Messung der Abweichung von der Rechtwinkligkeit in der Produktnorm gefordert wird, muss das Messverfahren angegeben werden.

8.10.5 Längsbiegefestigkeitsprüfung

Sind in der Produktnorm Anforderungen an die Längsbiegefestigkeit vorgeschrieben, gelten folgende Kriterien für die Biegeprüfung:

- die Prüfung muss mit einem Prüfgerät mit Lastschreiber durchgeführt werden;
- das zu prüfende Rohr muss im Bereich der Rohrenden so gelagert werden, dass es bei mittiger resultierender Belastung in Ringrichtung bricht (3- oder 4-Punkt-Belastung);
- die Stützweite darf nicht kleiner als $5 \times DN$ sein, angegeben in Millimeter; und
- die Auflager müssen so ausgebildet sein, dass sie nur vertikale Gegenkräfte erzeugen.

8.10.6 Scheiteldruckprüfung für Rohre mit starrem Verhalten

Ist in der Produktnorm eine Scheiteldruckprüfung gefordert, muss angegeben werden, ob es sich um eine Prüfung mit vorgegebener Prüflast oder um eine Prüfung mit Bruchlast handelt. Sie muss mit einer Prüfvorrichtung durchgeführt werden, die

- eine Lastaufzeichnungsvorrichtung hat;
- einen Druckbalken hat, dessen Unterseite mit einer Auflage aus Elastomer von 20 mm bis 40 mm Dicke und einer Härte zwischen 45 und 65 IRHD (Internationaler Gummihärtegrad nach ISO 48) ausgestattet ist. Die maximale Breite der Auflage ist Tabelle 6 zu entnehmen; und
- über einen unteren Auflagerbalken verfügt, an dem sich eine V-förmige Auflagerung mit einem Öffnungswinkel von mindestens 170° befindet; jede Seite der Auflagerung muss mit Elastomer bedeckt sein oder mit einer Auflage aus Elastomer von gleicher Dicke und Härte, wie sie auf dem Druckbalken angebracht ist, versehen sein.

Tabelle 6 — Maximale Breite der Auflage

DN ≤ 400	50 mm
400 < DN ≤ 1 200	(0,12 × DN) mm
DN > 1 200	150 mm

Bei der Prüfung wird ein ganzes Rohr oder ein Abschnitt eines Rohrs einer gleichmäßig verteilten Belastung unterworfen. Die Elastomerauflager können in Abschnitte unterteilt werden.

Die Prüflast muss über die gesamte Länge des Belastungsbalkens symmetrisch aufgebracht werden. Die Lastposition darf zur Wahrung der horizontalen Stabilität verändert werden.

Mindestens während des letzten Drittels des Aufbringens der vorgeschriebenen Last muss die Laststeigerungsrate konstant sein, und diese Belastungszeitspanne muss mindestens 30 s betragen.

8.10.7 Ringsteifigkeitsprüfung für Rohre mit flexiblem Verhalten

Ist in der Produktnorm eine Ringsteifigkeitsprüfung und/oder eine Verformungsprüfung mit vorgegebener Verformung bzw. mit Grenzverformung gefordert, muss diese mittels einer Prüfvorrichtung durchgeführt werden, die über einen Last- und Verformungsschreiber verfügt. Die Produktnorm muss angeben, ob der Träger und der Belastungsbalken aus flachen Stahlplatten (ohne Auflagebelag oder Streifen) bestehen oder wie in 8.10.6 beschrieben beschaffen sein müssen.

Die Bestimmung der Kurzzeitringssteifigkeit bzw. des Langzeitverformungsverhaltens muss nach den EN-Normen und nach den entsprechenden ISO-Normen erfolgen.

8.10.8 Druckprüfungen

8.10.8.1 Allgemeines

In den Produktnormen müssen der Typ und der Zweck der Prüfung, z. B. Prüfung mit vorgegebenem Prüfdruck (mit einem in der Produktnorm angegebenen Druck) und einem Grenzdruck (mit einem in der Produktnorm angegebenen Druck, der zum Versagen führt) angegeben werden.

8.10.8.2 Prüfungen für Rohre

Die Prüfungen müssen an einem oder mehreren Rohren bzw. Rohrabschnitten unter hydrostatischem Druck für eine bestimmte Zeit unter allen Bedingungen, die in den Produktnormen angegeben werden, durchgeführt werden.

Die Prüfkörper müssen in ein geeignetes Prüfgerät eingespannt werden. Sie müssen mit Wasser gefüllt und ausreichend entlüftet werden.

8.10.8.3 Prüfungen für Rohrverbindungen

Die Prüfungen müssen an zwei miteinander verbundenen Rohren oder Rohrabschnitten durchgeführt werden, die so gelagert werden müssen, dass sie sich gegebenenfalls bis zu den in der Produktnorm angegebenen Grenzen gegeneinander bewegen können.

8.10.8.4 Prüfungen für Formstücke, Zubehör, Armaturen und sonstige Rohrleitungsteile

Prüfverfahren zum Nachweis der Gebrauchstauglichkeit müssen in Produktnormen festgelegt werden.

8.11 Austauschbarkeit von Produkten

In der Produktnorm muss angegeben werden, ob Rohrleitungsteile gleicher Seriengröße (oder Grenzabmaße) untereinander austauschbar sind.

Wenn eine solche Austauschbarkeit nicht gegeben ist, müssen in der Produktnorm die erforderlichen Hilfsmittel (z. B. Übergangsstücke) zur Herstellung der Verbindung angegeben werden.

8.12 Qualitätsmanagement

Die Produktnormen müssen Baumusterprüfungen und Verfahren zur Fertigungskontrolle umfassen.

Der Hersteller und der Auftragnehmer müssen über ein Qualitätsmanagementsystem verfügen.

Anforderungen an Qualitätsmanagementsysteme sind in EN ISO 9001 angegeben.

8.13 Kennzeichnung

Die Produktnormen müssen die Anforderungen an die Kennzeichnung festlegen.

Jedes Rohrleitungsteil oder, falls dies nicht möglich ist, jede Verpackungseinheit von Rohrleitungsteilen muss dauerhaft und deutlich sichtbar gekennzeichnet werden. Die Kennzeichnung kann durch einen Code, ein Logo, einen Strichcode, einen QR-Code usw. erfolgen, der oder das rückverfolgbar ist.

Die Kennzeichnung des Rohrleitungsteils muss mit mindestens folgenden Angaben so erfolgen, dass keine Verwechslung möglich ist:

- Angabe der Nummer der Produktnorm, d. h. EN XXXX;
- Angabe von Hersteller und Herstellungsort, wenn es mehr als einen Herstellungsort gibt;
- Chargennummer oder entsprechende Rückverfolgung;
- Angabe des Herstellungsjahrs;
- Angabe einer Zertifizierungsstelle, falls vorhanden;
- gegebenenfalls Angabe von Klassen; und
- Angabe über die Eignung für Trinkwasser.

9 Bau von Leitungen

9.1 Allgemeine Anforderungen

9.1.1 Qualifikation des Personals

Für die Ausführung und die Überwachung des Bauvorhabens muss erfahrenes Personal, das die Güte der Arbeit im Sinne dieses Dokuments beurteilen kann, eingesetzt werden.

Firmen, die vom Auftraggeber eingesetzt werden, müssen die für die Ausführung der Arbeiten notwendigen Qualifikationen besitzen. Der Auftraggeber muss sich vom Vorhandensein dieser Qualifikation überzeugen.

9.1.2 Regeln für die Baumaßnahmen

Die Ausführung der Baumaßnahmen muss unter Berücksichtigung der nationalen Normen, die, soweit vorhanden, Europäische Normen umsetzen, sowie in Übereinstimmung mit den Anforderungen des Wasserversorgungsunternehmens und der spezifischen Anweisungen der Hersteller der Rohrleitungsteile erfolgen.

9.1.3 Transport und Lagerung der Rohrleitungsteile

Die Rohrleitungsteile müssen vor Beschädigungen geschützt werden. Für das Auf- und Abladen sowie für den Transport dürfen ausschließlich geeignete Geräte verwendet werden. Die Rohrleitungsteile müssen so transportiert und gelagert werden, dass jeder Kontakt mit schädigenden Stoffen vermieden wird, z. B. durch stabile Verschlusskappen. Die Rohrleitungsteile dürfen nicht durch Erde, Schlamm, Abwasser oder schädliche Stoffe verunreinigt werden. Wenn es zu einer Verunreinigung gekommen ist, müssen die Rohrleitungsteile vor der Verlegung gereinigt und desinfiziert werden. Zur Vermeidung von Beschädigungen, Qualitätsverlusten und Verunreinigungen der Rohrleitungsteile müssen die Herstellerhinweise und -anweisungen unbedingt eingehalten werden.

9.1.4 Unfallverhütung und Sicherheitsvorkehrungen

9.1.4.1 Allgemeine Anforderungen

Eine persönliche Schutzausrüstung muss zur Verfügung gestellt werden.

Das Personal muss über die geltenden Unfallverhütungsvorschriften unterrichtet werden.

Um im Falle eines Unfalls sofort geeignete Maßnahmen ergreifen zu können, müssen die Baustellen mit entsprechenden Meldeeinrichtungen und sonstiger Notfallausrüstung ausgestattet werden.

Der Zustand und die Zuverlässigkeit der zur Verfügung stehenden Sicherheitseinrichtungen einschließlich Materialien und Hilfsmitteln müssen regelmäßig geprüft werden. Fehlerhafte Ausrüstungen müssen ausgetauscht werden.

Vor Baubeginn müssen Informationen (z. B. Pläne) über sämtliche Anlagen anderer Betreiber eingeholt werden. Sicherheitsmaßnahmen müssen nach Erfordernis getroffen werden.

9.1.4.2 Vorkehrungen bei der Bauausführung

Aufgrabungen müssen durch geeignete Maßnahmen so gesichert werden, dass jede Gefährdung des beschäftigten Personals, anderer Personen, jeglichen fremden Eigentums und des Verkehrs vermieden wird (z. B. durch Verkehrssicherungsmaßnahmen, Fußgängerbrücken, Lichtanlagen).

Der Verbau von Aufgrabungen, einschließlich der Rohrgräben, muss so ausgeführt werden, dass sichere Arbeitsbedingungen gegeben sind. Einstiegsleitern müssen bei Bedarf vorgehalten und bei Gebrauch gesichert werden.

Alternative Verlegungsmethoden, z B. grabenlose und schmale Graben-Technologie, müssen hinsichtlich Sicherheits-, Umwelt- und wirtschaftlicher Gründe in Betracht gezogen werden.

Der Baubetrieb darf keine Beschädigungen an bestehenden Anlagen verursachen.

Die Lagerung, der Transport und die Verlegung/Montage von Rohren, Rohrleitungsteilen und Materialien müssen so vorgenommen werden, dass dadurch keine Gefährdung des beschäftigten Personals, anderer Personen oder jeglichen fremden Eigentums entsteht (z. B. Tragen von Schutzkleidung und Benutzen besonderer Ausrüstung beim Schneiden, Schweißen und bei anderen Arten der Materialbearbeitung usw., siehe **4.1.1**).

9.2 Rohrgräben

9.2.1 Bau von Rohrgräben, Arbeitsraum

Die Abmessung des Arbeitsraums und das Bauverfahren müssen eine bestimmungsgemäße Verlegung der Rohrleitungsteile sowie die Einbringung des Verfüllmaterials ermöglichen. Die Abmessungen des Rohrgrabens und die in der Planung angenommenen Bauverfahren müssen bei der Ausführung der Arbeiten eingehalten werden, sofern mit dem Planer nichts anderes vereinbart wird.

Vor der Verlegung der Rohre muss der Rohrgraben gegebenenfalls auf korrekte Tiefe, Gefälle, Breite und auf die Beschaffenheit der Grabensohle hin untersucht werden.

9.2.2 Überdeckungshöhe

Die für jede Rohrleitung erforderliche Mindestüberdeckungshöhe wird in Übereinstimmung mit **4.1.1** festgelegt, der Temperatur, Ökologie, Rohrwerkstoff, andere Versorgungseinrichtungen und Belastungsbedingungen berücksichtigt. Die maximale Tiefe darf angegeben werden.

Der Rohrgraben muss so gestaltet und ausgehoben werden, dass die Rohre in frostfreier Tiefe über dem Entwässerungsnetz liegen. Je nach den klimatischen Bedingungen ist die Tiefe der Temperaturdurchdringung bei lang anhaltenden Hitzewellen ein zusätzlicher oder sogar wichtiger Gesichtspunkt. Wenn eine ausreichende Tiefe nicht möglich ist, muss ein alternativer Frostschutz gegen extreme Umgebungstemperaturen vorgesehen werden. Die Überdeckungshöhe muss der Planung entsprechen, es sei denn, die Abweichung wird mit dem Planer vereinbart.

9.2.3 Bettung

Die Bettung muss so vorgenommen werden, dass die Rohre auf ihrer gesamten Länge satt aufliegen. Wenn nötig, müssen für die Verbindungen gesonderte Vertiefungen in der unteren Bettung vorgenommen werden.

Wenn die Grabensohle für die Bettung des Rohrs geeignet ist, wird die Grabensohle zur unteren Bettung, falls der Planer nichts anderes vorgesehen hat. Die Grabensohle muss entsprechend dem Längsprofil ausgebildet und erforderlichenfalls verdichtet werden.

Wenn die Grabensohle für die Bettung der Rohrleitung für einen speziellen Rohrtyp nicht geeignet ist (z. B. Steine, Fels, nicht tragfähiger oder gelöster Boden), so muss entsprechend dem Werkstoff des Rohrs und seiner Außenbeschichtung der Graben tiefer ausgehoben werden. Der Mehraushub muss durch geeignetes Material ersetzt werden, welches entsprechend dem Längsprofil zu planieren und zu verdichten ist (siehe **9.6.2**).

Besondere Maßnahmen für die Bettung müssen bei nicht tragfähigen Böden ergriffen werden.

Allen vom Planer festgelegten besonderen Anforderungen muss entsprochen werden.

9.3 Verlegung von Rohrleitungsteilen

9.3.1 Abstand zu unterirdischen Anlagen

Der horizontale Abstand zu unterirdischen Gründungen und ähnlichen Anlagen darf unter üblichen Umständen nicht weniger als 0,40 m betragen.

Besteht zu anderen Rohrleitungen oder Kabeln eine seitliche Annäherung oder laufen diese parallel, so darf der horizontale Abstand üblicherweise nicht geringer als 0,40 m sein. An Engstellen muss der Abstand wenigstens 0,20 m betragen, es sei denn, auch dieser Mindestabstand kann nicht eingehalten werden. In jedem Fall müssen geeignete Maßnahmen zur Vermeidung eines direkten Kontakts ergriffen werden. Diese müssen mit den jeweiligen Betreibern abgestimmt werden.

Im Falle von thermischen oder anderen Einflüssen durch andere Infrastrukturen (z. B. Leitungen eines lokalen Heiz-/Kühlnetzes) müssen die Mindestabstände angepasst werden.

Bei Querungen von Kabeln und Rohrleitungen muss ein Mindestabstand von 0,20 m eingehalten werden. Ist dies nicht möglich, so müssen Maßnahmen zur Vermeidung von direkten Kontakten ergriffen werden. Die Möglichkeit einer Kraftübertragung durch direkten Kontakt muss ausgeschlossen werden. Diese müssen mit den jeweiligen Betreibern abgestimmt werden.

Es muss darauf geachtet werden, dass die Standsicherheit anderer Anlagen durch die Aushubarbeiten nicht beeinträchtigt wird.

Allen vom Planer festgelegten besonderen Anforderungen muss entsprochen werden.

9.3.2 Schutz von Rohrleitungen gegen Verunreinigungen

Während der Verlegung müssen die Rohrleitungen gegen innere Verunreinigungen geschützt werden. Die Rohrleitungen müssen innen sauber gehalten werden. Bei Arbeitsunterbrechungen oder bei Arbeitsende müssen sämtliche Öffnungen sicher verschlossen werden.

9.3.3 Einbau von Armaturen, Formstücken und anderen Rohrleitungsteilen

Der Einbau darf nicht zu unzulässigen Spannungen innerhalb des Rohrleitungssystems führen.

Es müssen Maßnahmen zur Aufnahme der vorhersehbaren inneren und äußeren Kräfte getroffen werden. Wo erforderlich, müssen freie Kräfte durch geeignete bauliche Vorkehrungen abgefangen werden. Allen vom Planer festgelegten besonderen Anforderungen muss entsprochen werden.

Wenn Rohrleitungsteile aus einem besonderen Werkstoff eine teilweise oder volle Betonummantelung benötigen, muss dies in der Produktnorm festgelegt werden. Die Dimensionierung und die Art der Betonummantelung müssen so ausgeführt werden, dass sie den zu erwartenden Belastungen, die auf das Rohr wirken, standhalten. Dies kann die Verwendung von Stahlbeton erforderlich machen. Es müssen Maßnahmen zur Aufnahme der Kräfte vorgesehen werden.

9.3.4 Verbindung mit Bauwerken

Anschlüsse an Bauwerke (z. B. Schächte, Gebäude) müssen so ausgeführt werden, dass keine unzulässigen Spannungen auf das Rohr oder das Bauwerk übertragen werden.

Geeignete Maßnahmen für diesen Zweck sind z. B. gelenkige Rohrverbindungen oder bewegliche Mauerdurchführungen.

Wenn Rohre in Bauwerke wie Widerlager oder Schächte einmünden oder durch sie hindurchgehen oder in Beton eingebettet sind, muss geprüft werden, ob die Rohrleitung an beiden Seiten des Bauwerkes beweglich sein muss. Falls notwendig, muss dies durch bewegliche Rohrverbindungen auf beiden Seiten des Bauwerkes oder aber durch eine andere vom Planer festzulegende Lösung erreicht werden. Es muss auch auf eine entsprechende Verdichtung des Bettungsmaterials unmittelbar am Bauwerk geachtet werden, insbesondere wenn der Aushub tiefer als die Rohrsohle erfolgte. In besonderen Fällen muss überlegt werden, Füllbeton (z. B. Beton mit geringem Zementanteil) unter dem eigentlichen Bettungsmaterial einzubringen.

9.3.5 Sicherung gegen Aufschwimmen

Falls erforderlich, müssen Vorkehrungen zur Vermeidung des Aufschwimmens getroffen werden. Diese dürfen keine unzulässigen Spannungen in den Rohren verursachen.

9.4 Rohrverbindungen

9.4.1 Allgemeine Anforderungen

Rohrleitungsteile müssen so miteinander verbunden werden, dass die Rohrleitung dicht ist und sowohl den statischen als auch den dynamischen Beanspruchungen standhält. Rohrverbindungen und Rohrleitungsteile müssen in Übereinstimmung mit den Verlegeanweisungen des Herstellers verlegt werden (siehe auch 4.1.1).

9.4.2 Nicht längskraftschlüssige Verbindungen

Rohrleitungen mit nicht längskraftschlüssigen Verbindungen müssen sicher an Rohrenden, T-Stücken, Bogen und Armaturen so verankert werden, dass die Kräfte aus dem Innendruck aufgenommen werden. Verankerungen und Widerlager müssen so geplant werden, dass sie die Kräfte aus dem Innendruck einschließlich der Kräfte bei Druckprüfung und der dynamischen Kräfte sowie aus dem zulässigen Auflagerdruck des umgebenden Bodens aufnehmen (siehe 7.4.5). Betonwiderlager müssen so ausgebildet werden, dass die Rohrverbindung frei bleibt.

9.4.3 Längskraftschlüssige Rohrverbindungen

Längskraftschlüssige Rohrverbindungen müssen in Übereinstimmung mit den Verlegeanweisungen des Herstellers verlegt werden.

9.4.4 Geschweißte Rohrverbindungen

Das Schweißen darf nur von qualifiziertem und Fachpersonal durchgeführt werden.

Alle Schweißarbeiten müssen unter Verwendung von Schweißausrüstungen und -verfahren, die vom Rohr- und Formstückhersteller genehmigt werden, ausgeführt werden.

9.4.5 Gleitmittel für Rohrverbindungen

Alle Gleitmittel, die mit Trinkwasser für den menschlichen Gebrauch in Berührung kommen können, dürfen keine nachteiligen Auswirkungen auf die Wasserqualität haben (siehe 4.1.2).

9.5 Schutz gegen Korrosion und Verunreinigungen

9.5.1 Äußerer Schutz

9.5.1.1 Allgemeine Anforderungen

Reparaturen und Ergänzungen an fehlerhaften Stellen der Rohrumhüllung sowie an Rohrverbindungen müssen in der vom Planer vorgeschriebenen Weise und in Übereinstimmung mit der Produktnorm und den Anweisungen des Herstellers ausgeführt werden. Die Materialien und das anzuwendende Verfahren müssen auf die vorhandene Umhüllung und den erforderlichen Außenschutz abgestimmt werden, z. B. Kunststoff-Folienumhüllung, Bitumenbeschichtung, Umwicklung mit Kunststoffband, Korrosionsschutzbinden, Schrumpfschläuche oder vorgeformte Hüllen zum Aufschrumpfen.

Sämtliche ungeschützten Rohrleitungsteile müssen nach ihrer Reinigung, Entrostung und Trocknung geschützt werden, z. B. mit Kunststoffbinden, Bitumenbinden, durch Eingießen in schützende Werkstoffe oder durch vorgeformte aufzuschrumpfende Umhüllungen und Bänder.

Wenn die Rohre eine Kunststoffumhüllung oder eine lose Umhüllung aus Kunststoff-Folie aufweisen, muss jeglicher Kontakt mit großen scharfkantigen Steinen, schiefrigem Gestein, Kieselgestein oder sonstigen schädigenden Stoffen vermieden werden. Ebenso muss eine nicht annehmbare Wärmeeinwirkung, wie etwa durch Fernwärmeleitungen, ausgeschlossen werden.

9.5.1.2 Inspektion und Prüfung von äußeren Korrosionsschutzumhüllungen

Wenn eine Prüfung durch den Planer vorgeschrieben ist oder wenn Rohrleitungsteile aus metallenen Werkstoffen mit einer elektrisch nichtleitenden Umhüllung eingebaut werden und ein kathodischer Korrosionsschutz des Systems vorgesehen ist, muss die Umhüllung mit einer elektrischen Prüfeinrichtung geprüft und, wenn erforderlich, sorgfältig ausgebessert oder verworfen werden.

Nach der Sichtprüfung muss die Vollständigkeit und Widerstandsfähigkeit der Umhüllung von kathodisch geschützten Leitungssystemen vor der Verfüllung mit einem Funkenprüfgerät oder einem vergleichbaren Gerät geprüft werden.

Die Prüfspannung muss vom Planer je nach Art und Dicke des Umhüllungsmaterials festgelegt werden.

Alle ermittelten Fehler müssen mit Verfahren, die auf die ursprüngliche Umhüllung abgestimmt sind, behoben werden, und der instandgesetzte Bereich muss anschließend neu geprüft werden.

9.5.2 Innenschutz

Sämtliche Schäden an Innenbeschichtungen oder Auskleidungen müssen entsprechend den Anweisungen des Herstellers repariert werden. Wenn vom Planer festgelegt, muss die Innenbeschichtung oder Auskleidung im Bereich der Rohrverbindung in Übereinstimmung mit den Entwurfsvorgaben ausgeführt werden (siehe 4.1.2).

9.6 Bettung und Hauptverfüllung

9.6.1 Allgemeines

Die Lastverteilung am und die Spannungsverteilung im Rohr sowie die Verformung sind weitgehend durch die Ausführung der Bettung und der übrigen Leitungszone bestimmt. Die Leitungszone muss den Anforderungen entsprechen, die durch den Planer festgelegt werden.

9.6.2 Ausgewähltes Material für die Leitungszone

Das Material für die Leitungszone (anstehender Boden oder Austauschmaterial einschließlich Recycling-, Sediment- oder zerkleinerten Gesteins und zementgebundener Materialien usw.) muss folgende Eigenschaften haben:

- es muss ausreichende Festigkeit aufweisen, damit die Rohrleitung während und nach der Verlegung in der korrekten Position verbleibt und das verlegte Rohr den äußeren und inneren Kräften standhalten kann;
- es darf keine Korrosion, keine Beschädigung oder Beeinträchtigung der mechanischen Eigenschaften der Rohre und Rohrleitungsteile sowie ihrer Beschichtung verursachen;
- es muss chemisch beständig sein und darf keine schädliche Reaktion in Verbindung mit Boden oder Grundwasser verursachen;
- es muss auf das erforderliche Maß verdichtbar sein; und
- es darf ohne Zustimmung des Planers keinen gefrorenen Boden, organisches Material, große Steine, Felsbrocken, Schutt, Wurzeln und ähnliche größere Bestandteile enthalten.

Wenn der natürliche Boden feinkörnig ist, wie Ton, Schluff oder Sand, und wenn die Leitungszone ganz oder teilweise unterhalb des Grundwasserspiegels liegt, müssen alle Materialien für die Leitungszone so ausgewählt werden, dass keine Feinteile aus der Grabensohle oder der Rohrgrabenwand einwandern können. Umgekehrt muss die Möglichkeit der Auswanderung von Feinteilen aus der Leitungszone in den angrenzenden natürlichen Boden durch die Auswahl von Material mit geeigneter Körnung minimiert werden. In einigen Fällen kann der Einsatz eines Filtervlieses die geeignete Lösung darstellen.

9.6.3 Herstellen der Leitungszone

Unter Bezugnahme auf Bild 3 a) und Bild 3 b) in 3.5 muss die Leitungszone aus der unteren Bettungsschicht, der oberen Bettungsschicht, der Seitenverfüllung und der Abdeckung (zusätzlich zu einer Geotextilmembran, die als Umhüllung dient, falls erforderlich) bestehen, sofern vom Planer festgelegt.

In jedem Fall muss das Herstellen der Leitungszone durch lagenweises Einbringen von geeigneten Materialien, wie festgelegt, erfolgen. Für jedes Rohrmaterial muss die Größe, die Qualität und der Verdichtungsgrad der Leitungszone mindestens die minimale Stützwirkung, die aufgrund der statischen Berechnung erforderlich ist, sicherstellen. Dies muss unter Berücksichtigung der Beschaffenheit des gewachsenen Bodens und der zulässigen Setzungen erfolgen. Besondere Beachtung muss der Verdichtung des Bettungsmaterials im Bereich der Rohrzwickel geschenkt werden.

Es muss darauf geachtet werden, dass die Hohlräume, die durch das Zurückziehen einer vorübergehenden Rohrgrabensicherung entstehen, verfüllt werden, um eine Beschädigung des Rohrs zu vermeiden, es sei denn, die Auswirkungen dieser Hohlräume wurden bei der Planung berücksichtigt.

Wenn eine besondere Verdichtung des Materials in der Leitungszone festgelegt ist, muss über die gesamte Rohrgrabensbreite verdichtet werden. Die Entfernung der vorübergehenden Rohrgrabensicherung muss wie vom Planer festgelegt erfolgen.

9.6.4 Herstellen der Hauptverfüllung

Die Hauptverfüllung und die endgültige Wiederherstellung der Oberfläche des Rohrgrabens muss in Übereinstimmung mit den entsprechenden Vorschriften erfolgen.

Wenn festgelegt, müssen Markierungsbänder in der vorgegebenen Lage für Ortungs-, Warn- und/oder Hinweiszwecke verlegt werden.

9.6.5 Prüfung des Verdichtungsgrads

Wenn der Planer einen bestimmten Verdichtungsgrad festlegt, müssen vor Verlegen der Rohrleitung Vorprüfungen durchgeführt werden, um nachzuweisen, dass der erforderliche Verdichtungsgrad erreicht werden kann. Dies hängt ab z. B. vom Verdichtungsverfahren, der einzubauenden Bodenart und Zustand, der maschinellen Ausrüstung, der Zahl der Übergänge je Schicht und der Dicke der Schichten.

Wenn der Planer ein Prüfverfahren zur Kontrolle des Verdichtungsgrads im Rohrgraben angibt, müssen die festgelegten Prüfungen durchgeführt werden. Die Bewertung der Prüfergebnisse und der Abnahmekriterien erfolgt nach den Vorgaben des Planers.

Wenn die Prüfergebnisse nicht mit den Festlegungen übereinstimmen, muss die entsprechende Schicht wieder freigelegt werden, und danach müssen die betroffenen Lagen der Leitungszone und der Hauptverfüllung sorgfältig wiederhergestellt werden.

9.6.6 Bestimmung der Ovalität von flexiblen Rohren nach der Verlegung

Wenn der Planer eine Höchstovalität von flexiblen Rohren nach der Verlegung festlegt, muss dies auf der gesamten Rohrlänge an bestimmten Querschnitten nach abgeschlossener Verfüllung geprüft werden. Das Messverfahren muss durch den Planer festgelegt werden. Die Verformung darf an keiner Stelle den festgelegten Wert überschreiten. Wenn vom Planer nicht anders bestimmt, müssen Rohre mit unzulässiger Verformung freigelegt, die Ursache dafür festgestellt und vor Wiederherstellung der Leitungszone und Hauptverfüllung beseitigt werden.

9.7 Aufzeichnungen über Prüfungen während der Verlegung

Die Ergebnisse der Prüfungen, die während der Verlegung vorgenommen wurden, müssen aufgezeichnet und für den angegebenen Zeitraum aufbewahrt werden.

10 Prüfung von Rohrleitungen

10.1 Allgemeines

Jede Rohrleitung muss nach der Verlegung einer Wasserdruckprüfung unterzogen werden, um die Dichtheit bzw. ordnungsgemäße Ausführung der Rohre, Formstücke, Verbindungen und weiterer Rohrleitungsteile sowie Widerlager sicherzustellen.

Der Planer muss das zu verwendende Verfahren und die Kriterien für das Bestehen/Nichtbestehen festlegen.

Der Planer darf ein Verfahren nach **A.23** (für nicht-viskoelastische Materialien wie Metall, Beton oder glasfaserverstärkte Kunststoffe) oder **A.24** (für viskoelastische Materialien wie PE und PVC) vorschlagen, wenn

detailliertere und spezifischere nationale Normen oder Leitlinien nach **4.1.1** nicht verfügbar sind. Bevor der Planer ein Verfahren nach **A.23** oder **A.24** vorschlägt, muss er prüfen, ob untypische Aspekte oder Besonderheiten, die nicht von **A.23** oder **A.24** abgedeckt werden, berücksichtigt werden müssen.

ANMERKUNG Da sich nicht-viskoelastische Rohrleitungen in verschiedenen Eigenschaften von viskoelastischen Rohrleitungen unterscheiden, enthält **A.23** mehr Details als **A.24**.

Andere Testmedien als Trinkwasser (und gegebenenfalls Desinfektionsmittel) dürfen aus den folgenden Gründen nicht verwendet werden.

- Unter Druck stehende gasförmige Testmedien (Luft, Stickstoff usw.) bergen ernsthafte Sicherheitsrisiken für Personen und Gegenstände in der Nähe der Prüfabschnitte.
- Pumpen, die zur Druckbeaufschlagung verwendet werden, können Rückstände im Prüfabschnitt verursachen, die die Wasserqualität nach der Inbetriebnahme beeinträchtigen,

10.2 Sicherheitsvorkehrungen

10.2.1 Sicherheitsausrüstung und Bekleidung

Vor Beginn der Prüfungen muss überprüft werden, ob die geeignete Sicherheitsausrüstung verwendet wird und das Personal über die entsprechende Sicherheitskleidung verfügt.

10.2.2 Rohrgräben

Die Rohrgräben müssen auch nach der Verlegung bis zum Abschluss der Wiederherstellungsarbeiten ausreichend gesichert belassen werden. Arbeiten in den Rohrgräben, die nicht im Zusammenhang mit der Druckprüfung stehen, sind während der Druckprüfung nicht erlaubt.

10.2.3 Füllen und Prüfen

Es muss darauf geachtet werden, die Rohrleitungen bei geöffneten Luftventilen und ausreichender Entlüftung langsam vom tiefstmöglichen Punkt aus mit Trinkwasser zu füllen, um zu vermeiden, dass Luft unter Druck steht und Energie speichert.

Falls erforderlich, muss ein Desinfektionsmittel hinzugefügt werden.

Vor Durchführung der Druckprüfung muss sichergestellt werden, dass die Prüfausrüstung kalibriert, betriebsbereit und bestimmungsgemäß mit der Rohrleitung verbunden ist. Die Druckprüfung muss bei geschlossenen Belüftungsvorrichtungen und mit geöffneten Armaturen durchgeführt werden.

Während der gesamten Prüfung sollte die geplante Abfolge die Frostbedingungen über Nacht oder die übermäßige Erwärmung während des Tages berücksichtigen, und jede Änderung des Verfahrensablaufs muss überwacht werden, um eine Gefährdung des Personals zu vermeiden. Das Personal muss über die Auswirkung der auftretenden Kräfte auf vorübergehend eingebaute Formstücke und Abstützungen und die Folgen im Falle eines Versagens unterrichtet werden.

10.3 Druckprüfung

10.3.1 Vorbereitungen

10.3.1.1 Verfüllung und Verankerung

Falls erforderlich, müssen die Rohre vor der Druckprüfung so abgedeckt werden (z. B. mit Verfüllmaterial), dass Lageänderungen, die für die Integrität der Rohrleitung kritisch sein können, vermieden und der Einfluss von Temperaturschwankungen minimiert werden. Dort, wo die Verbindungen unbedeckt bleiben, kann ihre Dichtheit und Integrität festgestellt werden. Es können jedoch zu große Temperaturschwankungen auftreten, so dass die Verfüllung über Verbindungen entsprechend berücksichtigt werden muss. Widerlager und Veran-

kerungen müssen so angebracht werden, dass sie auch den Kräften aus dem Prüfdruck standhalten. Widerlager aus Beton müssen vor Prüfbeginn ausreichende Festigkeit besitzen.

Es muss darauf geachtet werden, dass Rohrabschlussteile und andere vorübergehend eingebaute Abschlussformstücke ausreichend abgestützt sind und die Belastung entsprechend der zulässigen Bodenpressung verteilt ist. Vorübergehend eingebaute Abstützungen oder Verankerungen an den Enden der Prüfabschnitte dürfen vor Druckentlastung der Rohrleitungen nicht entfernt werden.

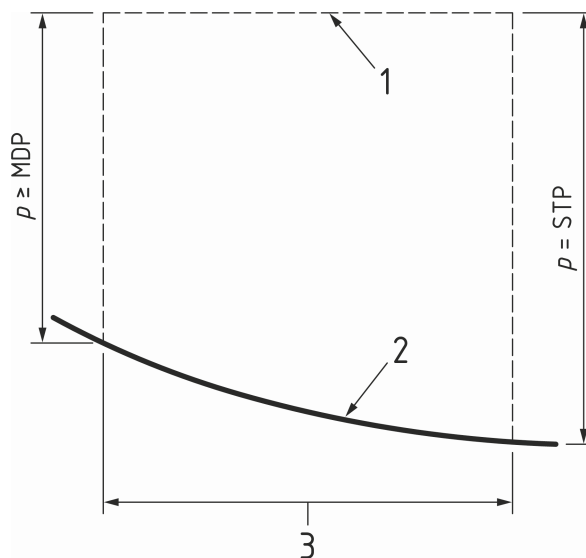
10.3.1.2 Festlegen und Füllen der Prüfabschnitte

Die Rohrleitung muss im Ganzen oder, falls notwendig, in Abschnitte unterteilt geprüft werden.

Die Prüfabschnitte sollten nicht länger als 3 km sein bzw. zu große Volumina aufweisen, da dies zu unüberschaubaren Problemen bei der Prüfung führen kann (z. B. das Auffinden von Lecks, die Bereitstellung von Prüfwasser und dessen Entsorgung).

Die Prüfabschnitte müssen so festgelegt werden, dass:

- der Systemprüfdruck (STP) am niedrigsten Punkt jedes Prüfabschnitts erreicht und nicht überschritten wird (siehe Bild 4);
- am höchsten Punkt jedes Prüfabschnitts ein Druck von mindestens dem höchsten Systembetriebsdruck (MDP) erreicht werden kann, sofern der Planer nichts anderes festgelegt hat, siehe Bild 4;
- das für die Prüfung erforderliche Wasser problemlos bereitgestellt und entnommen werden kann; und
- der Einfluss von Temperaturschwankungen an den exponierten Stellen der Rohre und Verbindungen möglichst gering ist.



Legende

- 1 hydrostatische Leitung des Prüfabschnitts
- 2 Rohrleitung
- 3 Prüfabschnitt

Bild 4 — Maximale Höhendifferenz zwischen MDP und STP

Jede Art von Schutt und Fremdkörpern muss vor dem Füllen und Prüfen aus der Rohrleitung entfernt werden. Der Prüfabschnitt muss mit Wasser gefüllt werden. Wenn vom Planer nicht anders festgelegt, muss bei Trinkwasserleitungen für die Druckprüfung Trinkwasser verwendet werden.

Die Rohrleitung muss so gut wie möglich entlüftet werden. Die Rohrleitung muss, möglichst vom Tiefpunkt aus, so gefüllt werden, dass ein Rücksaugen verhindert wird und die Luft an entsprechend dimensionierten Entlüftungsvorrichtungen entweichen kann.

10.3.2 Prüfdruck

Für alle Rohrleitungen muss, ausgehend vom höchsten Systembetriebsdruck (MDP), der Systemprüfdruck (STP) vom Planer wie in Gleichung (5) und Gleichung (6) dargestellt, berechnet werden:

- bei Berechnung des Druckstoßes:

$$\text{STP} = \text{MDPc} + 100 \text{ kPa} \quad (5)$$

- wenn der Druckstoß nicht berechnet wird:

$$\left. \begin{array}{l} \text{STP} = \text{MDPa} \times 1,5 \\ \text{oder STP} = \text{MDPa} + 500 \text{ kPa} \end{array} \right\} \text{Es gilt der jeweils niedrigste Wert.} \quad (6)$$

Dabei gilt (nach 3.1.5), dass:

- der MDP als MDPa bezeichnet wird, wenn für den Druckstoß ein bestimmter Wert angenommen wird;
- der MDP als MDPc bezeichnet wird, wenn der Druckstoß berechnet wird.

Für alle Rohrleitungen muss die Prüfung mit dem Systemprüfdruck (STP) nach den Anforderungen in Tabelle 1 durchgeführt werden, wobei sichergestellt wird, dass der maximale Prüfdruck in keinem der am niedrigsten bewerteten Rohrleitungsteile in der Rohrleitung oder im Prüfabschnitt $1,5 \times \text{PFA}$ überschreitet.

Der in MDPa enthaltene Wert für Druckstöße darf nicht kleiner als 200 kPa sein.

Die Druckstoßberechnung muss nach geeigneten Verfahren unter Anwendung der zutreffenden Grundgleichungen und entsprechend den Annahmen des Planers durchgeführt werden. Hierbei müssen die ungünstigsten Betriebsbedingungen zu Grunde gelegt werden.

10.3.3 Installationspunkt für Messgeräte

Üblicherweise müssen die Messgeräte am niedrigsten Punkt des Prüfabschnitts angeschlossen werden.

Können die Messgeräte nicht am niedrigsten Punkt des Prüfabschnitts angeschlossen werden, ergibt sich der Druck für die Druckprüfung aus dem Systemprüfdruck, errechnet für den niedrigsten Punkt der Prüfabschnitt minus der Höhendifferenz.

10.3.4 Prüfung bei Betriebsdruck durch Sichtprüfung

In besonderen Fällen dürfen mit Zustimmung des Wasserversorgungsunternehmens kurze Rohrleitungsabschnitte oder Hausanschlussleitungen durch ausschließliche Sichtprüfung mit dem Betriebsdruck der Rohrleitung als Systemprüfdruck geprüft werden (siehe 10.4.7 für unvermeidbare Fälle und 11.2.1 für entsprechende Grenzwerte oder bei Verwendung eines Ringbundrohres ohne Verbindungen zwischen den Enden).

10.4 Druckprüfverfahren

10.4.1 Allgemeine Anforderungen

Für alle Rohrarten und Werkstoffe dürfen verschiedene bewährte Druckprüfverfahren angewandt werden. Das Prüfverfahren muss vom Planer bestimmt und in drei Schritten ausgeführt werden:

- 1) Vorprüfung;
- 2) Druckabfallprüfung, siehe **10.4.3** für Alternativen; und
- 3) Hauptdruckprüfung.

Die Einzelheiten der notwendigen Schritte müssen vom Planer bestimmt werden.

10.4.2 Vorprüfung

Die Vorprüfung dient zur:

- Stabilisierung des zur Prüfung anstehenden Rohrleitungsabschnitts nach weitestgehendem Abklingen der anfänglichen Setzungen;
- ausreichenden Wassersättigung bei Verwendung von wasseraufnehmenden Rohrwerkstoffen und Auskleidungen; und
- Vorwegnahme der druckabhängigen Zunahme des Volumens von flexiblen Rohren vor der Hauptprüfung.

Die Rohrleitung muss in geeignete Prüfabschnitte unterteilt, vollständig mit Wasser gefüllt und entlüftet werden, und der Druck muss mindestens bis zum höchsten Systembetriebsdruck (MDP) am höchsten Punkt, sofern vom Planer nicht anders festgelegt, und bis zum Systemprüfdruck (STP) am niedrigsten Punkt erhöht werden, siehe **10.3.1.2**. Es muss darauf geachtet werden, dass der Pumpendruck am Eingang der Rohrleitung den STP nicht übersteigt.

Wenn unzulässige Lageveränderungen eines Rohrleitungsteils oder Undichtheiten auftreten, muss die Rohrleitung entspannt und die Ursache behoben werden.

Die Dauer und der Druck der Vorprüfung ist abhängig vom Rohrwerkstoff und der Auskleidung und muss vom Planer unter Berücksichtigung der entsprechenden Produktnormen festgelegt werden.

10.4.3 Druckabfallprüfung

Luft im Prüfabschnitt der Rohrleitung kann fälschlicherweise auf ein Leck hinweisen oder in manchen Fällen ein kleines Leck verdecken, so dass das Vorhandensein von Luft die Genauigkeit der Hauptdruckprüfung verringert. Übermäßige Luftmengen in der Rohrleitung können während der Druckprüfung ebenfalls ein Sicherheitsrisiko darstellen. Daher sollte eine Druckabfallprüfung durchgeführt werden, um festzustellen, ob der Luftgehalt zu hoch ist.

Die Druckabfallprüfung ermöglicht die Bestimmung des im Prüfabschnitt verbliebenen Luftvolumens. Die Molchtechnik kann ein Mittel sein, um die Luft vor der Druckprüfung zu entfernen.

Der Planer muss die Kriterien für das Bestehen/Nichtbestehen der Druckabfallprüfung festlegen.

Der Planer darf beschließen, die Druckabfallprüfung zu überspringen, wenn die ausreichende Entlüftung auf andere Weise durch das Verfahren (siehe **10.1**, unter Berücksichtigung einer angemessenen Befüllung) und die Konstruktion sicher festgestellt werden kann, z B. wenn der Prüfabschnitt über Folgendes verfügt:

- ausreichende Gefälle (≥ 2 mm/m);
- Belüftungsvorrichtungen an allen hohen Punkten; und
- keine Komponenten, die dazu neigen, Luftpolster zu halten.

10.4.4 Hauptdruckprüfung

10.4.4.1 Allgemeine Anforderungen

Mit der Hauptdruckprüfung darf erst begonnen werden, wenn die Vorprüfung und die Druckabfallprüfung erfolgreich abgeschlossen sind.

Einflüsse von Temperaturänderungen während der Druckprüfung müssen berücksichtigt werden. Es gibt zwei grundlegende Prüfverfahren:

- Druckverlustverfahren;
- Wasserverlustverfahren.

10.4.4.2 Druckverlustverfahren

Der Druckverlust Δp und seine Entwicklung geben Aufschluss über eventuelle Leckagen und die Wasserdichtigkeit.

Die Dauer der Druckverlustprüfung beträgt 1 h oder länger, es sei denn, der Planer hat eine andere Zeitspanne festgelegt. Während der Hauptdruckprüfung muss der Druckverlust Δp eine abnehmende Tendenz zeigen und darf am Ende der ersten Stunde folgende Werte nicht überschreiten:

- 20 kPa bei Rohren wie duktilen Gussrohren mit oder ohne Zementmörtelauskleidung, Stahlrohren mit oder ohne Zementmörtelauskleidung, Blechmantelrohren, Kunststoffrohren;
- 40 kPa bei nicht kreisförmigen Betonrohren.

10.4.4.3 Wasserverlustverfahren

Es können zwei gleichwertige Verfahren zur Messung des Wasserverlusts verwendet werden:

- a) Messung der abgelassenen Wassermenge;
- b) Messung der nachgepumpten Wassermenge.

Der Planer muss das Verfahren festlegen.

10.4.5 Druckentlastung

Die Rohrleitungen müssen langsam entspannt und bei geöffneten Belüftungseinrichtungen entleert werden, um negativen Überdruck und einen Zusammenbruch der Rohrleitungen zu vermeiden.

10.4.6 Auswertung der Prüfung

Überschreitet ein Druck- oder Wasserverlust die festgelegten Grenzwerte oder werden Fehler festgestellt, muss der Prüfabschnitt untersucht und bei Bedarf instandgesetzt werden. Die Prüfung muss wiederholt werden, bis jeglicher Verlust dem festgelegten Wert entspricht.

10.4.7 Abschließende Prüfung des Rohrleitungssystems

Wenn eine Rohrleitungsstrecke für die Druckprüfung in zwei oder mehr Prüfabschnitte unterteilt worden ist und alle Abschnitte die Druckprüfung bestanden haben, muss die gesamte Leitung mindestens 2 h mit dem Betriebsdruck beaufschlagt werden. Jedes zusätzliche Rohrleitungsteil, das nach der Druckprüfung der angrenzenden Abschnitte eingebaut wurde, muss mit einer Sichtprüfung auf Undichtheiten und Lageveränderungen untersucht werden (siehe auch 10.3.4).