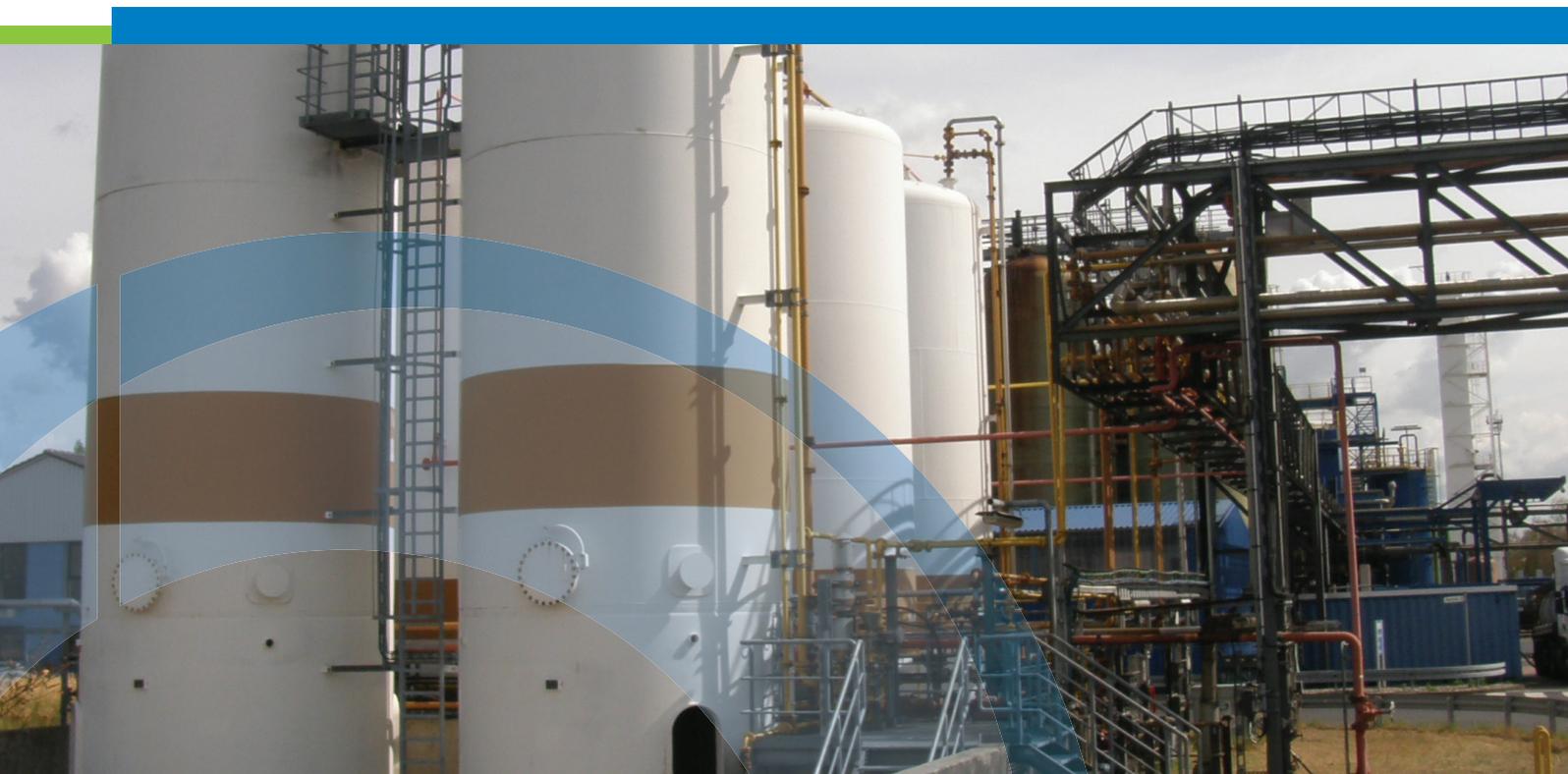


DWA-Kommentar

zum Arbeitsblatt **DWA-A 780-1 (TRwS 780-1)**

Technische Regel wassergefährdender Stoffe (TRwS)
– Oberirdische Rohrleitungen –
Teil 1: Rohrleitungen aus metallischen Werkstoffen

November 2018



Dr.-Ing. Axel Nacken, Dipl.-Ing. Frank Oswald

DWA-Kommentar

zum Arbeitsblatt DWA-A 780-1 (TRwS 780-1)

Technische Regel wassergefährdender Stoffe (TRwS)
– Oberirdische Rohrleitungen –
Teil 1: Rohrleitungen aus metallischen Werkstoffen

November 2018

Dr.-Ing. Axel Nacken, Dipl.-Ing. Frank Oswald

Die Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA) setzt sich intensiv für die Entwicklung einer sicheren und nachhaltigen Wasser- und Abfallwirtschaft ein. Als politisch und wirtschaftlich unabhängige Organisation arbeitet sie fachlich auf den Gebieten Wasserwirtschaft, Abwasser, Abfall und Bodenschutz.

In Europa ist die DWA die mitgliederstärkste Vereinigung auf diesem Gebiet und nimmt durch ihre fachliche Kompetenz bezüglich Regelsetzung, Bildung und Information sowohl der Fachleute als auch der Öffentlichkeit eine besondere Stellung ein. Die rund 14 000 Mitglieder repräsentieren die Fachleute und Führungskräfte aus Kommunen, Hochschulen, Ingenieurbüros, Behörden und Unternehmen.

Impressum

Deutsche Vereinigung für
Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA)
Theodor-Heuss-Allee 17
53773 Hennef, Deutschland
Tel.: +49 2242 872-333
Fax: +49 2242 872-100
E-Mail: info@dwa.de
Internet: www.dwa.de

Titelbild:

Copyright INOVYN Deutschland GmbH

© DWA, 1. Auflage, Hennef 2018

Satz:

Christiane Krieg, DWA

Druck:

druckhaus köthen GmbH & Co KG

ISBN:

978-3-88721-718-1 (Print)

978-3-88721-745-7 (E-Book)

Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier

Alle Rechte, insbesondere die der Übersetzung in andere Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieser Publikation darf ohne schriftliche Genehmigung des Herausgebers in irgendeiner Form – durch Fotokopie, Digitalisierung oder irgendein anderes Verfahren – reproduziert oder in eine von Maschinen, insbesondere von Datenverarbeitungsmaschinen, verwendbare Sprache übertragen werden.

Zum Kommentar

Bei der Bearbeitung von Arbeits- und Merkblättern muss darauf geachtet werden, dass diese kurz aber verständlich abgefasst werden. Erläuterungen und zusätzliche Hintergrundinformationen finden daher in diesen Veröffentlichungen oft keinen Platz. Mit der Reihe der DWA-Kommentare sollen nun die vielen Ideen, Anregungen und Gedanken, die im Rahmen der Bearbeitung der technischen Regeln innerhalb der Arbeitsgruppen und Ausschüsse aufgekomen sind, festgehalten werden.

Häufig sind es gerade die Nebensätze und Einschübe, die auf Handlungsspielräume bzw. Alternativen zu Standardlösungen hinweisen. Dieses aufzuzeigen, ist ebenfalls Ziel der Kommentare. Zur Bearbeitung der Kommentare wurden daher Personen angesprochen, die auch bei der Erstellung der kommentierten Arbeits- bzw. Merkblätter maßgeblich beteiligt waren. Die Kommentare sind nicht Bestandteil des DWA-Regelwerks, sondern stellen die persönliche Meinung der jeweiligen Autoren dar.

Dieser Band wurde von Dr.-Ing. Axel Nacken und Dipl.-Ing. Frank Oswald erstellt. Für die Übernahme der mit diesem Kommentar verbundenen Arbeiten danken wir sehr herzlich.

Der Aufbau der Kommentare ist so gestaltet, dass die jeweils zugrunde gelegten Arbeits- und Merkblätter im Originaltext mit abgedruckt sind. Zur Verdeutlichung wurde der Originaltext grau unterlegt.

Allen Leserinnen und Lesern wünschen wir durch die Nutzung des Kommentars zusätzliche Erkenntnisse, die Ihnen bei Ihrer täglichen Arbeit hilfreich sind.



Dipl.-Ing. Johannes Lohaus
Bundesgeschäftsführer der DWA

Vorwort

Die bundesweit gültige Verordnung für Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV) verlangt in § 21 Absatz 1, dass oberirdische Rohrleitungen zur Fortleitung flüssiger wassergefährdender Stoffe mit Rückhalteeinrichtungen auszurüsten sind, die so bemessen sein müssen, dass sie das bis zum Wirksamwerden geeigneter Sicherheitsmaßnahmen austretende Flüssigkeitsvolumen aufnehmen können. Gemäß § 21 Absatz 1 Satz 3 AwSV können die Anforderungen an Rückhalteeinrichtungen für austretende flüssige wassergefährdende Stoffe auf der Grundlage einer Gefährdungsabschätzung durch Anforderungen organisatorischer oder technischer Art ersetzt werden, wenn sichergestellt ist, dass ein vergleichbares Sicherheitsniveau erreicht wird. Für Rohrleitungen, die flüssige wassergefährdende Stoffe der WGK 1 fortleiten, kann ohne Durchführung einer Gefährdungsabschätzung auf Rückhalteeinrichtungen verzichtet werden, wenn die Flächen, über die die Rohrleitungen führen, aufgrund ihrer Empfindlichkeit und Nutzung keines besonderen Schutzes bedürfen.

Die Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA, ehemals ATV-DVWK) hat im Dezember 2001 die erste Fassung des Arbeitsblatts ATV-DVWK-A 780 (Technische Regel wassergefährdender Stoffe) „Oberirdische Rohrleitungen – Teil 1: Rohrleitungen aus metallischen Werkstoffen“ und „Teil 2: Rohrleitungen aus polymeren Werkstoffen“ herausgegeben. TRwS 780 hatte zur Aufgabe, technische und organisatorische Maßnahmen für oberirdische Rohrleitungen zu konkretisieren, unter deren Einhaltung ein Verzicht auf Rückhalteeinrichtungen möglich ist. Die Anforderungen der TRwS 779, die nicht durch diese TRwS geregelt werden, sind einzuhalten.

Das vorliegende Arbeitsblatt DWA-A 780 (TRwS 780), Teil 1 und Teil 2 ist nunmehr die zweite Fassung. Neben einer Anpassung an die aktuelle Rechtslage, ist TRwS 780 im Hinblick auf neue technische Entwicklungen und praktische Erfahrungen überarbeitet worden. Zudem wurden Festlegungen zu bestehenden Rohrleitungen ergänzt.

Diese Fassung der TRwS 780, Teil 1 und Teil 2, ist auf die Anforderungen der AwSV abgestimmt. Für Rohrleitungen, die im Rahmen dieser TRwS behandelt werden und die die Festlegungen dieser TRwS erfüllen, ist die Gefährdungsabschätzung geführt und ein den Rückhalteeinrichtungen vergleichbares Sicherheitsniveau nachgewiesen. Damit kann bei Einhaltung dieser TRwS auf Rückhalteeinrichtungen unter oberirdischen Rohrleitungen ganz oder teilweise verzichtet werden.

Das vergleichbare Sicherheitsniveau wird einerseits durch erhöhte, nachweisbar definierte und ausgeführte technische Anforderungen an die flüssigkeitsumschließenden Wandungen und andererseits durch besondere organisatorische Maßnahmen, wie z. B. intensivere Überwachung und Prüfung der betroffenen Rohrleitungen, erreicht. Gleichwertige abweichende Lösungen im Einzelfall sind neben den Regelungen dieser TRwS möglich.

Anforderungen an Rohrleitungen aus anderen Rechtsgebieten, wie z. B. Richtlinie 2014/68/EU (Druckgeräterichtlinie, DGRL) oder Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV), bleiben unberührt.

Änderungen

Gegenüber dem Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 780-1 (12/2001) wurden insbesondere folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Anpassung an die bundeseinheitliche Verordnung zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV);
- b) Anpassung an aktuelle Regelwerke;
- c) Berücksichtigung neuer technischer Entwicklungen und praktischer Erfahrungen;
- d) Konkretisierung der fachkundigen Planung sowie der Instandhaltung;
- e) Überarbeitung der Maßnahmen zur Betreiberüberwachung und der Prüfinhalte (z. B. Lebensdauerabschätzung bei metallischen Rohrleitungen, bei denen die Abtragsrate $> 0,1$ mm pro Jahr beträgt);

- f) neu hinzugekommen sind Regelungen für bestehende Rohrleitungen/Rohrleitungsanlagen;
- g) Änderung des Aufbaus der TRwS 780-1.

In diesem Arbeitsblatt wird im Hinblick auf einen gut verständlichen und lesefreundlichen Text für personenbezogene Berufs- und Funktionsbezeichnungen verallgemeinernd die männliche Form verwendet. Alle Informationen beziehen sich in gleicher Weise auf alle Geschlechter.

Frühere Ausgaben

Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 780-1 (TRwS 780-1) (12/2001)

Verfasser

Das Arbeitsblatt wurde von der DWA-Arbeitsgruppe IG-6.1 „Oberirdische Rohrleitungen“ im DWA-Fachausschuss IG-6 „Wassergefährdende Stoffe“ erstellt, der folgende Mitglieder angehören:

AHUIS, Jens	Dipl.-Ing., BP Europa SE, BP Lingen
EGGERT, Holger	Dipl.-Ing., Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt), Berlin
FAUL, Henrik	Dipl.-Ing., TÜV Süd Industrie Service GmbH, Mannheim
FREUDENBERG, Dirk	Dipl.-Ing., Betrieblicher Umwelt-Service, Geesthacht
MENSE, Thomas	Dipl.-Ing., Evonik Technology & Infrastructure GmbH, Marl
NACKEN, Axel	Dr., INOVYN Deutschland GmbH, Rheinberg
OSWALD, Frank	Dipl.-Ing., Berlin (Sprecher)
PAIKERT, Anja	Dipl.-Ing., Oiltanking Deutschland GmbH & Co. KG, Hamburg
SCHIMANSKY, Heinz	Dipl.-Ing., Salzgitter Flachstahl GmbH, Salzgitter
STÜRMER, Holger	Dipl.-Ing., Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz NRW, Düsseldorf (stellv. Sprecher)
VERNALEKEN, Thomas	Dipl.-Ing., Infraseriv GmbH & Co. Höchst KG, Frankfurt
WILHELM, Markus	Dr., BASF SE, Ludwigshafen

Projektbetreuerin in der DWA-Bundesgeschäftsstelle:

GRABOWSKI, Iris	Dipl.-Ing., Hennef Abteilung Wasser- und Abfallwirtschaft
-----------------	--

Inhalt

Zum Kommentar	3
Vorwort	4
Verfasser	6
Bilderverzeichnis	9
Tabellenverzeichnis	9
Hinweis für die Benutzung	10
Einführung	10
1 Anwendungsbereich	17
2 Begriffe	20
2.1 Definitionen.....	20
2.1.0 Vorbemerkungen	20
2.1.1 Rohrleitungen	20
2.1.2 Verbindungen.....	20
2.1.2.0 Vorbemerkungen	20
2.1.2.1 Technisch dauerhaft dichte Verbindungen.....	21
2.1.2.2 Technisch dichte Verbindungen	23
2.1.2.3 Unlösbare Verbindungen	24
2.1.2.4 Lösbare Verbindungen.....	24
2.1.3 Armaturen.....	25
2.1.3.0 Vorbemerkungen	25
2.1.3.1 Technisch dauerhaft dichte Armaturen	25
2.1.3.2 Technisch dichte Armaturen	26
2.1.4 Abtragsrate	26
2.1.5 Lebensdauerabschätzung	28
2.1.6 Sachverständige	28
2.1.7 Instandhaltung.....	29
2.1.8 Instandsetzung	29
2.1.9 Prüfung	30
2.2 Abkürzungen.....	30
3 Allgemeine Anforderungen	33
3.1 Grundsatz.....	33
3.2 Materielle und konstruktive Anforderungen.....	34
3.2.1 Planung	34
3.2.2 Prüfung und Nachweis der Güteeigenschaften	40
3.2.3 Kompensatoren	41
3.2.4 Errichtung	42
3.2.4.1 Allgemeines	42
3.2.4.2 Anforderungen bei der Herstellung/Errichtung	42
3.2.4.3 Zerstörungsfreie Prüfungen.....	43
3.2.4.3.1 Schweißverbindungen	43

3.2.4.3.2	Hartlötverbindungen.....	45
3.2.5	Beständigkeit gegen Innenkorrosion / Schutz gegen Innenkorrosion	45
3.2.6	Anforderungen an Auskleidungen (Inliner) und Innenbeschichtungen.....	48
3.2.7	Schutz vor Außenkorrosion	49
3.2.8	Schutz vor mechanischer Beschädigung	51
3.2.9	Rohrleitungen nach Druckgeräterichtlinie (Richtlinie 2014/68/EU)	51
3.3	Instandhaltungsplan	52
3.4	Instandsetzung	53
3.5	Überwachungsplan	54
3.6	Prüfungen	55
3.6.1	Allgemeiner Regelungsbedarf	55
3.6.2	Prüfung vor Inbetriebnahme	56
3.6.2.1	Allgemeiner Regelungsbedarf	56
3.6.2.2	Inhalte der Ordnungsprüfung.....	56
3.6.2.3	Inhalte einer technischen Prüfung.....	57
3.6.3	Wiederkehrende Prüfung	58
3.6.3.1	Allgemeiner Regelungsbedarf	58
3.6.3.2	Wanddickenmessung (WD).....	59
3.6.3.3	Zustandsprüfung (ZP)	59
3.6.3.4	Druck- oder Ersatzprüfung (DP))	60
3.6.3.5	Dichtheitsprüfung (DHP).....	61
3.6.3.6	Lebensdauerabschätzung (LA)	62
3.6.4	Fristen von wiederkehrenden Prüfungen	64
4	Rohrleitungstypen	65
5	Besondere Anforderungen	67
5.1	Anforderungen an die Rückhaltung	67
5.1.1	Vorbemerkungen	67
5.1.2	Rückhaltevolumen $R_{1,Verbindung}$ für technisch dichte Verbindungen	68
5.1.3	Rückhaltevolumen $R_{1,Armatur}$ für technisch dichte Armaturen.....	68
5.2	Berücksichtigung von Niederschlagswasser und Löschwasser	68
5.3	Ausführung der Dichtfläche	68
6	Bestehende Rohrleitungen.....	69
6.1	Allgemeines	69
6.2	Rohrleitungstypen	70
6.3	Beschreibung/Dokumentation	70
6.4	Werkstoffe.....	71
6.5	Korrosionsbeständigkeit	72
6.6	Verbindungen und Armaturen.....	72
6.7	Rohrpläne	73
6.8	Nachweis der Güteeigenschaften.....	73
6.9	Mechanische Widerstandsfähigkeit	74
6.10	Überwachungsplan	75
6.11	Prüfungen	75

Anhang A (normativ) Regelungen für Pumpen (Förderaggregate)	77
Quellen und Literaturhinweise	78

Bilderverzeichnis

Bild K-1:	Schematischer Werkslageplan mit Rohrleitungen	11
Bild K-2:	Prinzipdarstellung einer doppelwandigen Rohrleitung mit Lecküberwachung....	13
Bild K-3:	Schema zur Anwendung der TRwS 780	16
Bild K-4:	Schematische Darstellung von Wanddickenmessungen und der daraus ermittelten Abtragsrate	27
Bild K-5:	Schematische Darstellung der Projektionsradiographie.....	28
Bild K-6:	Ablauf einer Lebensdauerabschätzung	63
Bild K-7:	Schema zur Festlegung der Rohrleitungstypen	66

Tabellenverzeichnis

Tabelle K-1:	Kategorien für atmosphärische Umgebungsbedingungen	50
Tabelle 1:	Fristen für wiederkehrende Prüfungen.....	64
Tabelle 2:	Rohrleitungstypen	65
Tabelle 3:	Anforderungen an die Rückhaltung.....	67

Hinweis für die Benutzung

Dieses Arbeitsblatt ist das Ergebnis ehrenamtlicher, technisch-wissenschaftlicher/wirtschaftlicher Gemeinschaftsarbeit, das nach den hierfür geltenden Grundsätzen (Satzung, Geschäftsordnung der DWA und dem Arbeitsblatt DWA-A 400) zustande gekommen ist. Für ein Arbeitsblatt besteht nach der Rechtsprechung eine tatsächliche Vermutung, dass es inhaltlich und fachlich richtig sowie allgemein anerkannt ist.

Jeder Person steht die Anwendung des Arbeitsblatts frei. Eine Pflicht zur Anwendung kann sich aber aus Rechts- oder Verwaltungsvorschriften, Vertrag oder sonstigem Rechtsgrund ergeben.

Dieses Arbeitsblatt ist eine wichtige, jedoch nicht die einzige Erkenntnisquelle für fachgerechte Lösungen. Durch seine Anwendung entzieht sich niemand der Verantwortung für eigenes Handeln oder für die richtige Anwendung im konkreten Fall; dies gilt insbesondere für den sachgerechten Umgang mit den im Arbeitsblatt aufgezeigten Spielräumen.

Normen und sonstige Bestimmungen anderer Mitgliedstaaten der Europäischen Union oder anderer Vertragsstaaten des Abkommens über den Europäischen Wirtschaftsraum stehen Regeln der DWA gleich, wenn mit ihnen dauerhaft das gleiche Schutzniveau erreicht wird.

Einführung

Bis zur Förderalismusreform 2006 durfte der Bund im Bereich des Wasserrechts lediglich Rahmenregelungen treffen. Der Rahmen musste den Ländern substanziellen Raum zur Ausgestaltung lassen. Dies führte zu 16 verschiedenen Verordnungen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen, die zwar den gleichen Zweck – den Schutz der Gewässer vor einer nachteiligen Veränderung – verfolgten, im Detail aber unterschiedliche Regelungen trafen. Der Versuch, über eine einvernehmlich von der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) erarbeitete Muster-Verordnung (Muster-VAwS vom 23. März 2001) auf freiwilliger Basis einheitliches Recht zu setzen, scheiterte daran, dass einzelne Länder weiterhin auf Besonderheiten bestanden. Eine gewisse Einheitlichkeit zumindest der materiellen Anforderungen entstand durch die Veröffentlichung und Anwendung der Technischen Regeln wassergefährdende Stoffe (TRwS) ab ca. 1995.

Mit der Förderalismusreform 2006 erhielt der Bund unter anderem im Wasserrecht die Möglichkeit der konkurrierenden Gesetzgebung, d. h. er darf abschließende Regelungen treffen, die dem Landesrecht vorgehen. Davon hat der Bund mit der am 01. August 2017 vollständig in Kraft getretenen „Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen – AwSV“ Gebrauch gemacht.

Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen müssen gemäß § 62 Absatz 1 WHG so beschaffen sein, errichtet, unterhalten, betrieben und stillgelegt werden, dass eine nachteilige Veränderung der Eigenschaften von Gewässern nicht zu besorgen ist. Ausdrücklich gilt dies auch für Rohrleitungsanlagen, die

1. den Bereich eines Werksgeländes nicht überschreiten,
2. Zubehör einer Anlage zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen sind, oder
3. Anlagen verbinden, die in engem räumlichen und betrieblichen Zusammenhang miteinander stehen.

Zu 1.

Es handelt sich um Rohrleitungen, die zwar in großen Industriestandorten eine beachtliche Länge von mehreren Kilometern erreichen können, die aber dennoch innerhalb des Werksgeländes ver-

bleiben. Sie sind für Dritte unzugänglich und werden durch das Personal eines Anlagenbetreibers bzw. einer damit beauftragten Abteilung überwacht.

Zu 2.

Gemeint sind Rohrleitungen innerhalb einer Anlage, die Behälter, Apparate, Pumpen usw. miteinander verbinden. Sie können auch Anlagen miteinander verbinden. Sie verbleiben auf dem Werksgelände.

Zu 3.

Diese Art von Leitung überschreitet das Werksgelände auf einer überschaubaren Länge, um Anlagen oder Werksteile miteinander zu verbinden, die durch Verkehrswege oder Liegenschaften Dritter voneinander getrennt sind. Es bleibt offen, was unter einem „engen räumlichen und betrieblichen Zusammenhang“ zu verstehen ist. Gemäß einem Erlass des nordrhein-westfälischen Ministeriums für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz ist ein enger räumlicher Zusammenhang nicht mehr anzunehmen, wenn die Länge der Leitung mehr als 2 km beträgt. Es handelt sich dabei um Leitungen, die früher als „Verbindungsleitung“ bezeichnet wurden und in der (zurückgezogenen) TRbF 302 beschrieben sind.

Rohrleitungen innerhalb einer Anlage, sei es eine LAU- oder HBV-Anlage, verlaufen im Regelfall oberhalb der als Dichtfläche ausgebildeten Bodenplatte der Anlage. Für sie gilt die TRWS 780 nicht.

Rohrleitungen, die Anlagen innerhalb des Werksgeländes miteinander verbinden, können einer dieser Anlagen zugeordnet oder als eigenständige Rohrleitungsanlage definiert werden, wenn dies z. B. aus Gründen des Betriebs oder der Überwachung zweckmäßig erscheint. Verbindungsleitungen werden im Regelfall eine eigenständige Rohrleitungsanlage darstellen.

Nicht vom WHG und der AwSV erfasst sind die Rohrfernleitungen (Pipelines). Für diese gelten mit der Rohrfernleitungsverordnung (RohrFLtGV) und der Technischen Regel für Rohrfernleitungsanlagen (TRFL) eigene Vorschriften. Bild K-1 zeigt schematisch einen Werkslageplan mit den vorgenannten Rohrleitungsarten.

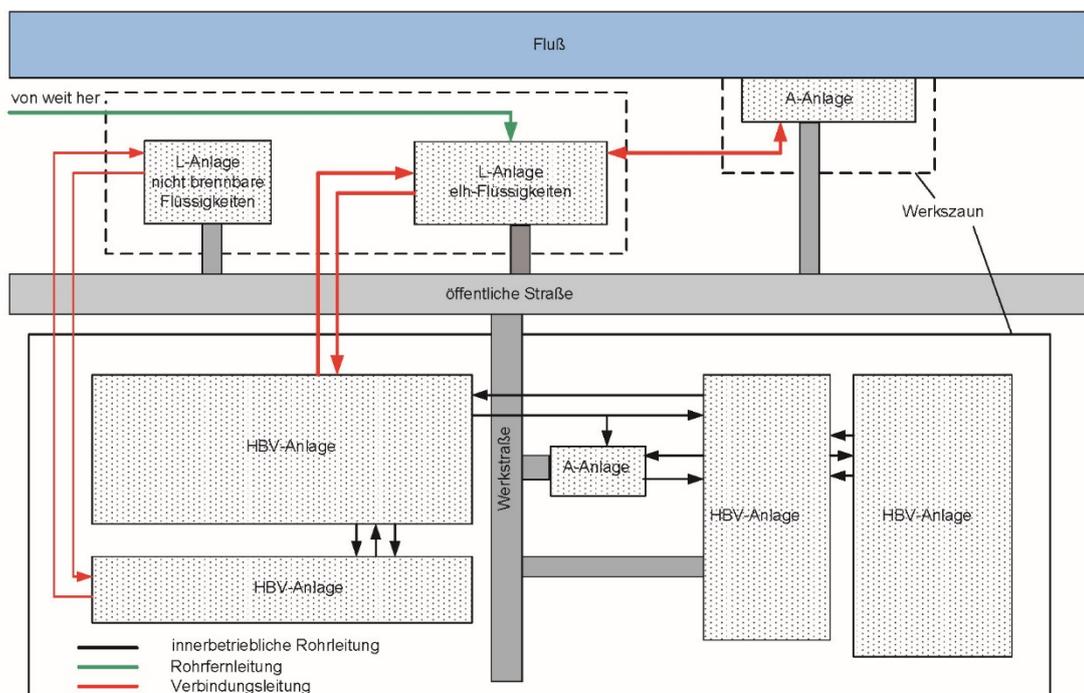


Bild K-1: Schematischer Werkslageplan mit Rohrleitungen; Rohrleitungen innerhalb einer Anlage sind nicht dargestellt

Die AwSV verlangt in § 21 Absatz 1 Satz 1 und 2: „*Oberirdische Rohrleitungen zum Befördern flüssiger wassergefährdender Stoffe sind mit Rückhalteeinrichtungen auszurüsten. Das Rückhaltevolumen muss dem Volumen wassergefährdender Stoffe entsprechen, das bei Betriebsstörungen bis zum Wirksamwerden geeigneter Sicherheitsvorkehrungen freigesetzt werden kann.*“

Diese Forderung ist nicht neu. Sie fand sich schon in den Verordnungen der Länder. Entweder war die Verpflichtung zur Herstellung einer dichten Fläche und eines Rückhaltevolumens ausdrücklich formuliert, oder dies ergab sich wegen des Fehlens einer Ausnahmegesetzgebung für Rohrleitungen aus der Grundsatzanforderung nach schneller Erkennung und Rückhaltung austretender wassergefährdender Stoffe.

Grundsätzlich bestehen mehrere Möglichkeiten, dieser Forderung nachzukommen:

- Einhausung von Rohrbrücken, insbesondere eine Wanne unter der untersten Rohrebene;
- ebenerdige bauliche Maßnahmen, z. B. Herstellen einer flüssigkeitsdichten Fläche und eines Rückhaltevolumens aus Beton unter Rohrbrücken oder Rohrtrassen;
- Doppelwandigkeit aller Rohrleitungen, die wassergefährdende Stoffe fortleiten.

Eine solche Forderung ist technisch und wirtschaftlich kaum zu erfüllen. Die Gründe hierfür sind:

a) Rückhalteeinrichtungen

Die Schaffung von Rückhalteeinrichtungen unter Rohrleitungen, sei es durch Einhausung oder ebenerdige bauliche Maßnahmen, bedeutet einen hohen technischen Aufwand und ist sehr kostenträchtig. Bei bestehenden Anlagen ist die nachträgliche Umsetzung derartiger Maßnahmen sehr oft nicht möglich, da das Tragwerk von Rohrbrücken nicht ausreichend für diese Zusatzbelastungen bemessen ist und auch der Platz fehlen kann. Für die ebenerdige Anordnung von Rückhalteeinrichtungen fehlt oft der Platz oder ist es nicht möglich, im Bereich von Kreuzungen mit Straßen oder Eisenbahngleisen technisch befriedigende und betrieblich angemessene Lösungen zu finden.

Die wasserrechtliche Forderung nach Rückhalteeinrichtungen stammt ursprünglich aus dem Bereich der Lagerung brennbarer Flüssigkeiten und ist im Zuge der Weiterentwicklung des Rechts den Umgang mit wassergefährdenden Stoffen betreffend auf andere Anlagenarten, u. a. Rohrleitungen, ausgedehnt worden. Dabei wurde den unterschiedlichen geometrischen Verhältnissen und Betriebsweisen nicht Rechnung getragen. Rohrleitungstrassen erreichen große Längen bei geringer Ausdehnung in Höhe und Breite; insbesondere die kontrollierte Ableitung von Regenwasser bedeutet daher einen sehr großen baulichen, betrieblichen und messtechnischen Aufwand.

b) doppelwandige Ausführung

Bei der doppelwandigen Ausführung ist die produktführende Rohrleitung in einer zweiten, etwas größeren Rohrleitung verlegt. Der Zwischenraum zwischen den beiden Leitungen muss mit einem Leckanzeigesystem ausgerüstet sein, das eine Undichtheit von einer der beiden Wandungen selbsttätig anzeigt (siehe Bild K-2).

Bestehende Rohrleitungen sind derartig praktisch nicht nachrüstbar; eine Doppelwandigkeit ist nur durch eine Neuverlegung herzustellen. Solches kann jedoch gemäß § 68 Absatz 5 AwSV nicht verlangt werden, sofern eine Rohrleitung bei Inkrafttreten der AwSV rechtmäßig betrieben wurde.

Aber auch bei einer Neuverlegung ist die Ausführung der Doppelwandigkeit nicht unproblematisch:

- doppelwandige Flanschverbindungen oder Armaturen sind konstruktiv sehr aufwendig;
- zusätzliches Gewicht, für welches das Tragwerk bemessen werden muss; die Zulegung einer Rohrleitung auf ein bestehendes Tragwerk kann daher zusätzlichen Aufwand auch für dessen Verstärkung bedeuten;
- Verringerung der Elastizität des Systems;
- erschwerner Ausgleich von Wärmedehnungen des Systems.

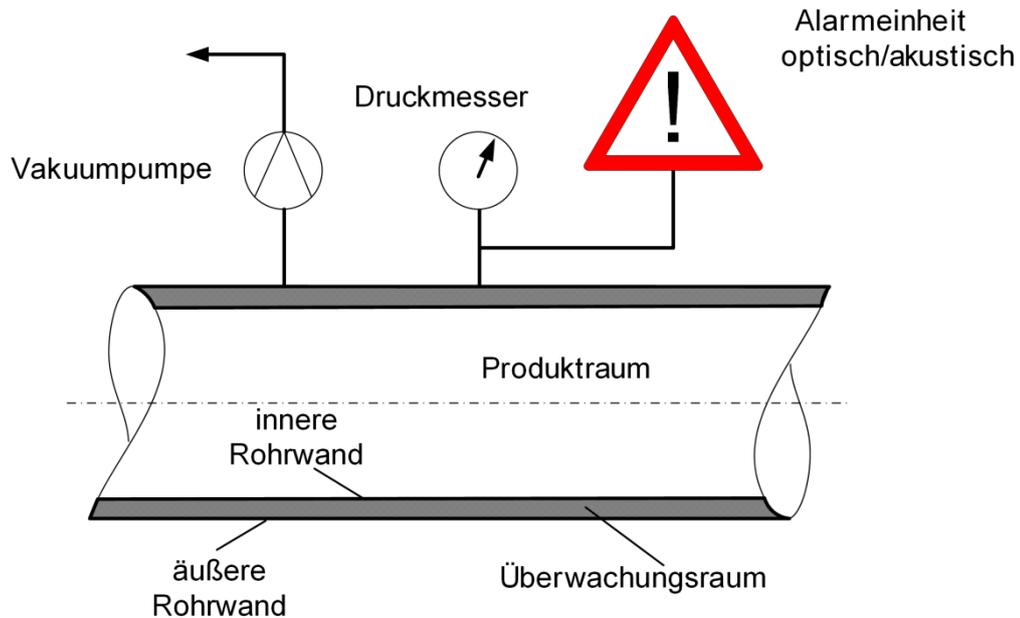


Bild K-2: Prinzipdarstellung einer doppelwandigen Rohrleitung mit Lecküberwachung

Weiter ist es mit hohen Kosten verbunden, Rohrleitungen einer Rohrleitungsanlage mit einer doppelten Wandung zu versehen. Die komplexe Konstruktion erfordert einen erheblichen Mehraufwand bei den Investitionen. Dazu kommen noch die Kosten für die Ausrüstung mit Leckanzeigesystemen sowie deren Betrieb und Wartung.

Rohrleitungen sind im Allgemeinen sehr sichere Transportmittel, insbesondere, wenn sie leicht überwachbar oberirdisch verlegt sind. Bei der Erarbeitung der ersten Fassung der TRwS 780:2001 bestand daher sowohl von Seiten der Betreiber als auch von Seiten der Behörden Einigkeit darüber, dass die uneingeschränkte Forderung nach einer Rückhalteeinrichtung für Rohrleitungen technisch sowie finanziell unverhältnismäßig aufwendig und durch das Unfallgeschehen nicht gerechtfertigt ist.

Daher können gemäß § 21 Absatz 1 Satz 3 AwSV Rückhalteeinrichtungen für austretende flüssige wassergefährdende Stoffe auf der Grundlage einer Gefährdungsabschätzung durch Anforderungen organisatorischer oder technischer Art ersetzt werden, wenn sichergestellt ist, dass ein vergleichbares Sicherheitsniveau erreicht wird. Für Rohrleitungen, die flüssige wassergefährdende Stoffe der WGK 1 fortleiten, darf ohne Durchführung einer Gefährdungsabschätzung auf Rückhalteeinrichtungen verzichtet werden, wenn die Flächen, über die die Rohrleitungen führen, aufgrund ihrer hydrogeologischen Eigenschaften keines besonderen Schutzes bedürfen. Wann letzteres der Fall ist, wird zukünftig in der TRwS 779:2018-12 Entwurf „Allgemeine technische Regelungen“ erläutert.

Technische Regeln wassergefährdender Stoffe (TRwS) der DWA

§ 62 Absatz 2 WHG schreibt vor, dass Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen „[...] nur entsprechend den allgemein anerkannten Regeln der Technik beschaffen sein sowie errichtet, unterhalten, betrieben und stillgelegt werden“ dürfen. Der Begriff der allgemein anerkannten Regeln der Technik (a. a. R. d. T.) ist ein unbestimmter Rechtsbegriff und nicht kodifiziert. Er ist seit über hundert Jahren Gegenstand höchstrichterlicher Rechtsprechung. Im Großen und Ganzen gilt immer noch die Auffassung des Reichsgerichts für Strafsachen von 1910. Allgemein anerkannte Regeln der Technik müssen danach

- auf wissenschaftlichen Grundlagen und/oder fachlichen Erkenntnissen und Erfahrungen beruhen,
- in der Praxis erprobt und bewährt sein,
- von der Mehrzahl der auf einem Fachgebiet tätigen Fachleute als richtig anerkannt sein und angewendet werden.

DIN-Normen, VDI-Richtlinien und ähnliche können allgemein anerkannte Regeln der Technik darstellen, müssen es aber nicht. Es ist daher vom Anwender immer zu prüfen, ob eine DIN-Norm, DIN-EN-Norm, VDI-Richtlinie oder andere eine allgemein anerkannte Regel der Technik darstellen. Ein Indiz dafür ist die Art des Zustandekommens einer technischen Regel in einem förmlichen Verfahren unter Beteiligung der interessierten Kreise. Beispielhaft hierfür ist das Verfahren der DWA, welches im Arbeitsblatt DWA-A 400 beschrieben ist. Auch das Alter oder das Vorliegen eines Entwurfs für eine Überarbeitung einer Norm oder Richtlinie kann darauf hindeuten, dass sie von der Fortentwicklung der Technik überholt worden sind.

Die TRwS der DWA beschreiben technische und organisatorische Anforderungen an Anlagen und Anlagenteile zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen, die dem Besorgnisgrundsatz bzw. dem bestmöglichen Schutz des § 62 WHG genügen. Sie sind aufgrund ihrer Entstehung (Standardverfahren zur Erarbeitung, Experten verschiedener interessierter Kreise in den Arbeitsgruppen, öffentliches Beteiligungsverfahren) als allgemein anerkannte Regel der Technik gemäß § 62 Absatz 2 WHG anzusehen.

Durch die ausdrückliche Nennung der TRwS in § 15 Absatz 1 AwSV werden diese aus der Masse der technischen Regeln herausgehoben und es wird klargestellt, dass die TRwS als a. a. R. d. T. im Sinne des § 62 Absatz 2 WHG gelten. Die zu Zeiten der Länderverordnungen mit unterschiedlichem Ergebnis geführte Diskussion, ob die TRwS einer formellen Einführung durch die jeweils oberste Wasserbehörde – nicht selten mit Einschränkungen der Anwendung – bedürfen, ist damit hinfällig. Die Formulierung „insbesondere“ drückt allerdings aus, dass die TRwS nicht zwingend anzuwenden sind, also keinen gesetzesähnlichen Charakter haben. Sie stellen aber eine wichtige Erkenntnisquelle für fachgerechtes Vorgehen dar, insbesondere da sie ausschließlich Regelungen zum Gewässerschutz treffen. Die anderen in § 15 AwSV aufgeführten technischen Regeln sind immer mit dem Zusatz „soweit sie den Gewässerschutz betreffen“ versehen. Dieser Zusatz gilt erst recht für Regeln und Normen, die nicht in § 15 AwSV aufgeführt sind. Die Prüfung, ob eine a. a. R. d. T. den Gewässerschutz betrifft und dessen Belange ausreichend im Sinne des Besorgnisgrundsatzes bzw. des bestmöglichen Schutzes regelt, obliegt dem Anwender der Regel oder Norm.

Technische Regeln (hierunter sollen auch Normen verstanden werden) können und müssen nicht alle möglichen Sonderfälle erfassen. Abweichende Lösungen im Einzelfall sind jederzeit möglich, sofern der Besorgnisgrundsatz bzw. der bestmögliche Schutz erfüllt werden. Die Nichtanwendung der TRwS erfordert jedoch den vom Anlagenbetreiber zu erbringenden Nachweis, dass seine Lösung gleichwertig ist. Von den TRwS sollte daher ohne Not nicht abgewichen werden.

TRwS 780:2018 „Oberirdische Rohrleitungen“

Die TRwS „oberirdische Rohrleitungen“ (Teil 1 und 2) beschreibt die in § 21 Absatz 1 AwSV geforderte Gefährdungsabschätzung, wenn auf eine Rückhalteeinrichtung – welche immer auch mit einer flüssigkeitsdichten Fläche verbunden ist – unter Rohrleitungen verzichtet werden soll. Der Verzicht auf eine Sicherheitsmaßnahme – hier die Rückhalteeinrichtung – erfordert technische und/oder organisatorische Ausgleichsmaßnahmen, sodass in der Summe ein dem Besorgnisgrundsatz entsprechender Zustand entsteht. Die bisweilen geäußerte Meinung, dass beim in ferner Vergangenheit erfolgten Bau einer Rohrleitung mangels bekannter Probleme im Betrieb doch schon genug getan sei, zeugt von tiefem Unverständnis des dem § 21 zugrunde liegenden Gedankens. Der störungsfreie Betrieb der Vergangenheit ist ein Indiz, aber kein Nachweis dafür, dass die Rohrleitung dem Besorgnisgrundsatz auch ohne Rückhalteeinrichtung genügt.

Die in der TRwS 780:2001 beschriebenen Maßnahmen für die Ausführung der stoffumschließenden Wandungen und die Festlegungen für Prüfungen und andere organisatorische Maßnahmen sind so getroffen worden, dass von einem Versagen der Rohrleitung und von einer Schädigung für Grund- und Oberflächenwasser in der Regel nicht auszugehen ist. Damit ist die Gefährdungsabschätzung für die beschriebenen Rohrleitungsausführungen geführt.

Die TRwS berücksichtigt folgende Punkte:

- technische Anforderungen an die Anlage und ihre Teile,
- Sicherungsmaßnahmen im Bereich lösbarer Verbindungen und Armaturen,
- maßgebende Schadensmöglichkeiten,
- organisatorische Maßnahmen zur Erkennung von Leckagen,
- mögliche Leckagen nach Ort und Größe,
- Maßnahmen zur Beherrschung der Leckagen.

Die Festlegungen für oberirdische Rohrleitungen sind in zwei Teilen dargestellt. Teil 1 behandelt oberirdische Rohrleitungen aus metallischen Werkstoffen, Teil 2 solche aus polymeren glasfaserverstärkten duroplastischen Werkstoffen. Die Teile 1 und 2 dieser TRwS unterscheiden sich durch die werkstoffspezifischen Anforderungen. Die zugrunde gelegte Philosophie und auch viele Abschnitte beider Teile sind identisch.

Die TRwS 780:2001 stützte sich auf die jahrzehntelang bewährten Regeln des Rohrleitungsbaus ab. Dies war zur Vermeidung von Doppelregelungen unumgänglich, da viele Rohrleitungen auch den technischen Regeln des Arbeitsschutzrechts bzw. des Produktsicherheitsgesetzes genügen mussten und müssen. Im Wesentlichen sind hier für die Vergangenheit die DruckbehV und VbF mit ihren damals anzuwendenden technischen Regeln TRR und TRbF zu nennen. Zwischenzeitlich erfolgte aus europarechtlichen Gründen eine Trennung von Beschaffenheit und Betrieb. Maßgebliche Vorschriften sind heute für die Beschaffenheit die Druckgeräterichtlinie (Richtlinie 2014/68/EU) und für den Betrieb die BetrSichV mit den technischen Regeln TRBS. Auch im Bereich der Normen ist seit 2001 die Ablösung von DIN-Normen durch DIN EN-Normen festzustellen. In diesem Zusammenhang haben sich auch die Bezeichnungen für Rohrwerkstoffe geändert.

Bei der Überarbeitung der TRwS 780 wurde an der engen Anlehnung an die technischen Regeln des Rohrleitungsbaus unter Einarbeitung der derzeitigen rechtlichen Vorschriften und Normen festgehalten. Die Anhänge wurden aufgegeben und ihr Inhalt in den Hauptteil der technischen Regel verschoben.

Wesentliche Neuerungen sind

- Regelungen für bestehende Rohrleitungen,
- keine Regelungen mehr für thermoplastische Werkstoffe,
- die Berücksichtigung von durch Erdbeben gefährdete Gebiete,
- die Einführung einer Lebensdauerabschätzung,
- die Einführung technisch dauerhaft dichter und technisch dichter Verbindungen und Armaturen in Anlehnung an die TRBS 2152-2 bzw. TRGS 722 (vorher als Bauart A oder B definiert).

Die TRwS 780:2018 gilt für eine Reihe von Rohrleitungen nicht, siehe hierzu Abschnitt 1 „Anwendungsbereich“. So ist diese TRwS nicht anzuwenden auf unterirdische Rohrleitungen, Rohrleitungen in JGS-Anlagen, in Biogasanlagen und in Heizölverbraucheranlagen. Das nachfolgende Fließbild (Bild K-3) stellt den Anwendungsbereich bzw. die Ausschlüsse dar.

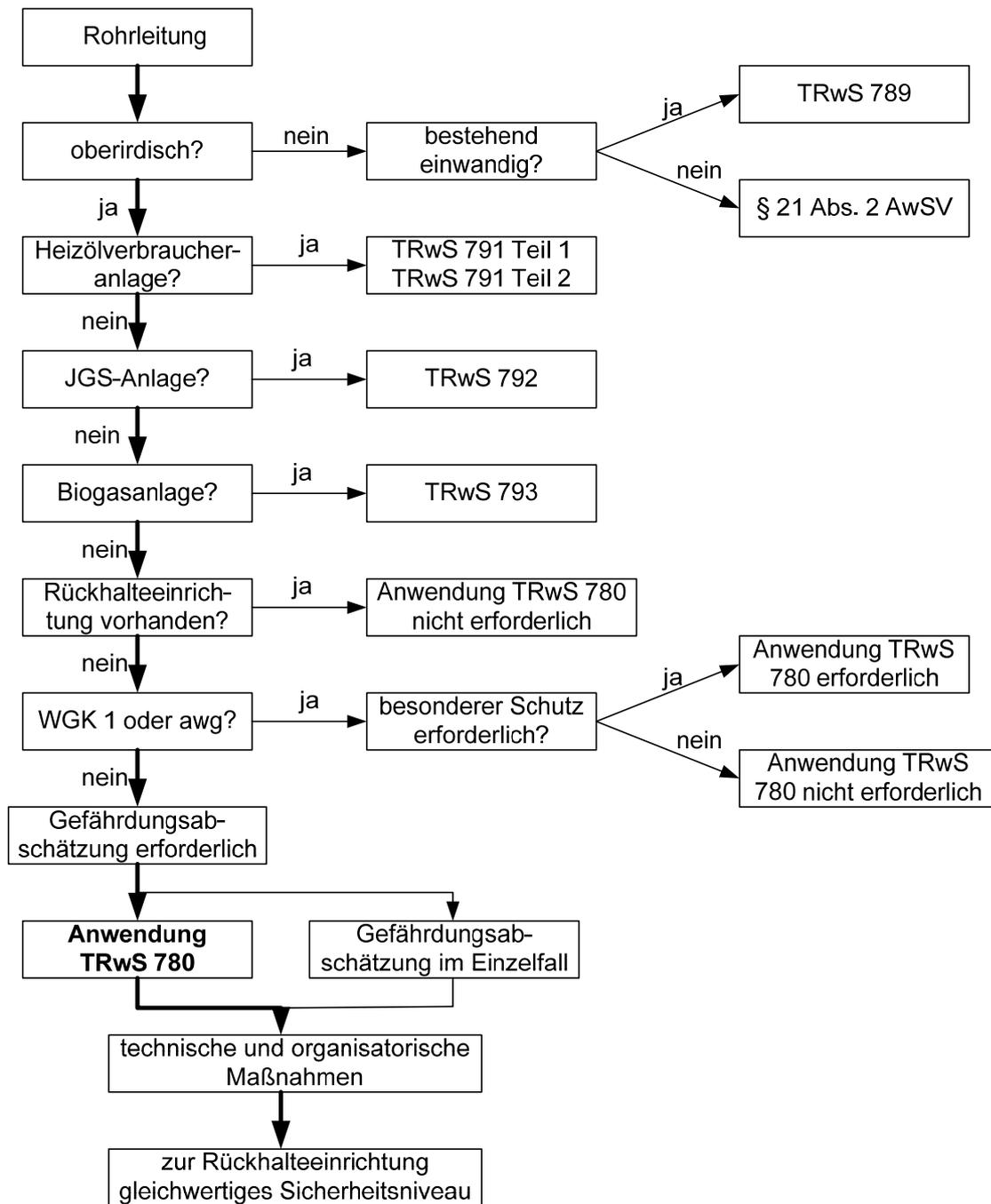


Bild K-3: Schema zur Anwendung der TRwS 780

Hinweis

Das Wasserrecht gilt parallel unter anderem zum Arbeitsschutzrecht, Abfallrecht, Baurecht und Immissionsschutzrecht, d. h. es müssen die Vorschriften aller auf eine Anlage zutreffenden Rechtsbereiche gleichzeitig erfüllt werden. Die meisten der in TRwS 780:2018 behandelten Rohrleitungen werden auch Arbeitsmittel oder überwachungsbedürftige Anlagen nach BetrSichV sein. Die BetrSichV fordert, dass Arbeitsmittel und überwachungsbedürftige Anlagen nach dem Stand der Technik sicher verwendet werden müssen. Der Stand der Technik ist in § 2 Absatz 10 BetrSichV definiert: „Stand der Technik ist der Entwicklungsstand fortschrittlicher Verfahren, Einrichtungen oder Betriebsweisen, der die praktische Eignung einer Maßnahme oder Vorgehensweise zum Schutz der Gesundheit und zur Sicherheit der Beschäftigten oder anderer Personen gesichert erscheinen lässt. Bei der Bestimmung des Stands der Technik sind insbesondere vergleichbare Verfahren, Einrichtungen oder Betriebsweisen heranzuziehen, die mit Erfolg in der Praxis erprobt worden sind.“ Der Unterschied zu den a. a. R. d. T. besteht im Wesentlichen darin, dass eine praktische Bewährung der Regel nicht erforderlich ist, sondern ledig-

lich die Bewährung gesichert scheint. Durch den Rückgriff auf Regelwerke und Normen des Rohrleitungsbaus, insbesondere AD-2000 und TRBS sowie TRGS, beschreibt die TRwS 780 materiell den Stand der Technik.

1 Anwendungsbereich

(1) Teil 1 der Technischen Regel TRwS 780 gilt für einwandige oberirdische Rohrleitungen aus metallischen Werkstoffen zur Beförderung flüssiger wassergefährdender Stoffe, für die gemäß § 21 Absatz 1 Satz 3 AwSV durch eine Gefährdungsabschätzung ein vergleichbares Sicherheitsniveau nachgewiesen werden muss, sodass auf Rückhalteeinrichtungen unter ihnen ganz oder teilweise verzichtet werden kann.

Erläuterungen zum Geltungsbereich der TRwS 780-1:2018 sind in der Einführung zu finden.

Der Anwendungsbereich beschreibt, wofür die vorliegende TRwS gilt, insbesondere aber auch, wofür sie nicht gilt. Die TRwS 780-1:2018 beschreibt demnach die Gefährdungsabschätzung für Rohrleitungen, bei denen gemäß § 21 Absatz 1 AwSV auf eine Rückhalteeinrichtung unter ihnen verzichtet werden darf, einschließlich der Maßnahmen zum Erreichen des gleichen Schutzniveaus wie bei der Errichtung einer Rückhalteeinrichtung. Mit dem Ausdruck „ganz oder teilweise“ wird ausgesagt, dass dieser Verzicht nicht für die gesamte Leitung gelten muss, sondern auf Teilbereiche beschränkt sein kann. Es ist beispielsweise gängige Praxis, nur die Verbindungen oder Armaturen über flüssigkeitsdichten Flächen mit einem gewissen Rückhaltevolumen anzuordnen. Dann sind allerdings für diese Bereiche auch organisatorische oder technische Maßnahmen zu treffen, die zur Überwachung dieser Teil-Rückhalteeinrichtungen erforderlich sind.

Die TRwS 780-1:2018 gilt formal nicht für Rohrleitungen zur Beförderung von Flüssigkeiten der WGK 1 oder allgemein wassergefährdender Flüssigkeiten. § 21 Absatz 1 Satz 5 AwSV fordert die Gefährdungsabschätzung für Rohrleitungen zur Beförderung von Flüssigkeiten der WGK 1 nur dann, wenn die Standorte der Rohrleitungen aufgrund von hydrogeologischen Eigenschaften eines besonderen Schutzes bedürfen. In der Praxis kann es aber z. B. aus Gründen einer variablen Nutzung einer Rohrleitung sinnvoll sein, auch bei Rohrleitungen mit Stoffen der WGK 1 hinsichtlich der materiellen Anforderungen die TRwS als Erkenntnisquelle heranzuziehen.

Die AwSV fordert eine Rückhalteeinrichtung für „oberirdische Rohrleitungen zum Befördern flüssiger wassergefährdender Stoffe“. Über die Abhängigkeit von der Stufe des Gefährdungspotenzials gemäß § 39 Absatz 1 AwSV oder einer sonstigen Untergrenze, die von der Forderung des § 21 Absatz 1 Satz 1 AwSV befreit, ist nichts zu lesen. Das heißt, dass alle Rohrleitungen zum Fortleiten von Flüssigkeiten der WGK 2 und WGK 3 bzw. der WGK 1 bei Vorliegen einer besonderen hydrogeologischen Empfindlichkeit des Standorts, unabhängig vom Leitungsdurchmesser oder von der Durchflussmenge mit einer Rückhalteeinrichtung versehen werden müssen, sofern letztere nicht durch besondere technische und organisatorische Maßnahmen zur Sicherstellung des Besorgnisgrundsatzes, ermittelt z. B. durch die TRwS 780-1, ersetzt wird.

Die vorliegende TRwS 780-1:2018 beschreibt den Umfang und Inhalt der geforderten Gefährdungsabschätzung und die technischen und organisatorischen Maßnahmen, durch die ein gleichwertiges Sicherheitsniveau erreicht wird.

(2) Die vorliegende Technische Regel gilt für Rohrleitungen, die nach Veröffentlichung dieser TRwS errichtet werden. Sie gilt auch für Änderungen an bestehenden Rohrleitungen und für die Beurteilung bestehender Rohrleitungen. Sie gilt nicht für:

- oberirdische Rohrleitungen für die Beförderung von Jauche, Gülle und Silagesickersäften (geregelt in TRwS 792:2018);

- Rohrleitungen, deren Lage betriebsbedingt verändert wird (insbesondere flexible Rohrleitungen, Schlauchleitungen oder Gelenkarme, siehe dazu auch TRwS 785:2009);
- oberirdische Rohrleitungen in Heizölverbraucheranlagen (geregelt in TRwS 791-1:2015, TRwS 791-2:2017);
- oberirdische Rohrleitungen, wenn deren Aufbau dem für unterirdische Rohrleitungen gemäß § 21 Absatz 2 AwSV entspricht;
- Rohrfernleitungen;
- Rohrleitungen, für die nach § 21 AwSV keine Rückhalteeinrichtung erforderlich ist.

Die Neufassung der TRwS 780-1:2018 gilt für Rohrleitungen, die nach der Veröffentlichung der TRwS 780:2018 errichtet werden. Alle vorher errichteten Rohrleitungen gelten als bestehend. Weiter wird die Anwendung der TRwS 780-1 auf Änderungen an Rohrleitungen erweitert. Der Begriff „Änderung“ ist weiter gefasst als die „wesentliche Veränderung“ gemäß § 2 Absatz 31 AwSV. Dies ist wegen der besonderen Situation, nämlich dem Verzicht auf eine Rückhalteeinrichtung, so gewollt. Unter „Änderung“ ist jede materielle oder betriebliche Änderung einer Rohrleitung zu verstehen. Dazu gehören sowohl Änderungen der Betriebsparameter als auch Eingriffe in die bestehende materielle Substanz, wie z. B. andere Armaturenbauarten, andere Werkstoffe, andere Dichtungsbauarten, oder veränderte Temperaturen, oder eine veränderte Zusammensetzung von Durchflussstoffen. Auch Schweißarbeiten gehören dazu, auch wenn es sich nur um den Austausch eines Rohrstücks handelt. Eine Beurteilung solcher Maßnahmen muss immer durchgeführt (und dokumentiert) werden, auch wenn nicht jede dieser Änderungen Auswirkungen auf das Ergebnis der Gefährdungsabschätzung haben wird.

Die Neufassung der TRwS 780-1:2018 gilt auch für die Beurteilung bestehender Rohrleitungen, also sowohl solcher, die vor Veröffentlichung der TRwS 780-1:2001 betrieben wurden, als auch solcher, die gemäß der Fassung der TRwS 780-1:2001 errichtet wurden. Da die Neufassung der TRwS 780-1:2018 keine weitergehenden materiellen Anforderungen stellt als die bisherige Fassung auch, sind bei Rohrleitungen, die gemäß der TRwS 780-1:2001 unter richtiger und vollständiger Anwendung der Regel errichtet worden sind, allenfalls Anpassungen von Überwachungs- und Instandhaltungskonzepten an die AwSV bzw. an die Neufassung der TRwS 780-1:2018 erforderlich.

Die TRwS 780-1:2018 gilt nicht für Rohrleitungen in speziellen anderweitig geregelten Anlagen. Der DWA-Fachausschuss FA IG-6 „Wassergefährdende Stoffe“ kam bei der Beratung verschiedener TRwS zu dem Ergebnis, dass es für den Anwender vorteilhaft ist, wenn er die Anforderungen an spezielle Anlagen, hier Heizölverbraucheranlagen (TRwS 791), JGS-Anlagen (TRwS 792) oder Biogasanlagen (TRwS 793) in abschließender Form in der jeweiligen zu Rate gezogenen Regel findet, anstatt bezüglich einzelner Bauelemente auf eine andere Regel verwiesen zu werden. Der Preis – die eine oder andere Doppelregelung – erschien dem Fachausschuss vertretbar. Auch musste die eine oder andere Sonderregelung für Rohrleitungen in diesen Anlagentypen getroffen werden. Folgerichtig wurden die Rohrleitungen in derart speziell geregelten Anlagen aus dem Geltungsbereich der TRwS 780-1:2018 ausgenommen.

Mit Rohrleitungen, die ihre Lage betriebsbedingt verändern, sind Schlauchleitungen, Gelenkarme und ähnliches gemeint. Diese sind Bestandteil von Abfüllanlagen, die aus anderen Gründen mit Rückhalteeinrichtungen und flüssigkeitsundurchlässigen Flächen ausgestattet werden müssen. Schlauchleitungen sind dadurch gekennzeichnet, dass nach der Benutzung mindestens ein Anschluss gelöst wird. Bei flexiblen Rohrleitungen ist dies nicht der Fall. Flexible Rohrleitungen sollten für Flüssigkeiten der WGK 2 oder 3 über unbefestigten Boden vermieden werden. Sofern sie im Rahmen vorübergehender Zustände verwendet werden, etwa für kurzzeitige Umschlüsse von Behältern im Rahmen eines Stillstands oder Entleeren von Behältern oder Rohrleitungen, sind Maßnahmen zu treffen, die einen dem Besorgnisgrundsatz entsprechenden Betrieb erlauben. Die TRwS kann dazu zumindest als Erkenntnisquelle dienen. Von diesem Ausschluss nicht erfasst sind Rohrleitungskompensatoren gemäß 3.2.3.

Rohrfernleitungen unterliegen nicht dem WHG und damit auch nicht der AwSV. Für sie gelten die RohrFLtgV (Rohrfernleitungsverordnung) und die TRFL (Technische Regel für Rohrfernleitungsanlagen). Unabhängig von den Unterschieden in Ausführung und Betriebsweise kann eine TRwS schon alleine aus formalen Gründen keine Regelungen für Rohrfernleitungen treffen.

Für oberirdische Rohrleitungen, die doppelwandig oder als Saugleitung ausgeführt sind, mithin die Anforderungen des § 21 Absatz 2 AwSV für unterirdische Rohrleitungen erfüllen, und für Rohrleitungen, unter denen eine Rückhalteeinrichtung gar nicht erst gefordert wird, braucht eine Gefährdungsabschätzung im Sinne von § 21 Absatz 1 Satz 3 AwSV nicht geführt zu werden; die Anwendung der TRwS 780 ist nicht nötig.

[3] Auf § 15 Absatz 2 der AwSV wird verwiesen (EG-Gleichwertigkeitsklausel).

Produkte, deren Inverkehrbringen in einer europäischen Richtlinie oder Verordnung geregelt ist und für die es harmonisierte EN-Normen gibt, dürfen im Interesse eines freien Warenverkehrs innerhalb der europäischen Union keinen nationalen Verwendungsvorbehalten, seien sie formaler oder materieller Natur, unterworfen sein. Hierzu sei beispielhaft auf das Urteil des Europäischen Gerichtshofs zu Bauprodukten vom 16. Oktober 2014 (Rechtssache C-100/13) verwiesen. Daher müssen, um direkte oder indirekte Handelshemmnisse zu vermeiden, europäische Regelungen und harmonisierte europäische Normen allein aus europarechtlichen Gründen den a. a. R. d. T. gemäß § 15 Absatz 1 AwSV gleichgestellt werden. Allerdings ist der Gewässerschutz in Europa höchst unterschiedlich geregelt. Da es keine einheitlichen Anforderungen gibt, sind zwar viele europäisch harmonisierte Produkte für die Zwecke des Gewässerschutzes einsetzbar, doch werden sie nicht speziell für diesen Zweck hergestellt und geprüft. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass sie zwar einige, aber nicht alle Eigenschaften, die zur Erfüllung des Besorgnisgrundsatzes erforderlich sind, nachweislich mit der nötigen Zuverlässigkeit oder überhaupt besitzen.

§ 15 Absatz 2 AwSV hat den folgenden Wortlaut: *„Normen und sonstige Bestimmungen anderer Mitgliedstaaten der Europäischen Union oder anderer Vertragsstaaten des Abkommens über den Europäischen Wirtschaftsraum stehen technischen Regeln nach Absatz 1 gleich, wenn mit ihnen dauerhaft das gleiche Schutzniveau erreicht wird.“*

Ob eine solche Bestimmung oder Norm das gleiche Schutzniveau, d. h. Sicherstellung des Besorgnisgrundsatzes bzw. des bestmöglichen Schutzes, bietet wie die Anwendung einer TRwS, muss derjenige entscheiden und verantworten, der auf solche Bestimmungen oder Normen zurückgreifen will. Dies bedeutet sorgfältiges und mühsames Studium sowie die fachliche Bewertung der einschlägigen Schriftstücke einschließlich Begründung der getroffenen Entscheidung.

Bezogen auf den Regelungsgegenstand der TRwS 780 – oberirdische Rohrleitungen – relativiert sich der Aufwand, da die Beschaffenheit von Rohrleitungen in der Richtlinie 2014/68/EU (Druckgeräte-richtlinie) geregelt ist. Für die Druckgeräte-richtlinie, die über die 14. ProdSV (Druckgeräteverordnung) in deutsches Recht umgesetzt worden ist, gilt die Eignungsfiktion des § 63 Absatz 4 Nr. 4 WHG. Allerdings fallen viele Rohrleitungen zur Fortleitung wassergefährdender Stoffe aufgrund ihrer Betriebsparameter nicht unter die Richtlinie 2014/68/EU, z. B. Rohrleitungen mit einem Berechnungsdruck von $\leq 0,5$ bar oder solche, die unter Artikel 4 Absatz 3 der Druckgeräte-richtlinie fallen. Solche Rohrleitungen sind gemäß der im Herstellerland geltenden „guten Ingenieurpraxis“ herzustellen.

2 Begriffe

2.1 Definitionen

2.1.0 Vorbemerkungen

Gegenüber der TRwS 780-1:2001 wurden deutlich mehr Definitionen für nötig gehalten. Dies ist zum einen dem Wunsch nach möglichst eindeutigen Definitionen auch anscheinend klarer Sachverhalte geschuldet, zum anderen auch präziseren Anforderungen des § 21 AwSV an Rohrleitungen.

2.1.1 Rohrleitungen

- (1) Rohrleitungen im Sinne dieser TRwS sind feste Leitungen zum Befördern flüssiger wassergefährdender Stoffe einschließlich ihrer Formstücke, Armaturen, Flansche, Dichtmittel und Förderaggregate.
- (2) Einbauten in Rohrleitungen, die für den Betrieb der Rohrleitungen erforderlich sind (z. B. Filter, Abscheider, Kompensatoren, Schaugläser), gehören ebenfalls zu den Rohrleitungen, sofern sie nicht wegen ihrer überwiegenden Zweckbestimmung (anderer Zweck als Durchleiten) als Behälter betrachtet werden müssen. Rohrleitungen können eigenständige Rohrleitungsanlagen oder Teile von LAU- oder HBV-Anlagen sein.

Die Definition der „Rohrleitung“ ist § 2 Absatz 19 AwSV unter Weglassen der flexiblen Rohrleitungen, für die die TRwS 780-1:2018 nicht gilt, entnommen. Es wird klargestellt, dass alle Bauelemente, die eine Rohrleitung bilden, dazu gehören und den Anforderungen des Besorgnisgrundsatzes bzw. des bestmöglichen Schutzes unterworfen sind. Auch die Förderaggregate zählen zur Rohrleitung im Sinne der AwSV. Darüber hinaus wurden Einbauten (z. B. Filter oder Abscheider) in die Definition mit aufgenommen. Diese Einbauten müssen die gleichen Anforderungen wie Rohrleitungen erfüllen, wenn auf Auffangräume unter ihnen verzichtet werden soll. Derartige Einbauten dienen immer einem anderen Zweck als dem Fortleiten von Flüssigkeiten, doch sollten sie erst dann als Behälter oder Apparate aufgefasst werden, wenn das Fortleiten von Flüssigkeit nicht mehr im Vordergrund steht. Ein Indiz dafür ist, wenn die Einbauten einen deutlich größeren Durchmesser als die zugehörige Rohrleitung haben; je geringer die Strömungsgeschwindigkeit in den Einbauten im Vergleich zur eigentlichen Rohrleitung ist, desto mehr überwiegt eine andere Zweckbestimmung als das Fortleiten. Für Behälter, die nicht Teil einer Rohrleitung sind, gilt § 21 AwSV nicht.

Für die Anwendung der TRwS 780-1:2018 ist es unerheblich, ob es sich um Rohrleitungen als Teile einer Anlage gemäß § 14 Absatz 7 AwSV oder um eine eigenständige Rohrleitungsanlage im Sinne von § 14 Absatz 1 AwSV handelt. Entscheidend ist allein, ob der Betreiber auf eine erforderliche Rückhalteeinrichtung verzichten will oder nicht.

2.1.2 Verbindungen

2.1.2.0 Vorbemerkungen

Wie in der Definition § 2 Absatz 19 AwSV nicht abschließend angedeutet, besteht eine Rohrleitung aus einer Reihe von Teilen, die erst zu einer Rohrleitung zusammengefügt werden müssen. Die Verbindung dieser Teile kann als lösbare oder unlösbare Verbindung ausgeführt werden. Unlösbare Verbindungen können nur durch ihre Zerstörung gelöst werden. Lösbare Verbindungen hingegen können ohne Beschädigung der Rohrleitung grundsätzlich beliebig oft gelöst und wieder verbunden werden, wobei lediglich eine neue Dichtung eingebaut werden muss.

Diese in der TRWS 780-1:2001 enthaltene Unterscheidung in lösbare und unlösbare Verbindung ist aufgegeben worden. Entscheidend ist die Dichtheit einer Verbindung, deren Zuverlässigkeit nicht ausschließlich von der Bauart abhängt. Damit entfällt auch die in TRWS 780-1:2001 definierte „gesicherte Verbindung“. Damit waren Verbindungen und auch Armaturen gemeint, bei denen mögliche Tropfleckagen zurückgehalten wurden.

Hingegen hat die neue Fassung der TRWS 780-1:2018 das Konzept der dichten Verbindungen und Armaturen weiterentwickelt, verwendet aber nicht mehr die seinerzeit eingeführten Bezeichnungen „Bauart A“ für technisch dauerhaft dichte Verbindungen bzw. Armaturen oder „Bauart B“ für technisch dichte Verbindungen bzw. Armaturen. Bezüglich der Definitionen und Bauarten, die die entsprechenden Bedingungen erfüllen, wurde auf die TRBS 2152-2 bzw. TRGS 722 zurückgegriffen. Die Definitionen wurden dabei entsprechend den Anforderungen des Besorgnisgrundsatzes modifiziert, sind also nicht identisch.

2.1.2.1 Technisch dauerhaft dichte Verbindungen¹⁾

(1) Bei technisch dauerhaft dichten Verbindungen sind aufgrund ihrer Konstruktion keine Freisetzungen zu erwarten. Fachgerecht ausgeführte unlösbare Verbindungen sind technisch dauerhaft dicht. Fachgerecht ausgeführte lösbare Verbindungen sind technisch dauerhaft dicht, wenn eine Leckageklasse L0,1 gemäß DIN EN 13555:2014 erreicht wird. Für folgende Ausführungen gilt der Nachweis als geführt:

- Flansche mit Membran-Schweißdichtungen nach DIN 2695:2002;
- Flansche mit Linsendichtung nach DIN 2696:1999;
- Ring-Joint-Verbindungen nach DIN EN 1591-1:2014 und DIN EN 1591-2:2008 sowie Verbindungen nach ANSI-B 16.5:2017 und API-Standard 6A;
- Flansche mit Nut und Feder nach DIN EN 1092-1:2013 Form C/D oder DIN 2526:1975 Form N/F und Dichtungen gemäß DIN EN 1514 Teile 1 bis 4 oder DIN 2691:1971;
- Flansche mit Vor- und Rücksprung nach DIN EN 1092-1:2013 Form E/F oder DIN 2526:1975 V/R und Dichtungen DIN 1514 Teile 1 bis 4 oder DIN 2691:1971;
- Flansche mit glatter Dichtleiste nach DIN EN 1092-1:2013 Form A oder B oder DIN 2526:1975 Form A/B oder C/D und besonderen Dichtungen (z. B. Weichstoffdichtungen von PN 10 bis PN 252), metallinnenrandgefaste Dichtungen oder metallummantelte Dichtungen, Kammprofil-dichtungen, Spiraldichtungen);
- metallisch dichtende Verbindungen, ausgenommen Schneid- und Klemmringverschraubungen in Leitungen größer als DN 32;
- Flanschverbindungen gemäß TA Luft mit einem rechnerischen Dichtheitsnachweis nach DIN EN 1591-1:2014 und Montage nach VDI-Richtlinie 2290:2012 (siehe auch „VCI-Leitfaden zur Montage von Flanschverbindungen in verfahrenstechnischen Anlagen“).

Für wassergefährdende Stoffe, die in den Anwendungsbereich der TA Luft fallen, gelten die dort geregelten Anforderungen.

Die Auflistung der als technisch dauerhaft dicht angesehenen Verbindungen wurde der TRBS 2152-2 bzw. TRGS 722 entnommen. Jedoch wurden nicht alle dort genannten Verbindungen aufgeführt, sondern nur solche, die aufgrund ihrer Konstruktion als technisch dauerhaft dicht angesehen werden können und dies auch ohne Instandhaltungsmaßnahmen bleiben. Alle anderen Verbindungen, d. h. die nicht unter 2.1.2.1 aufgeführten, gelten „nur“ als technisch dicht. Letztere bedürfen einer gewissen Überwachung und Instandhaltung, wie z. B. Stopfbuchsen, die in mehr oder weniger langen zeitlichen Abständen nachgestellt werden müssen.

1) In Anlehnung an die TRBS 2152-2:2006 bzw. TRGS 722:2012.

2) Bei höheren Nenndruckstufen Auslegung nach DIN EN 1591-1:2014.

Unlösbare Verbindungen sind z. B. Schweißnähte, Lötverbindungen oder Laminat- und Klebeverbindungen. Die aufgelisteten Flanschverbindungen sind dadurch gekennzeichnet, dass die Dichtung nicht aus ihrem Sitz gedrückt werden kann. Dichtungen, die nicht aus ihrem Sitz gedrückt werden können, werden – sachlich nicht ganz zutreffend – häufig als „hochwertige Dichtungen“ bezeichnet.

Gegen die obige Auflistung der Flanschverbindungen wurde eingewandt, dass sie neuere Erkenntnisse der Dichtungstechnik nicht berücksichtige. Entscheidend für die zuverlässige und dauerhafte Dichtheit einer Flanschverbindung sei nicht die konstruktive Ausgestaltung der Dichtfläche oder der Dichtung, sondern die Höhe und die Gleichmäßigkeit der Flächenpressung auf die Dichtung. Mit der gleichen Begründung wurde auch die Begrenzung der Flanschverbindung mit glatter Dichtleiste und Weichstoffdichtungen auf maximal PN 25 als nicht sachgerecht bezeichnet. Nur eine Dichtung mit rechnerischem Dichtheitsnachweis nach DIN EN 1591-1 und Montage nach VDI-Richtlinie 2290 sei technisch dauerhaft dicht.

Der Einwand ist berechtigt. Eine Flanschverbindung ist ein festigkeitstheoretisch sehr komplexes System aus Flanschen, Dichtung und Schrauben, für das es keine geschlossene rechnerische Lösung gibt. Die rechnerischen Lösungsansätze sind zur praktischen Anwendung mehr oder weniger vereinfacht und bilden daher die tatsächlichen Verhältnisse mehr oder weniger unvollkommen ab.

Absolute Dichtheit eines technischen Systems gibt es nicht. Daher wird immer von „technisch dicht“ gesprochen. Damit ist gemeint, dass eine bestimmte, in Abhängigkeit von den Anforderungen definierte Leckrate nicht überschritten wird. Ein Gegenstand gilt demnach als dicht, wenn ein vereinbarter Grenzwert der Leckagerate nicht überschritten wird.

Der aufwendige rechnerische Nachweis der Festigkeit und der Dichtheit nach DIN EN 1591-1 ist für Stoffe, die der TA Luft unterliegen, unverzichtbar, wenn auch aufgrund des Alters der aktuell gültigen TA-Luft noch nicht direkt vorgeschrieben. Die geforderte Dichtungsauswahl und Auslegung der Flanschverbindung wird heute aber nur mit Anwendung der DIN EN 1591-1 zu führen sein. Die Neufassung der TA-Luft wird die Anwendung der VDI-Richtlinie 2290 ausdrücklich fordern, die wiederum mit DIN EN 1591-1 als Dichtheitsnachweis erfüllt werden kann. Das Sicherheitsniveau der TRWS, welches sich an dem der TRBS und TRGS anlehnt, ist aber für wassergefährdende Stoffe sachgerecht. Die TA-Luft will unvermeidbare diffuse Emissionen von leicht flüchtigen oder gesundheitsgefährdenden Stoffen möglichst niedrig halten, wohingegen die AwSV in erster Linie Stofffreisetzungen, die zu einer Gewässergefährdung führen können, verhindern will. Dies führt zu unterschiedlichen Anforderungen an die Dichtheit der betrachteten Systeme. Sehr vereinfachend gesagt darf ein System, das der TA-Luft unterliegt, als Leckage nur einen bestimmten Massenstrom in Form von Gasen oder Dämpfen zulassen, während ein System, das der AwSV unterliegt, in erster Linie flüssigkeitsdicht sein muss. Sofern der häufige Fall eintritt, dass beide Vorschriften Anwendung finden müssen, gilt natürlich die strengere, d. h. die TA-Luft.

Es sollten daher neben den aufwendigen rechnerischen Nachweis nach DIN EN 1591-1 auch Verbindungen als technisch dauerhaft dicht im Sinne des Gewässerschutzes gestellt werden, die gemäß den Überzeugungen und Erfahrungen eines anderen Regelwerks technisch dauerhaft dicht sind. Damit ist den praktischen Bedürfnissen des Rohrleitungsbaus entgegengekommen, womit die Planung und Auslegung von Flanschverbindungen sehr vereinfacht wird. Es bedarf eigentlich keiner Erwähnung, dass in jedem Falle – mit TA-Luft-Berechnung oder ohne – eine sorgfältige, sachgerechte Montage der Verbindung unabdingbar ist. In jedem Falle sollte das Montagepersonal gemäß DIN EN 1591-4 ausgebildet und qualifiziert sein. Der Montageleitfaden des VCI gibt wertvolle Hinweise zur Montage und auch Zahlenwerte für Schrauben-Anzugsdrehmomente (VCI 2016).

Ebenfalls als nicht sachgerecht wurde die Beschränkung der Weichstoffdichtungen mit glatter Dichtfläche auf einen maximalen Druck von 25 bar empfunden. Jedoch werden derartige Verbindungen mit steigendem Druck anfällig gegen Montagefehler, insbesondere gegen zu geringe oder ungleichmäßige Flächenpressung. Diese Begrenzung gilt jedoch nur für die pauschale Einstufung als „technisch dauerhaft dicht“. Mit rechnerischem Nachweis gemäß DIN EN 1591-1 können Weichstoffdichtungen mit glatter Dichtleiste für höhere Drücke als 25 bar als technisch dauerhaft dicht nachgewiesen werden.

[2] Andere Ausführungen von technisch dauerhaft dichten Verbindungen einschließlich Pressverbindungen liegen vor, wenn die Gleichwertigkeit zu den oben genannten Beispielen gegeben ist. Dazu ist die Bewertung durch einen Sachverständigen erforderlich. Neben dem reinen Nachweis der Dichtheit der Verbindungen unter Betriebsbedingungen ist dabei zu untersuchen, inwieweit fehlerhafte Montage ausgeschlossen werden kann, potenzielles Materialversagen von Dichtelementen unschädlich bleibt und dass die dauerhafte Dichtheit der Verbindung auch unabhängig von Instandhaltungsmaßnahmen gewährleistet bleibt. Dabei kann der Sachverständige qualifizierte Angaben Dritter berücksichtigen.

Für andere als die in Absatz 1 aufgezählten als technisch dauerhaft dicht angesehenen Verbindungsarten wurde eine Öffnungsklausel formuliert dergestalt, dass solche im Einzelfall begutachtet werden müssen. Punkte, die besonderer Aufmerksamkeit bedürfen und deren nachweisliche Erfüllung Kernanforderungen an eine technisch dauerhaft dichte Verbindung sind, wurden aufgeführt. Ausdrücklich erwähnt sind die Pressverbindungen, die z. B. im Bereich der Wasser- und Druckluftversorgung weite Anwendung finden. Über die Bewährung im Bereich von verfahrenstechnischen oder vergleichbaren Anlagen liegen aufgrund der Vielfalt der dort gehandhabten Flüssigkeiten noch zu wenige Erfahrungen vor, um diese Pressverbindungen generell als technisch dauerhaft dicht einzustufen. Damit ist jedoch nicht ausgeschlossen, dass eine Pressverbindung im Einzelfall bei entsprechenden Nachweisen als technisch dauerhaft dicht eingestuft werden kann.

Die „anderen Verbindungsarten“ können ohne weitere Nachweise als technisch dicht angesehen werden. Allerdings ist den Eigenheiten der jeweiligen Verbindung bei der Bemessung des erforderlichen Rückhaltevolumens und im Überwachungsplan Rechnung zu tragen.

Der Sachverständige, der die geforderte Bewertung einer „anderen Verbindung“ durchführt, ist immer der Sachverständige nach AwSV, sofern die betroffene Rohrleitung der Prüfung vor der Inbetriebnahme – sei es als eigenständige Rohrleitungsanlage oder Anlagenteil einer prüfpflichtigen Anlage – durch einen Sachverständigen unterliegt. Es ist allerdings nicht zu erwarten, dass jeder Sachverständige nach AwSV über die nötigen Kenntnisse und Erfahrungen verfügt, um spezielle Verbindungskonstruktionen beurteilen zu können. Dies haben die Organisationen, von denen ein Sachverständiger bestellt wird, in Form von Prüfgrundsätzen und Prüfbefugnissen zu regeln. Selbstverständlich kann der Sachverständige nach AwSV auf die Erkenntnisse Dritter zurückgreifen, wobei ihm Art und Umfang des Rückgriffs freigestellt ist. Die Bewertung der Erkenntnisse Dritter obliegt allein dem Sachverständigen, der sich diese Erkenntnisse für sein Gutachten zu eigen macht. Daraus ergibt sich ohne Weiteres, dass die Erkenntnisse Dritter, die in ein Gutachten eines AwSV-Sachverständigen einfließen sollen, vollständig und nachvollziehbar dokumentiert sein müssen einschließlich der angewandten Vorschriften und technischen Regeln. Zu beachten sind dabei eventuelle Vorgaben der Sachverständigenorganisation in ihren Prüfgrundsätzen oder auf anderweitige Art und Weise, insbesondere bezüglich der Qualifikation des zurarbeitenden Dritten und deren Nachweis.

2.1.2.2 Technisch dichte Verbindungen³⁾

Bei technisch dichten Verbindungen sind aufgrund ihrer Konstruktion seltene Freisetzungen von flüssigen wassergefährdenden Stoffen nicht auszuschließen. Deshalb ist die regelmäßige Überprüfung und Wartung solcher Verbindungen nach einem Instandhaltungsplan erforderlich. Technisch dichte Verbindungen sind z. B. Flansche mit glatter Dichtleiste nach DIN EN 1092-1:2013 Form A oder B und ohne konstruktive Anforderungen an die Dichtung oder Schneid- und Klemmringverbindungen in Leitungen größer DN 32. Ein rechnerischer Nachweis der Dichtheit ist nicht erforderlich.

Technisch dichte Verbindungen sind solche, die konstruktionsbedingt undicht werden können. Solche Undichtheiten müssen durch eine regelmäßige Überwachung rechtzeitig erkannt und durch vorbeugende Instandhaltung vermieden werden. Es ist indes eine gesicherte Erfahrung, dass orga-

3) Siehe Fußnote 1.

nisatorische Maßnahmen dazu neigen, aus vielerlei Gründen nicht immer die gewünschte Wirkung zu haben. Deshalb gilt in der Sicherheitstechnik das Prinzip „technisch vor organisatorisch“. Der technisch dichten Verbindung wird daher nicht die gleiche Zuverlässigkeit zuerkannt wie der technisch dauerhaft dichten Verbindung. Nur letztere erfüllt den Besorgnisgrundsatz.

2.1.2.3 Unlösbare Verbindungen

Unlösbare Verbindungen sind solche, die nur durch Zerstörung der Verbindung bzw. der Verbindungsteile zu lösen sind, wie z. B. geschweißte oder gelötete Verbindungen.

Bei den unlösbaren Verbindungen handelt es sich um stoffschlüssige Verbindungen wie Schweiß-, Löt-, Klebe- oder Laminatverbindungen. Auch die Quetschverbindungen gehören zu den unlösbaren Verbindungen, wobei aber eine formschlüssige und keine stoffschlüssige Verbindung vorliegt. Die Vorteile der unlösbaren Verbindungen sind:

- die Übertragungsfähigkeit von Kräften und Momenten ist normalerweise hoch,
- der Platzbedarf für diese Bindungsart ist relativ gering,
- sie ist bei richtiger Ausführung technisch dauerhaft dicht.

Die Nachteile sind:

- diese Verbindungsart kann nicht gelöst werden ohne sie zu zerstören,
- nicht jeder Werkstoff eignet sich für die Verbindungsart,
- es treten Eigenspannung und Werkstoffveränderungen infolge der Erwärmung auf (Schweißen).

2.1.2.4 Lösbare Verbindungen

Lösbare Verbindungen von Rohrleitungen sind Verbindungen, die wiederholbar ohne Beschädigung der Rohrleitung, abgesehen von der Dichtung, gelöst und wiederhergestellt werden können.

Lösbare Verbindungen im Rohrleitungsbau sind ganz überwiegend Flanschverbindungen. Auch die Verschraubungen gehören dazu. Die lösbaren Verbindungen zeichnen sich dadurch aus, dass sie beliebig oft gelöst und wieder verbunden werden können, ohne in ihrer Dichtwirkung beeinträchtigt zu werden oder gar Schaden zu nehmen. Lediglich die Dichtung muss jedesmal ausgetauscht werden und, je nach ihrem Zustand, auch die Schrauben. Je nach Ausführung können lösbare Verbindungen technisch dauerhaft dicht oder nur technisch dicht sein (siehe Ausführungen zu 2.1.2.1).

Lösbare Verbindungen sollten möglichst nur zur Ausführung kommen, wenn dies aus Gründen des Betriebs, der Instandhaltung oder der Montage geboten ist. Nur bei technisch dauerhaft dichten Ausführungen kann auf eine Rückhalteeinrichtung unter ihnen verzichtet werden (siehe Abschnitt 5). Beim Öffnen der Verbindung müssen Tropfleckagen, die trotz sorgfältigen Entleerens und Spülens immer auftreten können, durch mobile Auffangwannen aufgefangen werden.

2.1.3 Armaturen

2.1.3.0 Vorbemerkungen

Bei Armaturen muss das Schließorgan betätigt werden. Dies geschieht über eine manuell oder elektrisch bzw. pneumatisch angetriebene Spindel. Armaturen können in Rohrleitungen eingeschweißt oder eingeschraubt werden. Die mit Abstand häufigste Verbindungsart ist aber die Flanschverbindung.

Sowohl die Spindeldurchführung als auch die Flanschverbindung können undicht werden. Insofern sind beide Stellen bei der Beurteilung einer Armatur als technisch dauerhaft dicht oder technisch dicht zu betrachten. Eine Armatur gilt nur dann als technisch dauerhaft dicht, wenn beide Stellen – sowohl die Spindeldurchführung als auch die Flanschverbindung – technisch dauerhaft dicht sind. Bezüglich der Flanschverbindungen wird auf die Ausführungen zu 2.1.2.1 und 2.1.2.2 verwiesen. Die Unterabschnitte 2.1.3.1 und 2.1.3.2 behandeln daher nur die Spindeldurchführungen.

2.1.3.1 Technisch dauerhaft dichte Armaturen

Technisch dauerhaft dichte Armaturen sind solche, bei denen Tropfleckagen/Leckagen durch besondere technische Vorkehrungen ausgeschlossen sind. Dies sind z. B. Armaturen mit Anschlussflanschen gemäß 2.1.2.1 und mit besonderen Dichtheitsanforderungen an die Spindel- bzw. Wellenabdichtung, wie

- Armaturen mit Faltenbalg nach DIN EN 13709:2010,
- doppelwandige Armaturen mit Leckanzeigesystem,
- Armaturen mit Stopfbuchsen mit selbsttätig nachstellenden Packungen,
- Armaturen mit Sicherheitsstopfbuchsen.

Bei anderen Ausführungen von technisch dauerhaft dichten Armaturen muss die Gleichwertigkeit zu vorgenannten Typen gegeben sein. Systeme nach TA Luft sind in der Regel geeignet. Für Sonderbauarten, z. B. hydraulisch abgestützte Doppelmembranabdichtung, ist die Bewertung durch einen Sachverständigen erforderlich. Neben dem reinen Nachweis der Dichtheit der Armatur unter Betriebsbedingungen ist dabei zu untersuchen, inwieweit fehlerhafte Montage ausgeschlossen werden kann, potenzielles Materialversagen von Dichtelementen unschädlich bleibt und welche Instandhaltungsmaßnahmen für die dauerhafte Dichtheit der Armatur erforderlich sind. Dabei kann der Sachverständige qualifizierte Angaben Dritter berücksichtigen.

Die Aufzählung der als technisch dauerhaft dicht eingestuften Spindeldurchführungen ist nicht abschließend. Berücksichtigung haben aus Gründen der besseren Lesbarkeit nur die gängigen Varianten gefunden. Neben den genannten gibt es auch andere Bauarten der Spindeldurchführung, die technisch dauerhaft dicht sein können. Diese müssen durch einen Sachverständigen nach AwSV beurteilt werden. Hierzu kann auf die Aussagen in Abschnitt 2.1.2.1 letzter Absatz verwiesen werden.

Armaturen mit einfacher Stopfbuchse zählen entgegen der Fassung der TRwS 780-1:2001 nicht mehr zu den technisch dauerhaft dichten Armaturen, sondern gelten nur noch als technisch dicht. Es ist dies eine gewollte Verschärfung, die eine Folge der Definition von „technisch dauerhaft dicht“ als wartungsfreie Konstruktion ist. In diesem Zusammenhang muss verdeutlicht werden, dass der Verzicht auf eine Rückhalteeinrichtung unter Rohrleitungen ein Privileg ist. Im Sinne des Besorgnisgrundsatzes muss dieser Verzicht auf eine wesentliche Schutzmaßnahme an anderer Stelle – hier bei der Konstruktion der flüssigkeitsumschließenden Wandungen – durch zusätzliche Maßnahmen ausgeglichen werden. Der geringe Mehraufwand für den Verzicht von Armaturen mit einfacher Stopfbuchse ist vor diesem Hintergrund zweifellos zumutbar und verhältnismäßig. Sehr oft wird sich diese Frage lösen lassen, indem man eine solche Armatur, wenn man schon nicht darauf verzichten will oder kann, an einer geeigneten Stelle im Bereich der Dichtflächen einer Produktionsanlage oder eines Tanklagers anordnet.

2.1.3.2 Technisch dichte Armaturen

Armaturen sind technisch dicht, wenn konstruktionsbedingt die Dichtungen nicht aus dem Gehäuse herausgedrückt werden können und zur Verhinderung von Leckagen regelmäßige Wartungsmaßnahmen durchgeführt werden. Technisch dichte Armaturen sind z. B. Armaturen mit Stopfbuchse, nach DIN 3356-1:1982, die nach einem Instandhaltungsplan gewartet und auf Dichtheit kontrolliert werden.

Technisch dicht sind alle Armaturen, deren Flansche oder Spindeldurchführungen einer gewissen Wartung und Instandhaltung bedürfen. Dies ist im Instandhaltungsplan festzulegen. Ansonsten kann auf die Ausführungen zu den Verbindungen verwiesen werden.

2.1.4 Abtragsrate

Die Abtragsrate ist die Verringerung der Wanddicke in einem bestimmten Zeitraum, zumeist einem Jahr. Der Abtrag darf innerhalb der Prüfintervalle der Dichtheitsprüfung zu keiner unzulässigen Schwächung der Rohrleitung führen. Nicht zeitabhängige Schädigungsmechanismen (also Schädigungsmechanismen, die sich nicht zeitlich vorhersagen lassen) wie z. B. Lochfraß, Spannungsrisskorrosion oder interkristalline Korrosion, müssen nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik bzw. nach Betriebserfahrung ausgeschlossen sein. Zweiphasenströmungen sind gesondert zu betrachten (z. B. Erosion, Abrasion).

Die Abtragsrate ist die gemittelte Veränderung der Wanddicke über die Zeit $\Delta s/\Delta t$. Sie wird durch Wanddickenmessungen an repräsentativen Stellen zu verschiedenen Zeitpunkten ermittelt. Die Wanddickenänderung wird auf ein Jahr bezogen und hat die Einheit mm/a. Es ist nicht erforderlich, dass die Abtragsrate jedes Jahr ermittelt wird; die zeitlichen Abstände der Messungen richten sich nach den erwarteten Abträgen und den vorhandenen Korrosionszuschlägen.

Im Regelfall werden sich für jeden Messpunkt andere Ergebnisse ergeben. Je nach den Umständen des Einzelfalls können nicht alle an einem Rohrleitungssystem ermittelten Messergebnisse zu einer einzigen Abtragsrate gemittelt werden. In Bögen, Abzweigungen, Querschnittsänderungen und hinter Einbauten (z. B. Messblenden) können ganz andere Abtragsraten auftreten als im geraden Rohr. Dies ist schon bei der Auswahl der Messpunkte zu berücksichtigen und erfordert eine bauteilspezifische Auswertung der Messungen, die trotz gleicher Betriebsverhältnisse zu örtlich unterschiedlichen Abtragsraten in einer Rohrleitung führen kann.

Nachstehendes Bild K-4 zeigt schematisch das Ergebnis von Wanddickenmessungen und die daraus ermittelte Abtragsrate unter Verwendung verschiedener Messwerte in der Zeitreihe. Es ist ersichtlich, dass sich Abweichungen ergeben, wenn über unterschiedliche Zeiträume ausgewertet wird. Dies liegt im Wesen der Mittelwertbildung von Messwerten, wenn die Kurve nicht linear verläuft. Im Beispiel ist $\text{Abtragsrate } 4 > \text{Abtragsrate } 1 > \text{Abtragsrate } 2 > \text{Abtragsrate } 3$. Damit kommt auch die Prognose über die weitere Schwächung der flüssigkeitsumschließenden Wandungen zu unterschiedlichen Ergebnissen. Es empfiehlt sich daher, zwei Abtragsraten zu bestimmen: einmal zwischen den beiden letzten Messungen und einmal zwischen erster und letzter Messung. Dies erlaubt es, Abweichungen vom langjährigen Mittel, etwa durch schädliche Betriebseinflüsse (z. B. Feuchtigkeitseinbruch, Abrasion durch erhöhten Feststoffgehalt oder höhere Strömungsgeschwindigkeiten) zu erkennen. Bei unerwarteter Beschleunigung des Abtrags empfiehlt sich eine Kontrollmessung nach relativ kurzer Zeit, die aber unter Berücksichtigung der Messunsicherheiten lang genug sein muss, um verlässlich Veränderungen messen zu können. Auf jeden Fall gehört die Auswertung von Wanddickenmessungen mit der Bestimmung der Abtragsrate und damit einhergehend die Prognose für die zukünftige Entwicklung der Wanddicke in die Hände von Fachleuten.

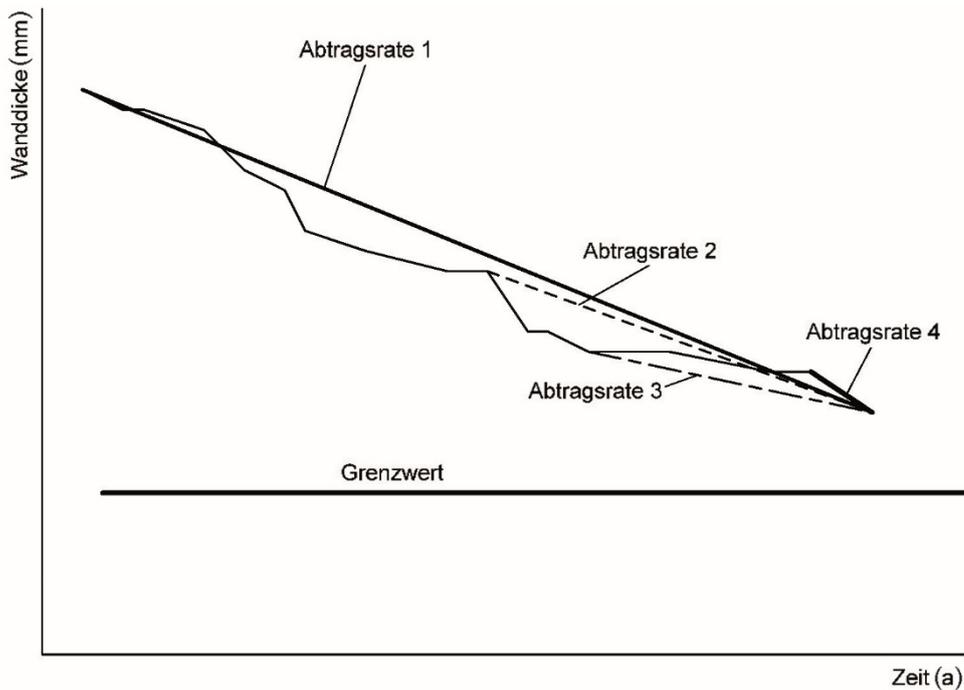


Bild K-4: Schematische Darstellung von Wanddickenmessungen und der daraus ermittelten Abtragsrate

Um zu einem zuverlässigen Ergebnis zu kommen, muss der Mechanismus des Abtrags bekannt sein: z. B. Flächenkorrosion, Erosion/Abrasion, Muldenkorrosion. Bei Schädigungsmechanismen, die die Wandung gleichmäßig schädigen, genügen bereits verhältnismäßig wenige Messpunkte, um zu einem zuverlässigen Ergebnis zu kommen. Im Fall der großflächigen Muldenkorrosion sind viele Messpunkte nötig, um über eine Mittelung der Werte eine Aussage treffen zu können. Teilweise wird das Ergebnis zu konservativ, teilweise aber auch zu optimistisch sein. Es empfiehlt sich daher, die Standardabweichung der Messwerte zu bestimmen. Je höher diese ist, desto größer sind die Unsicherheiten der gemittelten Abtragsrate und desto vorsichtiger muss man bei der Beurteilung der zukünftigen Entwicklung der Wanddicken sein. Wird mit der Ausbildung kleinflächiger oder einzelner Korrosionsmulden gerechnet, sollte unterstützend eine innere Besichtigung an lösaren Verbindungen zur Absicherung der Messungen in Erwägung gezogen werden.

Im Falle sehr lokaler und nicht zeitabhängiger Schädigungsmechanismen wie Lochfraß oder Spannungsrisskorrosion ist eine Wanddickenmessung ohne jede Aussagekraft und eine Lebensdauerabschätzung nicht möglich.

Die häufigsten Verfahren zur Messung von Wanddicken sind die Ultraschall-Wanddickenmessung und die Projektionsaufnahme mit Röntgen- bzw. Gammastrahlern (Bild K-5). Bei der Ultraschall-Wanddickenmessung wird noch zwischen Kalt- und Heißmessung unterschieden. Die Ergebnisse unterscheiden sich in ihrer Genauigkeit; es sollten daher immer nur Messungen bei vergleichbaren Temperaturen zur Bestimmung der Abtragsrate ausgewertet werden.

Bei Rohrleitungssystemen, die neu errichtet werden und bei denen zu erwarten ist, dass Wanddickenmessungen, zu welchem Zweck auch immer, notwendig werden können, empfiehlt es sich, eine sogenannte Nullmessung durchzuführen. Dies dient der eindeutigen Ermittlung des Ausgangszustands, in dem alle Materialtoleranzen und Abweichungen von der Planung enthalten sind.

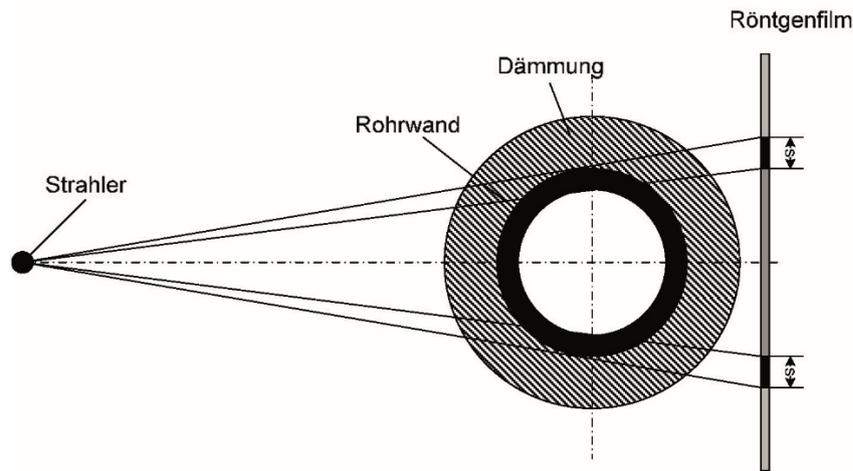


Bild K-5: Schematische Darstellung der Projektionsradiographie (s Wanddicke)

2.1.5 Lebensdauerabschätzung

Abschätzung der Zeit bis zum Erreichen eines Zustands der flüssigkeitsumschließenden Wandungen, für den eine ausreichende Widerstandsfähigkeit gegen mechanische und thermische Einflüsse aufgrund eines Abtrags durch Korrosion/Erosion nicht mehr gegeben ist (Restlebensdauer). Die Abschätzung erfolgt auf Basis der durch Messungen ermittelten Abtragsraten.

Die Lebensdauerabschätzung ist eine Vorhersage, wie lange eine Rohrleitung noch sicher betrieben werden kann. Es handelt sich dabei um die Fortschreibung von Schädigungen aus der Vergangenheit in die Zukunft. Zwingende Voraussetzung ist, dass die Betriebsweise unverändert bleibt; andernfalls wären die Voraussetzungen, unter denen der zeitliche Verlauf von Wanddickenminderungen ermittelt wurde, im weiteren Betrieb nicht mehr gegeben. Die Lebensdauerabschätzung ist mit Unsicherheiten behaftet, die umso größer sind, je ungleichmäßiger der Abtrag in zeitlicher und örtlicher Hinsicht ist (siehe hierzu auch die Erläuterungen zur Abtragsrate in Unterabschnitt 2.1.4).

In eine Lebensdauerabschätzung geht nicht nur die Verminderung der Wanddicke ein; dies ist jedoch die häufigste Ursache für den Verlust der Tragfähigkeit und der Dichtheit einer Rohrleitung. Sofern die entsprechenden betrieblichen Voraussetzungen vorliegen, sind auch Schwellbeanspruchungen oder Zeitstandschädigungen (Kriechen) zu berücksichtigen. Dies erfordert allerdings andere Messungen und Maßnahmen als Schädigung durch Korrosion oder Erosion.

Mit der Lebensdauerabschätzung werden neue Anforderungen an Rohrleitungen im Geltungsbereich dieser TRwS gestellt, die zukünftig bei allen Planungen von neuen metallischen Rohrleitungen berücksichtigt werden müssen. Planungen, Dokumentationen und Sachverständigen-Prüfungen werden für die Unternehmen dadurch aufwendiger. In Anbetracht der Tatsache, dass diese Anforderung nur für Werkstoffe mit einer eingeschränkten Beständigkeit gegen den Durchflussstoff gilt (siehe 3.6.3.6) und hiermit immerhin der Verzicht auf eine technische Sicherheitsmaßnahme verbunden ist, erscheint der Mehraufwand akzeptabel.

2.1.6 Sachverständige

Sachverständige sind von nach § 52 AwSV anerkannten Sachverständigenorganisationen bestellte Personen, die berechtigt sind, Anlagen zu prüfen und zu begutachten.

Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen, die gemäß § 46 Absatz 2 in Verbindung mit Anlage 5 AwSV oder § 46 Absatz 3 in Verbindung mit Anlage 6 AwSV der Prüfpflicht durch einen

Sachverständigen unterliegen, dürfen nur von Personen geprüft werden, die von nach § 52 AwSV anerkannten Sachverständigenorganisationen dazu benannt worden sind. Befähigte Personen, Sachkundige oder Sachverständige anderer Rechtsbereiche (z. B. BetrSichV, BImSchG) sind nicht befugt, Prüfungen gemäß AwSV durchzuführen. Wenn allerdings deren Erkenntnisse und Qualifikationen hinreichend dokumentiert und nachvollziehbar sind, kann der Sachverständige nach AwSV sich diese zu eigen machen. Über den Umfang der Berücksichtigung entscheidet der Sachverständige nach AwSV, wobei ihm auch die Interpretation der Ergebnisse Dritter obliegt.

Vom Begriff der „Prüfung“ ist die „Kontrolle“ im Sinne von § 46 Absatz 1 AwSV zu trennen. Kontrollen darf jeder durchführen, der damit beauftragt wurde und der von seiner Ausbildung und Erfahrung her dazu in der Lage ist.

2.1.7 Instandhaltung

Unter Instandhaltung werden alle Maßnahmen verstanden, die dem Erhalt des Sollzustands dienen. Dazu gehört die Kontrolle auf Veränderungen des Sollzustands einschließlich der betrieblichen Überwachung.

Der Begriff der Instandhaltung ist in DIN 31051:2012 definiert. Danach setzt sich die Instandhaltung zusammen aus Inspektion, Wartung und Instandsetzung. Die AwSV folgt dieser Definition nicht; die Instandsetzung ist nicht Teil der Instandhaltung, sondern ein eigener Vorgang.

Die Instandhaltung als Erhalt des Sollzustands mit ihren erforderlichen Maßnahmen ist auf die konkreten Bauformen der verwendeten Bauteile und auf die betrieblichen Anforderungen abzustimmen. Durch die Überwachungsmaßnahmen bestehend aus Sichtkontrolle (aber auch Riechen, Hören und Fühlen), Inspektion und Funktionsprüfung, sowie den Wartungsmaßnahmen wird der Sollzustand, hier im Wesentlichen die Dichtheit und ausreichende Widerstandsfähigkeit gegen mechanische, thermische und chemische Einflüsse der Anlagenkomponenten sichergestellt. Der Umfang der Maßnahmen ist von der konkreten baulichen Ausführung und Betriebsweise abhängig. Beispielsweise ist bei einer weniger aufwendigen konstruktiven Gestaltung die Gewährleistung des Sollzustands durch entsprechend aufwendigere Instandhaltungsmaßnahmen auszugleichen.

Wenn bei den Kontrollen und Wartungen im Rahmen der Instandhaltung eine Abweichung vom Sollzustand festgestellt wird, geht die Instandhaltung in eine Instandsetzung, die den Sollzustand wiederherstellt, über.

Ein Lagerwechsel nach Ablauf der festgelegten Betriebszeit oder ein Ölwechsel sind Instandhaltungsmaßnahmen (= Erhalt des Sollzustands). Der Wechsel eines defekten Lagers, egal ob vor oder nach Erreichen der festgelegten Betriebszeit, ist eine Instandsetzung (= Wiederherstellung des Sollzustands).

2.1.8 Instandsetzung

Instandsetzung ist die Wiederherstellung des Sollzustands.

Die Instandsetzung ist entgegen DIN 31051:2012 nicht Teil der Instandhaltung, sondern ein eigenständiger Prozess, für den die AwSV Regelungen getroffen hat. Dies geht unter anderem daraus hervor, dass § 24 Absatz 3 AwSV für die Instandsetzung ein Instandsetzungskonzept verlangt und die Instandsetzung – im Gegensatz zur Instandhaltung – der Fachbetriebspflicht unterwirft.

2.1.9 Prüfung

Bei einer Prüfung wird der Istzustand festgestellt und mit dem Sollzustand verglichen. Die Abweichungen werden bewertet. Sofern der Sollzustand nicht mehr gegeben ist, folgt eine Instandsetzung. Prüfungen sind von Fachpersonal oder Sachverständigen durchzuführen.

Die AwSV kennt die Prüfung durch Sachverständige gemäß § 46 Absatz 2 AwSV und die Kontrolle gemäß § 46 Absatz 1 AwSV, mit der die Überwachung des betriebsfähigen Zustands der Anlage durch das Betriebspersonal gemeint ist.

Die Definition beschreibt, wie bei einer „Prüfung“ vorzugehen ist, unabhängig davon, wer auf welcher Rechtsgrundlage prüft. Die Prüfung ist demnach die Feststellung des Istzustands und der Vergleich mit dem Sollzustand. In diesem Sinne sind auch Prüfungen Dritter und Prüfungen nach anderen Rechtsvorschriften von der Definition erfasst. Prüfgegenstand muss nicht eine gesamte Anlage sein, sondern kann auch nur ein oder mehrere Anlagenteile umfassen.

Auch die Kontrolle im Sinne von § 46 Absatz 1 AwSV ist eine Art Prüfung, deren Umfang aber hinter einer Prüfung zurückbleibt. Die Prüfung verlangt von daher andere Kenntnisse und Arbeitsweisen als die Kontrolle. Prüfungen werden von befähigten Personen, Sachverständigen oder anderweitig qualifiziertem Personal (z. B. Personal für zerstörungsfreie Prüfungen, das nach DIN EN ISO 9712 zertifiziert ist) durchgeführt. Dazu sollten Prüf- bzw. Arbeitsanweisungen vorliegen. Der Sollzustand einer Anlage oder eines Anlagenteils muss dokumentiert sein; im Regelfall sind dies die Planungsunterlagen, nach denen die Anlage errichtet wurde.

Rohrleitungen, die wassergefährdende Stoffe fortleiten, sind im Regelfall Arbeitsmittel oder überwachungsbedürftige Anlagen gemäß BetrSichV, die durch eine zugelassene Überwachungsstelle (ZÜS) oder durch zur Prüfung befähigte Personen geprüft werden. Bei Rohrleitungen, die selber Anlagen gemäß AwSV sind, oder als Teil solcher Anlagen durch Sachverständige nach AwSV zu prüfen sind, entscheidet dieser Sachverständige, ob und in welchem Umfang er die Prüfergebnisse Dritter verwendet („sich zu eigen macht“). In dem Falle, da die Anlage nicht der Prüfpflicht nach AwSV unterliegt, entscheidet der Anlagenbetreiber, ob überhaupt die Anlage geprüft wird, und wenn ja, von wem. Die in dieser TRwS geforderten Prüfungen sind auf jeden Fall durchzuführen, und zwar sorgfältig und sachgerecht.

2.2 Abkürzungen

Abkürzung	Bezeichnung
AD	Arbeitsgemeinschaft Druckbehälter
AD 2000 HP	AD 2000-Merkblätter „Herstellen und Prüfen“
ANSI	engl. <i>American National Standards Institute</i>
API	engl. <i>American Petroleum Institute</i>
ATV-DVWK, DWA	Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.
AwSV	Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen
a	Abtragsrate in mm/a
a	Jahr
awg	allgemein wassergefährdend

Abkürzung	Bezeichnung
BetrSichV	Betriebssicherheitsverordnung
BRL	Bauregelliste
CE-Kennzeichen	Symbol der Freiverkehrsfähigkeit in der Europäischen Union
CrNi	Chrom-Nickel
CrNiMo	Chrom-Nickel-Molybdän
Cu	Kupfer
DGRL	Druckgeräte-Richtlinie (Richtlinie 2014/68/EU)
DHP	Dichtheitsprüfung
DIBt	Deutsches Institut für Bautechnik
DIN	Deutsches Institut für Normung e. V.
DN	Nenndurchmesser
DP	Druckprüfung
DruckbehV	Druckbehälterverordnung; außer Kraft getreten zum 1. Januar 2003. Die Regelungen wurden aufgrund der europäischen Druckgeräte-Richtlinie harmonisiert und in die Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) überführt
DVS	Deutscher Verband für Schweißen und verwandte Verfahren e. V.
DWA-A	DWA-Arbeitsblatt
EG	Europäische Gemeinschaft
EN	Europäische Norm
GGG	Grauguss mit Kugelgraphit
GS	Stahlguss
HBV-Anlagen	Anlagen zum Herstellen, Behandeln und Verwenden
ISO	engl. <i>International Organization for Standardization</i>
KOSTRA	Koordinierte Starkniederschlags-Regionalisierungs-Auswertungen
LA	Lebensdauerabschätzung
LAU-Anlagen	Anlagen zum Lagern, Abfüllen und Umschlagen
LAWA	Länderarbeitsgemeinschaft Wasser
MWV	Mineralölwirtschaftsverband
Ni	Nickel
PLT	Prozessleittechnik

Kommentar zum DWA-A 780-1

Abkürzung	Bezeichnung
PTFE	Polytetrafluorethylen
QM	Qualitätsmanagement
R- und I-Fließbild	Rohrleitungs- und Instrumentenfließbild
R_1	Rückhaltevolumen bis zum Wirksamwerden geeigneter Sicherheitsvorkehrungen
$R_{1,Armatür}$	Rückhalteinrichtung für technisch dichte Armaturen
$R_{1,Rohr}$	Rückhalteinrichtung für Rohre einschließlich Formteile
$R_{1,Verbindung}$	Rückhalteinrichtung für technisch dichte Verbindungen
RohrFLtgV	Rohrfernleitungsverordnung
St	Stahl
SV	Sachverständige nach AwSV
TA Luft	Technische Anleitung Luft
Ti	Titan
TRbF	Technische Regeln für brennbare Flüssigkeiten
TRBS	Technische Regeln für Betriebssicherheit
TRGS	Technische Regeln für Gefahrstoffe
TRR	Technische Regel Rohrleitungen
TRwS	Technische Regel wassergefährdender Stoffe
TÜV	Technischer Überwachungsverein e. V.
VAwS	Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen; außer Kraft getreten und abgelöst durch die AwSV zum 1. August 2017
VbF	Verordnung über brennbare Flüssigkeiten
VDI	Verein Deutscher Ingenieure e. V.
VdTÜV	Verband der Technischen Überwachungs-Vereine
WasBauPVO	Verordnung zur Feststellung der wasserrechtlichen Eignung von Bauprodukten und Bauarten durch Nachweise nach den Bauordnungen der Länder
WD	Wanddickenmessung
WGK	Wassergefährdungsklasse
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
ZP	Zustandsprüfung
ZÜS	Zugelassene Überwachungsstelle

3 Allgemeine Anforderungen

3.1 Grundsatz

- (1) Rohrleitungen müssen so beschaffen sein, dass sie den aufgrund der vorgesehenen Betriebsweise zu erwartenden mechanischen, chemischen und thermischen Beanspruchungen sicher genügen und dicht bleiben.
- (2) Dies ist erfüllt, wenn die nachfolgenden Unterabschnitte 3.2 bis 3.6 eingehalten werden.
- (3) Als Regelwerke für die Errichtung neuer Rohrleitungen müssen solche zur Anwendung kommen, die als allgemein anerkannte Regeln der Technik gelten, wie z. B. Normenreihe DIN EN 13480 oder AD 2000-Regelwerk; insbesondere AD 2000-Merkblatt HP 100 R:2017 mit den darin in Bezug genommenen Normen, oder gleichwertige Regelwerke. Das Vermischen unterschiedlicher Regelwerke sollte unterbleiben.
- (4) Für bestimmte Anlagenteile in Anlagen zum Lagern, Abfüllen oder Umschlagen wassergefährdender Stoffe ist nach den wasser- und bauordnungsrechtlichen Vorschriften⁴⁾ ein bauordnungsrechtlicher Verwendbarkeitsnachweis (z. B. allgemeine bauaufsichtliche Zulassung, allgemeine Bauartgenehmigung) erforderlich. Bei Vorliegen eines solchen Verwendbarkeitsnachweises ist sichergestellt, dass auch die wasserrechtlichen Anforderungen eingehalten werden. Gemäß § 63 Absatz 4 WHG in der Fassung vom 18.7.2017 gelten diese Anlagenteile als geeignet.
- (5) Anlagenteile, die nach der Verordnung (EU) Nr. 305/2011 (Bauproduktenverordnung) von einer harmonisierten europäischen Norm erfasst sind und eine CE-Kennzeichnung tragen, gelten bei einer wasserrechtlichen Eignungsfeststellung als geeignet, wenn die erklärten Leistungen des Anlagenteils alle wesentlichen Merkmale der harmonisierten Norm umfassen, die dem Gewässerschutz dienen. Entsprechen die erklärten Leistungen der Anlagenteile nicht diesen Anforderungen, müssen die fehlenden Leistungen auf andere Weise von der Anlage erbracht werden. Gemäß § 63 Absatz 4 WHG in der Fassung vom 18.7.2017 gelten diese Anlagenteile als geeignet.
- (6) Im Übrigen bleibt das Bauordnungsrecht unberührt.
- (7) In Anlagen zum Herstellen, Behandeln und Verwenden wassergefährdender Stoffe können Anlagenteile mit bauordnungsrechtlichen Verwendbarkeitsnachweisen verwendet werden, wenn vergleichbare Randbedingungen vorliegen. Für abweichende Bedingungen sind gesonderte Nachweise erforderlich.

Für den Rohrleitungsbau liegen umfangreiche Erfahrungen und bewährte Regelwerke vor. Diese Erfahrungen, insbesondere aus dem Bereich der alten Druckbehälterverordnung mit ihren technischen Regeln Rohrleitungen (TRR, überführt in AD-2000 Merkblätter) bzw. der Druckgeräterichtlinie (Richtlinie 2014/68/EU), sollten auf die TRwS übertragen werden. Diesen Ansatz verfolgte auch schon die TRwS 780-1:2001 mit Erfolg.

Die Grundsatzanforderung des § 17 Absatz 2 AwSV lautet: *„Anlagen müssen dicht, standsicher und gegenüber den zu erwartenden mechanischen, thermischen und chemischen Einflüssen hinreichend widerstandsfähig sein.“* Diese Anforderung gilt für alle eigenständigen Rohrleitungsanlagen gemäß AwSV oder Rohrleitungen als Teil einer Anlage zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen unabhängig von der Stufe des Gefährdungspotenzials, des Aggregatzustands des fortgeleiteten Stoffs, der Betriebsweise der Anlage oder der WGK. Sie gilt ganz besonders für Rohrleitungen, bei denen der Betreiber auf eine Rückhalteeinrichtung unter ihnen verzichten will.

⁴⁾ Siehe hierzu WHG und AwSV sowie die landesrechtlichen Verordnungen zur Feststellung der wasserrechtlichen Eignung von Bauprodukten und Bauarten durch Nachweise nach der Landesbauordnung (WasBauPVO).

Zu Absatz 1 TRwS 780-1:2018

Absatz 1 präzisiert diese Grundsatzanforderung dahingehend, dass unter „hinreichend widerstandsfähig“ zu verstehen ist, dass die Rohrleitungen unter den genannten Beanspruchungen ausreichend bemessen und dicht bleiben müssen.

„Mechanische Beanspruchungen“ entstehen durch Innendruck, Eigengewicht, Gewicht des Leitungsinhalts, Zusatzlasten durch Einbauten wie Armaturen, Zwängungsspannungen bei behinderter thermischer oder mechanischer Ausdehnung und ähnlichem. Eine Sonderform der mechanischen Belastung ist die Ermüdung durch Last- oder Temperaturwechsel. Die ausreichende Tragfähigkeit des Systems unter mechanischen Lasten wird mittels einer statischen Berechnung nachgewiesen.

Unter „thermischer Beanspruchung“ wird hier im Wesentlichen die Verringerung der Festigkeitseigenschaften der Werkstoffe, die bei Kunststoffen bedeutend sein kann, verstanden.

Mit „chemische Beanspruchungen“ ist gemeint, dass Korrosion sowie durch den Leitungsinhalt hervorgerufene Werkstoffveränderungen, wie z. B. Laugensprödigkeit, Auslösung von Lochfraß oder Spannungsrisskorrosion, oder Eigenschaftsveränderungen von Kunststoffen durch den Leitungsinhalt während der Einsatzdauer nicht dazu führen, dass die Wandungen einer Rohrleitung für die auftretenden mechanischen Belastungen nicht mehr ausreichend bemessen ist oder gar undicht wird. Dazu gehört auch die Verstärkung der Korrosion bei steigender Temperatur.

Zu Absatz 3 TRwS 780-1:2018

Absatz 3 verweist auf bewährte technische Regeln des Rohrleitungsbaus, die wegen ihres Bekanntheitsgrads bevorzugt angewandt werden sollten. Andere technische Regeln sind nicht ausgeschlossen, insbesondere nicht solche, auf die die EU-Gleichwertigkeitsklausel des § 15 Absatz 2 AwSV zutrifft. Die Gleichwertigkeit ist in einem solchen Fall vom Betreiber der Rohrleitung nachzuweisen.

Technische Regelwerke sollten nicht vermischt werden, da die einzelnen Anforderungen eines Regelwerks einer gemeinsamen Philosophie folgen. Eine eher moderate Anforderung an einer Stelle wird durch eine strenge Anforderung an anderer Stelle ausgeglichen, sodass sich insgesamt ein hohes Sicherheitsniveau ergibt. Würde man nun die moderaten Regelungen aus verschiedenen Regelwerken kombinieren („Rosinenpicken“), wäre das erreichte Sicherheitsniveau zweifelhaft. Will oder muss man dennoch verschiedenen Regelwerke kombinieren, so gehört dies in die Hände von Fachleuten, die nicht nur die Regelwerke dem Text nach kennen, sondern auch die dahinterstehenden Philosophien und Grundlagen.

Zu Absatz 4 und Absatz 5 TRwS 780-1:2018

Die Absätze 4 und 5 erinnern daran, dass bestimmte Bauteile zur Verwendung in LAU-Anlagen bauaufsichtlicher Verwendbarkeitsnachweise bedürfen. Auch wenn diese Verwendbarkeitsnachweise für HBV- und Rohrleitungsanlagen nicht gefordert werden, stellen sie auch für diese Anlagentypen wichtige Brauchbarkeitsnachweise, die ansonsten anderweitig durch den Anlagenbetreiber geführt werden müssten, und Erkenntnisquellen dar.

3.2 Materielle und konstruktive Anforderungen

3.2.1 Planung

(1) Rohrleitungen und die sie aufnehmenden Tragwerke (Rohrbrücken, Fundamente u. Ä.) sind fachkundig zu planen.

(2) Im Rahmen der Planung

- sind die zulässigen Betriebsdaten, die der Auslegung zugrunde gelegt werden, festzulegen;
- sind eventuelle Zusatzbelastungen zu ermitteln (z. B. Wind, Schnee, Erdbeben, Hochwasser, Verkehrslasten, Lasten an Anschlussleitungen, Druckstöße, schwellende Beanspruchung);

- ist das anzuwendende Regelwerk festzulegen;
 - sind Berechnung und Konstruktion durchzuführen;
 - sind Werkstoffe gemäß Absatz (5) und (6) auszuwählen;
 - ist die Beständigkeit der vorgesehenen Werkstoffe gemäß 3.2.5 zu ermitteln unter Berücksichtigung der Temperatur und der tatsächlichen Zusammensetzung der Durchflusstoffe. Gegebenenfalls sind angemessene Abnutzungszuschläge festzulegen;
 - sind alle Teile einer Rohrleitung zu beschreiben (Stückliste oder Spezifikation);
 - ist die Art der Fügeverbindungen zu beschreiben (einschließlich Vorbereitungen und verwendeter Hilfsmittel wie z. B. Schweißzusatzwerkstoffe);
 - sind Art, Umfang und Parameter der Prüfungen festzulegen;
 - sind Rohrpläne zu erstellen, aus denen der Verlauf und die Einbindung der Rohrleitung in die Anlage hervorgeht (Lage von Armaturen und Ausrüstungsteilen, Lage und Art von Anschlussleitungen, Art und Lage der Halterungen);
 - sind, soweit erforderlich, besondere sich aus der Konstruktion ergebende Hinweise für die Instandhaltung zu ermitteln;
 - sind gegebenenfalls Erkenntnisse aus Betriebserfahrungen vergleichbarer Rohrleitungen zu berücksichtigen;
 - ist der Schutz gegen Außenkorrosion gemäß 3.2.7 und gegen mechanische Beschädigung gemäß 3.2.8 festzulegen;
 - sind weitere projektspezifische Besonderheiten gegebenenfalls zu berücksichtigen.
 - Die unter Absatz 2 genannten Punkte sind für alle Rohrleitungen, auf die diese TRwS angewendet wird, in einer Dokumentation zusammenzustellen.
- (3) Die Rohrleitung, sämtliche Rohrleitungsteile und die Tragwerke sind gemäß den einschlägigen technischen Regeln und Normen unter Berücksichtigung aller auftretender Einwirkungen (mechanische, thermische und chemische) statisch nachzuweisen. Neben den Spannungsnachweisen sind auch Verformungs- und Stabilitätsnachweise erforderlich (z. B. Berechnung der zulässigen Stützweiten). Die statische Berechnung ist abhängig vom Genehmigungsverfahren gegebenenfalls zu prüfen.
- (4) Rohre, Formstücke, Flansche, Dichtungen, Verbindungselemente sowie Gehäuse von Armaturen und Förderaggregaten, sowie sonstige Ausrüstungsteile bzw. Einbauten sind aus Werkstoffen herzustellen, die bei der niedrigsten und höchsten Auslegungstemperatur ausreichende mechanische Eigenschaften aufweisen. Die Werkstoffe einschließlich ihrer Schweißverbindungen müssen ausreichende Zähigkeitseigenschaften aufweisen („Leck vor Bruch“-Kriterium). Je nach gewähltem Regelwerk sind insbesondere Werkstoffe nach AD 2000-Merkblatt W (in den darin genannten Anwendungsgrenzen) mit Ausnahme AD 2000 W 3/1:2015 oder nach DIN EN 13480-2:2017 geeignet. Andere Werkstoffe können verwendet werden, wenn ihre Eignung durch das Gutachten eines Sachverständigen für Werkstoffe nachgewiesen ist.
- (5) Schaugläser in den Einbauten sind entsprechend AD 2000-Merkblatt A 404: 2001 Abschnitt 5 bzw. Schaugläser mit metallverschmolzenen Schauglasplatten sind entsprechend DIN 7079-1:2015, auszuführen.

Eine sachgerechte und vollständige Planung ist unabdingbare Voraussetzung dafür, dass die ausgeführte Rohrleitung in formaler und technischer Hinsicht den Anforderungen der AwSV entspricht. Planungsfehler sind am schnellsten gemacht und ihre Beseitigung wird um so teurer, je später sie bemerkt werden. Im schlechtesten Fall kann gar die Unbrauchbarkeit der Rohrleitung die Folge sein. Von daher wurde in die Grundsatzanforderungen des § 17 AwSV neben Errichtung, Beschaffenheit und Betrieb auch die Planung aufgenommen. Bestrebungen des Gesetzgebers, die Planung

wegen ihrer Bedeutung für die Sicherheit der Anlage fachbetriebspflichtig zu machen, scheiterten aus verschiedenen Gründen. Nichts desto trotz gehört die Planung von Rohrleitungsanlagen in die Hände von Fachleuten.

Zu Absatz 1 TRwS 780-1:2018

Absatz 1 stellt die Forderung nach fachgerechter Planung und weist darauf hin, dass zu einer Rohrleitung auch die Systeme, die der Lastabtragung dienen (hier beispielhaft genannt Rohrbrücken und Fundamente), gehören. Zu den Lasten, die abgetragen werden müssen, gehören nicht nur Vertikallasten aus Eigengewichten, sondern auch Horizontallasten z. B. aus behinderter Dehnung. Besonders wichtig ist in dieser Beziehung die Ausbildung von Festpunkten.

Zu Absatz 2 TRwS 780-1:2018

Absatz 2 nennt die wesentlichen Einflussgrößen, die bei der fachkundigen und vollständigen Planung berücksichtigt werden müssen. Die Auflistung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

■ Die zulässigen Betriebsdaten sind die Grundlage für die Bemessung aller Teile einer Rohrleitung. Sie dürfen im späteren Betrieb nicht überschritten werden; sofern dies möglich ist, sind Absicherungsmaßnahmen, z. B. Sicherheitsventile, vorzusehen. Zu diesen festzulegenden Betriebsdaten gehören insbesondere der Innendruck, die Temperatur, die Dichte des Rohrleitungsinhalts, das Gewicht von Dämmungen und, sofern zutreffend, Unterdrücke. Die zulässigen Betriebsdaten müssen einen ausreichenden Abstand von den Arbeitsparametern haben. Besondere Aufmerksamkeit ist der thermischen Ausdehnung von eingeblockten Flüssigkeiten zu widmen; es entstehen sehr schnell hohe Drücke, die nur durch Absicherungsmaßnahmen begrenzt werden können (Thermalentspanner, Ausdehnungsgefäße u. Ä.).

■ Zusatzbelastungen sind alle Belastungen des Systems, die nicht aus dem System selber stammen, sondern ihm von außen aufgeprägt werden. Die häufigsten und wichtigsten Zusatzlasten sind:

- nennenswerte Windlasten treten bei Rohrleitungen großen Durchmessers im Freien auf. Welche Windlasten anzusetzen sind, ergibt sich gemäß DIN EN 1991-1-4 und DIN EN 1991-1-4/NA in Abhängigkeit von der Windlastzone, der Höhe über Geländeoberkante und dem Geländeprofil;
- Schneelasten dürften nur in seltenen Fällen für Rohrleitungen großen Durchmessers im Freien zu berücksichtigen sein. Sie sind in DIN EN 1991-1-3/NA vorgegeben. Allerdings muss unter Umständen auch einer Eisbildung Rechnung getragen werden, die unabhängig vom Rohrlitungsdurchmesser nennenswerte Zusatzlasten bewirken kann. Bei Leitungen, die mit erhöhten Temperaturen betrieben werden, kann diese Betrachtung entfallen.
- Deutschland ist gemäß DIN EN 1998-1/NA (Vorgängerdokument DIN 4149) je nach der erwarteten Stärke von Erdbeben in Zonen aufgeteilt:
 - Gebiete sehr geringer seismischer Gefährdung (ohne Zonenangabe),
 - Gebiete geringer seismischer Gefährdung (Zone 0),
 - Gebiete geringer bis mittlerer seismischer Gefährdung (je nach Intensität eines Erdbebens Zone 1 – Zone 3).

Für Bauwerke, die in erdbebengefährdeten Gebieten der Zonen 1 bis 3 errichtet werden, sind die Zusatzbelastungen, die durch Erdbeben entstehen, im statischen Nachweis zu berücksichtigen.

- Hochwasser belastet bauliche Strukturen durch Auftrieb, Strömungskräfte und den Anstoß durch mitgeführtes Treibgut. Überschwemmungsgebiete sind durch § 76 WHG definiert. Es sind dies Gebiete zwischen oberirdischen Gewässern und Deichen oder Hochufern und sonstige Gebiete, die bei einem Hochwasser eines oberirdischen Gewässers mit einer 100-jährigen Wiederkehrwahrscheinlichkeit (HQ_{100}) überschwemmt oder durchflossen oder die für Hochwasserentlastung oder Rückhaltung beansprucht werden. Solche Überschwemmungsgebiete

wurden gemäß §§ 73, 74 WHG von der zuständigen Behörde ermittelt und bekanntgemacht. Entsprechende Hochwasserkarten wurden veröffentlicht und sind allgemein zugänglich.

- Verkehrslasten, auch als Nutzlasten bezeichnet, sind z. B. Lasten infolge von Personen, Einrichtungsgegenständen, Lagerstoffen, Maschinen oder Fahrzeugen. Für Rohrleitungen dürfen Verkehrslasten eher selten zu berücksichtigen sein, da sie weder als Auflage für Laufstege oder Kabelbahnen noch als Anschlagpunkte für Kettenzüge u. Ä. benutzt werden dürfen.
- Lasten an Anschlussleitungen sind Lasten, die von einer angeschlossenen Rohrleitung her auf die betrachtete Rohrleitung einwirken. Es handelt sich um Lasten aus der behinderten thermischen und mechanischen Dehnung des Systems und den Eigenlasten beider Rohrleitungen. Zur Berechnung stehen Computerprogramme zur Verfügung.
- Druckstöße entstehen durch die schnelle Abbremsung strömender Stoffe wie sie beim Schließen von Armaturen vorkommt. Sie können erhebliche Spitzendrücke erreichen, insbesondere in flüssigkeitsführenden Rohrleitungen. Dabei treten Überdrücke in Strömungsrichtung vor der Armatur durch Auflaufen auf und Unterdrücke hinter der Armatur durch Abreißen der Flüssigkeitssäule. Die Höhe des Spitzendrucks hängt von Eigenschaften des Durchflusstoffs wie auch von Eigenschaften des durchflossenen Systems ab. Nichtbeachtung von Druckstößen kann zu schweren Schäden am Rohrleitungssystem führen. Als Gegenmaßnahmen kommen z. B. verlängerte Schließzeiten der Armaturen oder Ausgleichsbehälter („Wasserschloss“) in Frage. Ganz vermeiden lässt sich der Druckstoß nicht.
- die schwellende Beanspruchung ist ein Sonderfall der wechselnden Belastung. Bei schwelender Last schwankt die Belastung periodisch oder stochastisch zwischen Null und einem Höchstwert (Belastungsfall II), bei wechselnder Last zwischen einem Kleinstwert kleiner Null und einem Höchstwert größer Null (Belastungsfall III). Belastungsfall I stellt die ruhende Belastung mit einem bestimmten Wert dar. Auch wechselnde Temperaturen führen zu einer zeitlich nicht konstanten Belastung des Rohrleitungssystems.

Tritt eine schwellende Belastung auf, egal ob durch Innendruck oder Temperatur, verlangt dies eine deutlich andere Bemessung und Ausführung des Rohrleitungssystems als bei ruhender Belastung.

- Das gewählte Regelwerk ist die Grundlage für Bemessung und Ausführung von Rohrleitungen. Seine Festlegung gehört daher zu den grundlegenden Entscheidungen ganz am Anfang einer Planung. Gängige Regelwerke für Rohrleitungen sind die AD-2000-Merkblätter HP 100 R für metallische Rohrleitungen, HP 110 R für Rohrleitungen aus textilverstärkten Duroplasten (GfK) und HP 120 R für Rohrleitungen aus thermoplastischen Kunststoffen. Ein weiteres Regelwerk ist DIN EN 13480 für metallische industrielle Rohrleitungen. Verschiedene Regelwerke dürfen nicht miteinander vermischt werden, siehe hierzu auch Kommentar zu 3.1 Absatz 3.
- Berechnung und Konstruktion sind die Grundlage der späteren Errichtung und müssen sorgfältig und vollständig entsprechend dem gewählten Regelwerk durchgeführt werden. Zur Berechnung und Konstruktion gehört auch die Vorgabe des Einbauorts und die Art der Auflagerungen, wie z. B. Festlager, Führungslager, Federhänger und -töpfe. Bei Letzteren gehören auch Angaben zu Tragfähigkeit und Einstellung dazu. Weiter gehört zur Berechnung der Dichtheitsnachweis von Flanschverbindungen gemäß DIN EN 1591-1.

Es ist nicht zwingend erforderlich, ein Regelwerk anzuwenden, jedoch dringend anzuraten. Wer nach eigenen Regeln arbeitet, muss nachweisen, dass seine Regeln die Anforderungen, die der Besorgnisgrundsatz des WHG an die Rohrleitung stellt, erfüllen. Er muss seine Regeln dem Prüfer und eventuell der Behörde plausibel machen, was bestenfalls mit sehr hohem Aufwand verbunden ist und schlimmstenfalls mit der Zurückweisung der Konstruktion endet.

- Werkstoffe müssen gegen die auftretenden mechanischen, thermischen und chemischen Belastungen hinreichend widerstandsfähig sein (§ 17 Absatz 2 AwSV). Die mechanische Widerstandsfähigkeit hängt von der Festigkeit der verwendeten Werkstoffe und der verbauten Wanddicke ab, die chemische Beständigkeit nur vom Werkstoff. Weiter müssen die verwendeten Werkstoffe

ausreichende Zähigkeitseigenschaften bei der tiefsten zulässigen Betriebstemperatur aufweisen. Soweit genormte Werkstoffe verwendet werden können, sollte diesen der Vorzug gegeben werden. Ansonsten ist die Eignung durch ein Werkstoffgutachten nachzuweisen. Als Nachweise gelten z. B. auch die VdTÜV-Werkstoffblätter oder europäische Werkstoffzulassungen gemäß Artikel 15 der Druckgeräte-Richtlinie (Richtlinie 2014/68/EU).

Wesentlich ist jedoch, dass die verwendeten Werkstoffe für die vorgesehenen Fügeverfahren geeignet sein müssen. Heutzutage kommt dafür regelmäßig das Schweißen in Frage. Die meisten metallischen Werkstoffe, die für Rohrleitungen zur Fortleitung wassergefährdender Stoffe verwendet werden, sind gut schweißbar.

■ Beständigkeit der vorgesehenen Werkstoffe

Werkstoffe, die zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen eingesetzt werden, müssen u. a. beständig gegen die Stoffe sein, mit denen sie in Berührung kommen. „Beständig“ meint in diesem Zusammenhang, dass ein Behälter oder eine Rohrleitung durch Abtrag weder undicht noch so geschwächt wird, dass die Tragfunktion bzw. Standsicherheit in Frage gestellt wird. Unter „Abtrag“ wird dabei nicht nur Korrosion durch den wassergefährdenden Stoff, sondern auch Erosion, Abrasion oder Korrosion von außen u. Ä. verstanden. Die Beständigkeit des Werkstoffs ist daher eine der zentralen Anforderungen nicht nur an Rohrleitungen im Sinne dieser TRWS. Zur Ermittlung des Korrosionsverhaltens von Werkstoffen gibt es eine sehr umfangreiche Literatur, die soweit erforderlich, zu Rate gezogen werden muss.

Das Maß für die Beständigkeit gegen Innenkorrosion ist die Abtragsrate. Es wird unterschieden zwischen folgenden Abtragsraten:

- $\leq 0,1$ mm/a, beständig
- $> 0,1$ mm/a und $\leq 0,5$ mm/a, bedingt beständig
- $> 0,5$ mm/a, unbeständig

Die Abtragsrate stellt ein Kriterium für die Zuordnung von Rohrleitungen zu den Rohrleitungstypen dar (siehe Abschnitt 4).

■ Die Rohrleitungsteile, aus denen die Rohrleitung hergestellt wird, müssen beschrieben oder sonst wie spezifiziert werden. Dies geschieht ganz überwiegend und zweckmäßig über einschlägige Normen, z. B. DIN EN 10216 für nahtlose Stahlohre, DIN EN 10217 für geschweißte Stahlrohre, DIN EN 1092 für Flansche oder DIN EN 10253 für Formteile. Die erforderlichen Angaben müssen in Form von Stücklisten oder Spezifikationen vorliegen.

■ Die einzelnen Rohrleitungskomponenten werden durch Fügeverbindungen zu einem betriebsfähigen System zusammengefügt. Die Art der Fügeverbindungen ist im Rahmen der Planung festzulegen und zu beschreiben. Dazu gehören:

- Art der Fügeverbindung, z. B. Schweißen, Hartlöten, Weichlöten, Kleben, Laminieren, Schrauben, Flanschverbindungen, Pressverbindungen,
- erforderliche Vorbereitungen der Verbindung, z. B. Schweißnahtvorbereitung nach DIN EN 1708, Fügelängen beim Löten, Kleben oder Laminieren,
- Fügeverfahren wie E-Hand-Schweißen, WIG-Schweißen, Spiegelschweißen, Warmgasschweißen,
- Schweißzusatz- und -hilfsstoffe, Harze und Gläser bei Laminatverbindungen,
- Angabe, welche Verbindungen in der Werkstatt oder in der Anlage (Montageverbindungen) hergestellt werden,
- Anforderungen an die Umgebungsbedingungen bei Herstellung der Fügeverbindung, soweit erforderlich,
- Angabe von Arbeitspositionen, z. B. beim Schweißen in Zwangslage,

- Angaben zu erforderlichen Wärmebehandlungen (Vorwärmen oder Glühen, Tempern von Laminatverbindungen),
 - bei Flanschverbindungen Art, Werkstoff und Nenndruckstufe der Flanschpaarung, Art und Werkstoff der Schrauben, Art und Werkstoff der Dichtungen, Montageanweisung mit Angaben zum Montagewerkzeug und Schrauben-Anzugsdrehmomenten.
- Art, Umfang und Parameter der Prüfungen sowie Güteanforderungen müssen im Rahmen der Planung in Abhängigkeit vom Werkstoff, der Gefährlichkeit des Durchflusstoffs, den Eigenheiten des Fügeverfahrens u. Ä. festgelegt werden. Für Schweißverbindungen sind dies z. B. die AD-2000-Merkblätter HP 5/1 und HP 5/3, die auch Angaben zur Durchführung einer zerstörungsfreien Prüfung enthalten, sowie DIN EN ISO 5817 (Vorgängerdokument DIN EN 25817).
 - Rohrpläne zeigen den Verlauf von Rohrleitungen. Auf ihnen müssen detailliert der Verlauf, Art und Lage der Auflagerungen, Einbauten nach Art und Lage sowie alle Anschlussleitungen eingezeichnet sein. Anstelle von Rohrplänen können auch Isometrien vorgelegt werden, wobei jedoch Rohrpläne vorliegen sollen, die die gesamte Leitung vereinfacht zeigen.
 - Soweit sich aus der Konstruktion Hinweise für die Instandhaltung ergeben, z. B. an Stellen oder Teilen, die zum sicheren Betrieb besondere Aufmerksamkeit benötigen, sind diese anzugeben. Solche Teile können z. B. Pumpen, Armaturen, Flanschverbindungen, Federhänger o. Ä. sein.
 - Sofern bei der Planung einer Rohrleitung auf Erkenntnisse und Erfahrungen aus dem Betrieb vergleichbarer Rohrleitungen zurückgegriffen wurde, muss dies in den Planungsunterlagen unter Angabe, welcher Art diese Erfahrungen waren und wie sie die Planung beeinflusst haben, angegeben werden.
 - Es ist für die Dichtheit und Tragfähigkeit einer Rohrleitung letztlich egal, ob die Schwächung von außen oder von innen geschieht. Daher muss auch Korrosion von außen vermieden werden. Bei ferritischen Werkstoffen geschieht dies durch Korrosionsschutzmaßnahmen, die ganz überwiegend aus Anstrichen bestehen. Bei austenitischen Stählen ist ein Korrosionsschutz im Regelfall (Ausnahme Chloridbelastung in Küstennähe oder durch benachbarte Anlagen) nicht erforderlich.
 - Sofern es projektspezifische Besonderheiten gibt, die für den Betrieb und die Instandhaltung von Bedeutung sind, sind diese in den Planungsunterlagen anzugeben.

Zu Absatz 3 TRwS 780-1:2018

- Die Beschreibung der Rohrleitung ist Teil der Anlagendokumentation. Sie muss alle Angaben enthalten, die zur sicherheitstechnischen Bewertung erforderlich sind. Mindestinhalt der Beschreibung sind die Angaben zu den in 3.2.1 Absatz 2 aufgezählten Punkten, insbesondere aber Stücklisten oder Spezifikationen.

Zu Absatz 4 TRwS 780-1:2018

Der statische Nachweis enthält die Berechnung aller Teile unter Berücksichtigung aller auftretenden Belastungen und des Lagerungskonzepts und wird in zwei Schritten durchgeführt:

- Die einzelnen Rohrleitungskomponenten werden nach den einschlägigen Berechnungsregeln für den festgelegten zulässigen Betriebsdruck und die festgelegte zulässige Betriebstemperatur bemessen.
- Zu erwartende Spannungen in der Rohrleitungsanlage bei maximal auftretenden Betriebsbedingungen (Innendruck, Temperatur, Eigengewichte, Füllung, Zusatzlasten, ggf. Eigengewichte von Dämmungen und Einbauten wie Armaturen usw.) werden mittels Stützweiten- und Elastizitätskontrolle berücksichtigt. Die sich dabei ergebenden maximalen Spannungen dürfen die von Werkstoff und Temperatur abhängigen zulässigen Spannungen unter Einrechnung des vom Regelwerk vorgegebenen Sicherheitsbeiwerts nicht überschreiten. Soweit erforderlich, sind betroffene Teile gegenüber der Auslegung gegen Innendruck zu verstärken.
- Wenn nicht bereits im vorherigen Schritt geschehen, sind Verformungs- und Stabilitätsnachweise zu führen, wie z. B. der Stützenabstand, der im Regelfall durch die zulässige Durchbiegung einer

Kommentar zum DWA-A 780-1

Rohrleitung begrenzt wird. Welche Durchbiegungen zulässig sind, entscheidet der Bauherr bzw. der Planer. AD-2000 HP 100 R nennt 3 mm für Leitungsdurchmesser kleiner oder gleich DN 50 und 5 mm für Leitungsdurchmesser größer DN 50.

Korrosionszuschläge werden bei der Berechnung der Tragfähigkeit nicht berücksichtigt.

Auch die tragenden Konstruktionen wie Rohrbrücken und Fundamente bedürfen eines statischen Nachweises. Je nach erforderlicher Genehmigung und vorgesehener Betriebsweise unterliegt der statische Nachweis einer Prüfung, z. B. für das Tragwerk durch einen Prüfstatiker, wenn eine Baugenehmigung beantragt wird, oder für die Rohrleitung durch eine notifizierte Stelle nach Druckgeräterichtlinie (Richtlinie 2014/68/EU).

Zu Absatz 5 TRwS 780-1:2018

Zwingend erforderlich für die Anwendung der TRwS 780-1:2018 ist die Verwendung ausreichend zäher Werkstoffe, die ein sogenanntes „Leck-vor-Bruch“-Verhalten aufweisen. Dies bedeutet, dass sich Schäden an den flüssigkeitsumschließenden Wandungen durch zunächst kleine Undichtheiten bemerkbar machen, bevor ein größeres oder gar vollkommenes Versagen der Wandungen eintritt. Bei ausreichend aufmerksamer Kontrolle einer Rohrleitung kann eingeschritten werden, bevor der Schaden größere Ausmaße annimmt.

Maß für die Zähigkeit eines Werkstoffs ist die Kerbschlagarbeit. Sie wird im Kerbschlagbiegeversuch für metallische Werkstoffe nach DIN EN ISO 148-1 und für Kunststoffe nach DIN EN ISO 179-1 ermittelt. Die Zähigkeit vieler Werkstoffe hängt von der Temperatur ab. Der Kurvenverlauf zeigt eine spröde Tieflage und eine zähe Hochlage; dazwischen liegt ein Übergangsbereich. Die genaue Lage des Übergangsbereichs hängt vom Werkstoff ab. So liegt z. B. die niedrigste zulässige Betriebstemperatur für P235GH (St 35.8 I) bei -10 °C , für P215NL (TTSt 35 N) bei -50 °C . Diese Grenzen können nach AD-2000 Merkblatt W10 durch Verringerung der zulässigen Spannungen zu tieferen Temperaturen hin verschoben werden (Beanspruchungsfall II mit Sicherheitsbeiwert 2, Beanspruchungsfall III mit $S = 6$); bei Neubauvorhaben dürfte jedoch kein Grund bestehen, davon Gebrauch zu machen.

Ein Werkstoff gilt als ausreichend zäh, wenn sich seine Kerbschlagarbeit bei der tiefsten zulässigen Betriebstemperatur in der Hochlage befindet. Er muss sich in dem von den einschlägigen Normen vorgeschriebenen Wärmebehandlungszustand befinden und nachweislich die dort für ihn geforderte Kerbschlagarbeit aufweisen. Bei Anwendung des AD-2000-Regelwerks sind die tiefsten zulässigen Anwendungstemperaturen für viele Stähle im Merkblatt W 10 angegeben. Schweißverbindungen von Stählen müssen eine Kerbschlagarbeit von mindestens 27 J bei der niedrigsten zulässigen Betriebstemperatur aufweisen (Anforderung für die Verfahrensprüfung gemäß AD-2000 Merkblatt HP 2/1). Grauguss aus Lamellengraphit (EN-GJL, früher GG), seinerzeit ein gängiger Werkstoff für Armaturen, ist damit im Geltungsbereich dieser TRwS nicht mehr einsetzbar. Weiterhin zulässig sind Armaturen aus Grauguss mit Kugelgraphit (EN-GJS, früher GGG), oder Stahlguss.

Zu Absatz 6 TRwS 780-1:2018

Schaugläser werden zur optischen Kontrolle und Beobachtung des Mediums in Rohrleitungen oder Behältern eingebaut. Für Rohrleitungen gibt es sie als einbaufertige Teile. Die Schauglasplatten sind in DIN 7080, DIN 7081, DIN 8902 oder DIN 8903 genormt. Sie bestehen aus Natronkalkglas oder Borosilikatglas. Auch Schaugläser müssen gegen die auftretenden mechanischen, thermischen und chemischen Belastungen hinreichend widerstandsfähig sein.

3.2.2 Prüfung und Nachweis der Güteeigenschaften

Die Güteeigenschaften der Rohre und Rohrleitungsteile sind nachzuweisen. Die Prüfung und der Nachweis der Güteeigenschaften der Rohre und Rohrleitungsteile erfolgen dann entsprechend dem zugrunde gelegten Regelwerk. Bei Verwendung in LAU-Anlagen sind die Erfordernisse von bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweisen zu beachten.

Es muss sichergestellt sein, dass die verbauten Werkstoffe denen entsprechen, die spezifiziert worden sind, und die geforderten Eigenschaften besitzen. Dies geschieht durch eine Rückverfolgung von der Baustelle bis zum Hersteller (Stahlwerk, nicht Händler!). Beim Hersteller werden die Werkstoffeigenschaften durch Versuche bestimmt und dokumentiert. Diese Dokumente müssen die Werkstoffe begleiten. Zwecks Zuordnung von Dokumenten und Werkstofflieferungen sind letztere mit eindeutigen Identifizierungsmerkmalen gekennzeichnet, die sich in den Dokumenten wiederfinden müssen. Neben dem Hersteller, dem Werkstoff und der Liefernorm können dies sein:

- eine Schmelzen- und/oder eine Los-Nr.,
- eine Blech- oder Rohr-Nr.,
- ein sonstiges Zuordnungskennzeichen.

Die Art der verfügbaren Werkstoffnachweise ist in DIN EN 10204 genormt:

- das Werkszeugnis 2.2 ist eine Bestätigung der Übereinstimmung mit der Bestellung unter Angabe von Ergebnissen nichtspezifischer Prüfung durch den Hersteller;
- das Abnahmeprüfzeugnis 3.1 ist eine Bestätigung der Übereinstimmung mit der Bestellung unter Angabe von Ergebnissen spezifischer Prüfung durch den von der Fertigungsabteilung unabhängigen Abnahmebeauftragten des Herstellers;
- das Abnahmeprüfzeugnis 3.2 ist eine Bestätigung der Übereinstimmung mit der Bestellung unter Angabe von Ergebnissen spezifischer Prüfung durch den von der Fertigungsabteilung unabhängigen Abnahmebeauftragten des Herstellers und den vom Besteller beauftragten Abnahmebeauftragten oder den in den amtlichen Vorschriften genannten Abnahmebeauftragten.

Spezifische Prüfung heißt, dass die Prüfungen stichprobenweise am Produkt durchgeführt wurden, etwa an Rohren aus einer Fertigungscharge. Unabhängiger Abnahmebeauftragter des Herstellers ist überwiegend dessen von der Fertigung unabhängige QM-Stelle. Bei Abnahmeprüfzeugnissen 3.2 muss eine Drittstelle die Richtigkeit der Prüfergebnisse des Beauftragten des Herstellers bestätigen. Händler sind keine Hersteller und dürfen demnach keine Abnahmeprüfzeugnisse ausstellen.

Welche Art von Nachweis für welchen Werkstoff und welches Produkt vorzulegen ist, geht aus dem gewählten Regelwerk hervor. Die Nachweise sind bei den Prüfungen der fertig errichteten Rohrleitung dem Prüfer vorzulegen.

Es ist üblich, dass bei der Bearbeitung von Halbzeugen die Werkstoffkennzeichnung beschädigt wird oder ganz verloren geht. In solchen Fällen muss die Kennzeichnung vor dem Bearbeiten von dazu berechtigten Personen übertragen werden, z. B. gemäß AD-2000 HP 0 Kap. 4.

3.2.3 Kompensatoren

- (1) Kompensatoren aus nicht metallischen Werkstoffen gelten als technisch dicht. Sie benötigen ein Rückhaltevolumen R_1 .
- (2) Kompensatoren aus metallischen Werkstoffen berechnet nach AD 2000-Merkblatt B 13:2012 oder gleichwertigem Regelwerk (z. B. DIN EN 13445-3:2017) gelten als technisch dauerhaft dicht. Sie benötigen kein Rückhaltevolumen R_1 .
- (3) Für die Anschlussflansche von Kompensatoren gelten die Festlegungen dieser TRwS.

Kompensatoren sind gewellte Rohrstücke mit großer Flexibilität (Balg), die zur Schwingungsentkopplung von Anlagenteilen, zur Aufnahme größerer Dehnungen und zur Begrenzung von Rohrsystemlasten, insbesondere zur Verringerung von Stützenkräften an Pumpen oder empfindlichen Apparaten, z. B. aus Graphit oder Glas, eingebaut werden. Es gibt Kompensatoren, die nur Längenänderungen (Axialkompensatoren), Versatz der Leitungen (Lateralkompensator) oder Verdrehungen (Angularkompensator)

pensatoren) ausgleichen. Sie können aus metallischen oder nicht metallischen Werkstoffen in ein- oder mehrlagiger Ausführung hergestellt werden. Sie werden meistens mit Flanschen eingebaut oder eingeschweißt.

Die Aufnahmefähigkeit von Kompensatoren für Dehnungen hängt von der Konstruktion ab und ist begrenzt. Daher muss ein Kompensator nicht nur für die auftretenden Betriebslasten, sondern auch für die erwarteten Dehnungen (nach Richtung und Größe) ausgelegt werden.

3.2.4 Errichtung

3.2.4.1 Allgemeines

Die ordnungsgemäße Errichtung ist durch den Einsatz von geeignetem Fach- und Aufsichtspersonal sicherzustellen. Die Fachbetriebspflicht gemäß § 62 AwSV bleibt unberührt.

Was genau unter „geeignetem Fach- und Aufsichtspersonal“ zu verstehen ist, ergibt sich aus der Arbeitsaufgabe und dem anzuwendenden Regelwerk. Beispielsweise seien genannt:

- AD-2000-Merkblätter der Reihe HP für das Schweißen, in denen Schweißaufsichtspersonal gemäß DIN EN ISO 14731 und nach DIN EN ISO 9606 geprüfte Schweißer gefordert sind;
- AD-2000-Merkblätter der Reihe HP für zerstörungsfreie Prüfungen, in denen nach DIN EN ISO 9712 zertifiziertes Prüfpersonal gefordert ist;
- DIN EN 1090 für Stahlbauten;
- DIN EN 1591-4 für Flanschverbindungen mit Anforderungen an das Personal, welches Flanschverbindungen montiert;
- § 62 Absatz 2 AwSV mit Anforderungen an das Personal von Fachbetrieben.

3.2.4.2 Anforderungen bei der Herstellung/Errichtung

(1) Insbesondere sind vom Hersteller/Errichter zu beachten:

- Einhaltung der sich aus 3.2.1: Absatz 5 und Absatz 6 ergebenden Vorgaben betreffend Werkstoffe und Abmessungen durch z. B. Wareneingangskontrolle;
 - Übereinstimmung der Rohrleitungsausführung mit den Planungsunterlagen;
- Ausführung der Schweiß- und Verlegearbeiten
 - durch Firmen, die über fach- und sachkundiges Personal für die Fertigung und Aufsicht sowie über Einrichtungen verfügen, um die Rohrleitungsteile sachgemäß verarbeiten und die notwendigen Prüfungen durchführen zu können. Es können auch Einrichtungen anderer Stellen, die die Voraussetzungen erfüllen, in Anspruch genommen werden.
 - Der Hersteller/Errichter von Rohrleitungen muss die schweißtechnischen Qualitätsanforderungen nach DIN EN ISO 3834-3:2006, erfüllen. Hinsichtlich der Schweißarbeiten gilt AD 2000-Merkblatt HP 100 R:2007 Nr. 7.2.2 bis 7.2.3.4. Für Lötarbeiten gilt AD 2000-Merkblatt HP 100 R:2007 Nr. 7.3. Die Prüfung der Schweißer und die Verfahrensprüfung kann auch nach der Normenreihe DIN EN ISO 9606 oder DIN EN ISO 14732:2013 bzw. der Normenreihe DIN EN ISO 15614 durchgeführt werden.
 - Sicherstellung der Einhaltung der Montagerichtlinien (z. B. Schraubenanzugsmomente).
- begleitende Qualitätssicherung während der Ausführung (z. B. zerstörungsfreie Prüfung, Sicherung der Rückverfolgbarkeit der eingesetzten Werkstoffqualitäten);

- sachgerechte Ausführung
 - der Begleitheizung und Dämmung (wenn vorhanden),
 - der Rohrleitungshalterungen,
 - des Korrosionsschutzes (sofern erforderlich),
 - des Anfahrsschutzes (sofern erforderlich).

(2) Die ordnungsgemäße Errichtung gemäß dieser TRwS muss durch den Hersteller/Errichter mit einer Bescheinigung bestätigt werden. Dokumentationen im Zuge von Prüfungen nach 3.6 bleiben unberührt.

Die Planung muss sorgfältig und fachgerecht umgesetzt werden. Daher ist der Errichter einer Rohrleitung verpflichtet, sich an die Planungsunterlagen zu halten, sach- und fachkundiges Aufsichts- und Handwerkspersonal sowie die nötige Ausrüstung einzusetzen und eine Qualitätssicherung zu betreiben. Der Hersteller/Errichter kann sich auch der Einrichtungen Dritter bedienen, wobei er allerdings für das sachgerechte Ergebnis verantwortlich bleibt. Werden Aufgaben an Dritte vergeben, wie etwa die zerstörungsfreie Prüfung, sind eindeutige Aufträge mit den jeweiligen Rechten und Pflichten sowie der klaren Definition der Aufgabe zu formulieren. Am Ende muss der Hersteller/Errichter bescheinigen, dass er seinen Auftrag vollständig und ordnungsgemäß in Übereinstimmung mit den Spezifikationen des Auftraggebers sowie den einschlägigen Regelwerken und Vorschriften erbracht hat. Zur ordnungsgemäßen Errichtung gehört auch die Erstellung der Dokumentation.

3.2.4.3 Zerstörungsfreie Prüfungen

3.2.4.3.1 Schweißverbindungen

Schweißverbindungen sind stichprobenweise durch zerstörungsfreie Prüfungen der von innen nicht einsehbaren Rundnähte (Verbindungsnahten) bei der Vorfertigung bzw. Montage vor der erstmaligen Inbetriebnahme zu prüfen. Der Prüfumfang richtet sich nach den Eigenschaften des Durchflusstoffs und des verarbeiteten Werkstoffs und ist vom Betreiber festzulegen. Mindestens sind die Prüfumfänge des AD 2000-Merkblatts HP 100 R:2007 Nr. 7.2.6 festzulegen. Der Prüfumfang muss mindestens der Kategorie I nach Anhang II der DGRL entsprechen. Für die Bewertung gilt AD 2000-Merkblatt HP 100 R:2007 Nr. 7.2.5 und 7.2.6.

Zerstörungsfreie Prüfungen geben Auskunft über die Qualität eines Erzeugnisses, ohne seine Gebrauchstauglichkeit einzuschränken. Im Gegensatz dazu wird ein Erzeugnis bei der zerstörenden Prüfung unbrauchbar. Beide Prüfungsarten können sich nicht gegenseitig ersetzen, sondern ergeben jeweils spezifische Aussagen. Die Prüfer müssen für das jeweilige Prüfverfahren nach den einschlägigen Normen zertifiziert sein, z. B. nach DIN EN ISO 9712.

Die bekanntesten zerstörungsfreien Prüfungen sind:

- Die häufigste zerstörungsfreie Prüfung von Schweißnähten ist die Sichtprüfung. Mit ihr können alle oberflächlichen Fehler und Geometrieabweichungen erkannt werden. Die Sichtprüfung verlangt eine ausreichende Sehfähigkeit des Prüfers und gute Beleuchtung. Angaben zur Sichtprüfung von Schweißnähten finden sich in DIN EN ISO 17637. Alle Schweißnähte müssen einer Sichtprüfung durch die verantwortliche Schweißaufsicht oder einem der von ihm beauftragten Fachleute durchgeführt werden.
- Die Durchstrahlungsprüfung von Schweißnähten wird mit einer Röntgenröhre oder den radioaktiven Isotopen Se-75, Ir-192 oder Co-60 durchgeführt. Sie ist ein bildgebendes Verfahren; als Ergebnis liegt ein belichteter Film vor oder eine digitale Aufnahme. Wirkprinzip ist die Schwächung der Strahlung durch das Material. Dunkle Stellen bedeuten wenig Material, helle Stellen viel Material. Die Durchführung der Prüfung und die einzuhaltenden Randbedingungen sind in DIN EN ISO 17636 (Vorgängerdokument DIN EN 1435) bzw. AD-2000 Merkblatt HP5/3 genormt. Das Ver-

fahren eignet sich gut zum Auffinden von Volumenfehlern wie Poren oder Einschlüssen. Risse werden gut erkannt, sofern sie parallel zur Durchstrahlungsrichtung liegen. Welche Strahlenquelle verwendet werden muss, hängt von der Gesamtdicke der zu durchstrahlenden Wandungen ab und ist in DIN EN ISO 17636 vorgegeben. Generell ist bei dünnen Wandungen eine Röntgenröhre oder Se-75 einzusetzen, bei sehr dickem Material (praktisch > 50 mm) Co-60.

- Die Ultraschallprüfung eignet sich gut zum Auffinden von flächenhaften Fehlern, wie z. B. Bindefehlern. Sie zeigt weniger gut runde volumenhafte Fehler wie Poren. Wirkprinzip ist die Reflexion von Schallwellen an Grenzflächen mit veränderten akustischen Eigenschaften, wie z. B. der Grenzfläche Luft/Metall. Eine problemlose Anwendung erfordert eine Wanddicke von mindestens 8 mm; dafür ist die Wanddicke nach oben nahezu unbegrenzt. Als Ergebnis liegt ein vom Prüfer aufgestelltes Prüfprotokoll vor. Von den Prüfnormen sei hier nur DIN EN ISO 17640 genannt.
- Die Farbeindringprüfung zeigt Fehler an, die zur Oberfläche hin offen sind. Nach Reinigung wird ein dünn flüssiges Farbmittel aufgesprüht, welches durch Kapillarwirkung in offene Fehler eindringt. Nach Reinigung wird ein Entwickler aufgesprüht, der das in den Werkstofffehlern verbliebene Farbmittel anzeigt. Es gibt fluoreszierende Farbmittel (werden unter UV-Licht sichtbar) und nicht fluoreszierende Farbmittel. Die Prüfnorm für Schweißnähte ist DIN EN ISO 3452-1.
- Die magnetische Streuflussprüfung zeigt Fehler an, die zur Oberfläche hin offen sind oder kurz unter der Oberfläche liegen. Das Prüfstück wird dabei magnetisiert. An Werkstofffehlern wird das Magnetfeld gestört, wodurch die Feldlinien nach außen austreten und durch Eisenpulver sichtbar gemacht werden können. Das Verfahren ist nur bei magnetischen Werkstoffen anwendbar, also z. B. nicht bei austenitischen Stählen oder Kupfer. Es ist für die Prüfung von Schweißnähten in DIN EN ISO 17638 genormt.

Eine Prüfung, auch eine zerstörungsfreie Prüfung, ist die Feststellung des Istzustands, der Vergleich mit dem Sollzustand und der Bewertung der Abweichungen. Die Zulässigkeit von Fehlern hängt im Wesentlichen von der sicherheitstechnischen Bedeutung des Prüfgegenstands ab. Die einschlägigen Normen und Regelwerke geben Zulässigkeitskriterien vor, wobei verschiedene Gütestufen definiert sind:

- AD-2000 Merkblätter HP 5/1 und HP 5/3 für alle Prüfverfahren,
- AD-2000 Merkblatt HP 100R für Rohrleitungen,
- DIN EN ISO 10675-1 „Durchstrahlungsprüfung, Zulässigkeitsgrenzen“,
- DIN EN ISO 11666 „Ultraschallprüfung, Zulässigkeitsgrenzen“,
- DIN EN ISO 23279 „Ultraschallprüfung., Charakterisierung von Anzeigen“,
- DIN EN ISO 23278 „Magnetpulverprüfung, Zulässigkeitsgrenzen“,
- DIN EN ISO 23277 „Eindringprüfung, Zulässigkeitsgrenzen“.

Es ist Aufgabe des Planers, in Zusammenarbeit mit dem zukünftigen Betreiber einer Rohrleitung, die erforderliche Gütestufe und den Umfang der Prüfungen, eventuell auch die Prüfverfahren, festzulegen. Zwar geben die Regelwerke einen gewissen Mindestumfang vor, jedoch haben viele Anlagenbetreiber für Rohrleitungen weitergehende Festlegungen getroffen, die abhängen von:

- der Gefährlichkeit des Durchflusstoffs,
- dem zulässigen Betriebsdruck und der zulässigen Betriebstemperatur,
- den Schwierigkeiten der schweißtechnischen Verarbeitung eines Werkstoffs,
- der Nähe zu inner- oder außerbetrieblichen Verkehrswegen,
- der Bedeutung der Rohrleitung für die Anlagenverfügbarkeit.

3.2.4.3.2 Hartlötverbindungen

- (1) Lötverbindungen sind durch zerstörungsfreie Prüfungen bei der Montage vor der erstmaligen Inbetriebnahme gemäß AD 2000-Merkblatt HP 100 R:2007 Nr. 7.3.2 zu prüfen. Der Prüfumfang muss mindestens der Kategorie I nach DGRL entsprechen.
- (2) Alternativ zu diesen zerstörungsfreien Prüfungen können auch Arbeitsprüfungen im vergleichbaren Umfang objektgebunden im Labor zerstörend oder zerstörungsfrei geprüft werden. Für die Bewertung gilt AD 2000-Merkblatt HP 100 R: 2007 Nr. 7.3.2.

3.2.5 Beständigkeit gegen Innenkorrosion / Schutz gegen Innenkorrosion

- (1) Die Rohrleitungen müssen gegen Innenkorrosion ausreichend beständig sein oder sind durch eine geeignete Beschichtung oder Auskleidung vor Innenkorrosion zu schützen. Gleichwertige Alternativen sind durch Gutachten eines Sachverständigen für Werkstoffe zu bestätigen.
- (2) Die Beständigkeit gegen Innenkorrosion ist nachzuweisen.
- (3) Es wird im Sinne dieser TRwS unterschieden zwischen
 - geeigneten Werkstoffen mit Abtragsraten $\leq 0,1$ mm/a;
 - bedingt geeigneten Werkstoffen mit Abtragsraten $> 0,1$ mm/a bis $\leq 0,5$ mm/a, bei deren Einsatz erhöhte Korrosionszuschläge und regelmäßige Wanddickenmessungen mit Lebensdauerabschätzung gemäß 3.6.3.6 erforderlich sind. In keinem Fall dürfen sich negative Auswirkungen auf die festigkeitsgebenden Erfordernisse ergeben.
- (4) Bei unlegierten und niedrig legierten ferritischen Stählen ist ein Korrosionszuschlag von mindestens 1 mm beim statischen Nachweis zu berücksichtigen. Bei nicht rostenden Edelstählen sowie Sondermetallen wie Cu, Ni, Ti oder Aluminium, kann ein geringerer Korrosionszuschlag angesetzt werden; gegebenenfalls kann dieser ganz entfallen. Örtliche Korrosion wie z. B. interkristalline Korrosion, Lochfraß, Spannungsrisskorrosion oder Korrosion unter Ablagerungen muss hinreichend sicher ausgeschlossen sein.
- (5) Angaben zur Werkstoffbeständigkeit können DIN 6601:2007, den DECHEMA-Tabellen oder anderen geeigneten Erkenntnisquellen entnommen werden.
- (6) Darüber hinaus sind Werkstoffe einsetzbar, deren Beständigkeit anderweitig nachgewiesen wird:
 - a) anhand vorhandener Anlagen oder Anlagenteile, die überprüfbar sind oder wiederkehrenden Prüfungen durch Sachverständige unterliegen, oder
 - b) anhand von Laboruntersuchungen, die aufgezeichnet sind und deren Ergebnisse bei erneuten Untersuchungen in gleicher Art erzielt werden, oder
 - c) anhand von Listen über die Korrosionsbeständigkeit von Werkstoffen, deren Randbedingungen bekannt und durch Laboruntersuchungen nachprüfbar sind.

Zu Absatz 1 TRwS 780-1:2018

Die Beständigkeit der eingesetzten Werkstoffe gegen den Durchflussstoff ist eine zentrale Forderung der AwSV, die in der TRwS 780-1 näher beschrieben wird. Unter „beständig“ wird verstanden, dass die Rohrleitung während der vorgesehenen Gebrauchsdauer dicht und standsicher bleibt. Sofern der Rohrleitungswerkstoff selbst nicht beständig ist, ist er durch eine geeignete beständige Innenauskleidung zu schützen, mithin die Beständigkeit und Standsicherheit durch einen Werkstoffverbund herzustellen. Dabei übernimmt der unbeständige Werkstoff die Tragfunktion, während die Auskleidung schädliche Einwirkungen des Durchflussstoffs von ihm abhält.

Zu Absatz 2 TRwS 780-1:2018

Wegen der grundlegenden Bedeutung der Beständigkeit für den sicheren Betrieb von Behältern und Rohrleitungen, die mit wassergefährdenden Stoffen betrieben werden, ist die Beständigkeit eines zur Anwendung vorgesehenen Werkstoffs in jedem Anwendungsfall nachzuweisen.

Zu Absatz 3 TRwS 780-1:2018

Die TRwS 780 macht zur Beständigkeit von Werkstoffen folgende Vorgaben:

- Werkstoffe mit einer Abtragsrate von $\leq 0,1$ mm/a sind uneingeschränkt beständig;
- Werkstoffe mit einer Abtragsrate von $> 0,1$ mm/a und $\leq 0,5$ mm/a sind bedingt beständig und bedürfen begleitender Maßnahmen, wenn sie eingesetzt werden sollen;
- Werkstoffe mit einer Abtragsrate von $> 0,5$ mm sind unbeständig.

Die Grenze von 0,1 mm/a für die uneingeschränkte Beständigkeit eines Werkstoffs entspricht dem Kriterium DIN 6601. Die Festlegung der oberen Grenze für die Abtragsrate von 0,5 mm/a für einsetzbare Werkstoffe ist aufgrund langjähriger Erfahrungen empirisch festgelegt und wird den Bedürfnissen der Praxis für einen ökonomischen Anlagenbetrieb gerecht. Unter besonderen Umständen können jedoch auch Werkstoffe mit einer Abtragsrate von mehr als 0,5 mm/a eingesetzt werden. Dies erfordert jedoch eine von vornherein begrenzte Gebrauchsdauer, eine angemessene Überwachung der Entwicklung des Abtrags durch Wanddickenmessungen sowie ausreichende Abnutzungszuschläge, die über das übliche Maß zum Teil deutlich hinausgehen. Formel ist damit der Geltungsbereich der TRwS 780-1 verlassen. Ob eine Rohrleitung aus einem solchen Werkstoff im Einzelfall noch den Besorgnisgrundsatz erfüllt, muss durch das Gutachten eines Sachverständigen nachgewiesen werden.

Zu Absatz 4 TRwS 780-1:2018

Je nach Werkstoff und erwarteter Abtragsrate ist bei der Bemessung ein Korrosionszuschlag (nach DIN 31051 „Abnutzungsvorrat“) vorzusehen. Dies ist Aufgabe des Planers auf der Basis der vom Betreiber der Rohrleitung erhaltenen Informationen. Gemäß AD 2000-Regelwerk beträgt der Abnutzungszuschlag für ferritische Stähle mindestens 1 mm. Er kann für austenitische Stähle und Sondermetalle in der Regel entfallen.

Im Einzelfall können für ferritische Stähle höhere Abnutzungszuschläge erforderlich sein. Auch sind Fälle möglich, in denen auch für austenitische Stähle oder Sondermetalle ein Abnutzungszuschlag sinnvoll werden kann. Speziellen Schädigungsmechanismen wie Lochfraß kann man mit Abnutzungszuschlägen nicht entgegenwirken.

Es erscheint widersprüchlich, die Verwendung von beständigen Werkstoffen zu verlangen und dann doch einen Korrosionszuschlag vorzugeben. Es wird jedoch daran erinnert, dass „beständig“ nicht bedeutet, dass jedweder Abtrag ausgeschlossen ist; es heißt lediglich, dass eine bestimmte definierte Abtragsrate nicht überschritten werden darf. Würde ein Werkstoff eine Abtragsrate von 0,09 mm/a aufweisen, gälte er noch als beständig im Sinne der Definition. Die Rohrwandung hätte indes in 10 Jahren 0,9 mm verloren. Vor diesem Hintergrund und unter Berücksichtigung der teilweise sehr langen Lebensdauer von Rohrleitungen erscheint die Forderung nach einem Abnutzungszuschlag von mindestens 1 mm nicht übertrieben.

Werkstoffe, die unter den vorliegenden Betriebsbedingungen zu Lochfraß oder Spannungsrisskorrosion neigen, sind unbrauchbar. Beide Korrosionsarten treten bei Vorliegen der entsprechenden Randbedingungen spontan auf und werden meistens erst festgestellt, wenn sie sich durch undichte Stellen bemerkbar machen.

Zu Absatz 5 TRwS 780-1:2018

Der Nachweis der Korrosionsbeständigkeit der eingesetzten Werkstoffe kann über die umfangreiche Literatur, über Laborversuche oder nachgewiesene Betriebserfahrung erfolgen. Ausdrücklich genannt sind DIN 6601 und die DECHEMA-Werkstoff-Tabellen, jedoch kommen auch alle anderen geeigneten Erkenntnisquellen in Frage.

Bei der Übertragung von Aussagen über die Beständigkeit von Werkstoffen auf den jeweiligen Anwendungsfall ist eine Berücksichtigung der Randbedingungen wie Temperatur, Konzentrationen, Stoffzusammensetzung, Phase des Stoffs, Verunreinigungen und gegebenenfalls verfahrenstechnische Bedingungen, wie z. B. Strömungsverhältnisse, wichtig. Aus diesem Grund können Werkstoffe in der Praxis sich als beständig bewähren, obwohl sie nach Literaturangaben oder Laborversuchen als nicht beständig gelten. Allerdings kann auch der umgekehrte Fall eintreten; Werkstoffe, die gemäß Literatur beständig sein sollten, versagen im Anwendungsfall. Bei der Überprüfung der Eignung von Werkstoffen unter betrieblichen Bedingungen hat sich daher die Verwendung von Referenzproben in Anlagenteilen mit vergleichbaren Betriebsbedingungen bewährt.

In DIN 6601 sind Aussagen über die Beständigkeit von Behälterwerkstoffen gegenüber wassergefährdenden, brennbaren und nichtbrennbaren Flüssigkeiten (Lagergütern) für die Lagerung in Behältern/Tanks aus ferritischen Standardstählen und austenitischen Stählen der Typen CrNi 18-8 (V2A) und CrNiMo 18-8-2 (V4A) in einer Positiv-Flüssigkeitsliste getroffen worden, wobei die Eignung der Flüssigkeits-Werkstoff-Kombination unter Umständen nur unter bestimmten Randbedingungen (z. B. max. Temperaturen) oder Auflagen (z. B. Begrenzung des Stoffmengenanteils an Wasser, Begrenzung des pH-Werte u. a.) gegeben ist. Dem Zweck der DIN 6601 entsprechend gelten die Aussagen für Temperaturen bis 30 °C und ruhende Flüssigkeiten. Während der Einfluss der Strömung auf den Abtrag, mit Ausnahme von Mehr-Phasen-Strömungen, insbesondere Flüssigkeiten mit Feststoffanteilen, weitgehend vernachlässigbar ist, nimmt die Abtragsrate mit steigender Temperatur sehr deutlich zu.

Die DECHEMA-Werkstoff-Tabellen bieten eine enorme Fülle von Informationen, doch ist es schwierig, hier ein dem Anwendungsfall nahekommendes Szenario und damit eine geeignete Aussage aufzufinden.

Zu Absatz 6 TRwS 780-1:2018

Die ausreichende Beständigkeit von Werkstoffen kann auch durch Erfahrungen mit bestehenden Anlagen nachgewiesen werden, sofern die Betriebsbedingungen vergleichbar und die Ergebnisse zuverlässig sind.

Unter a) ist die Möglichkeit gegeben, die Beständigkeit bzw. die Abtragsrate über Erfahrungen aus **Anlagen oder Bauteilen**, z. B. Behältern oder Rohrleitungen, die sich bereits unter Praxisbedingungen bewährt haben, nachzuweisen. Hierbei ist darauf zu achten, dass die gewonnene Aussage durch eine Dokumentation gestützt wird. Diese Objekte müssen hinsichtlich der nachvollziehbaren Bewertung von zur Prüfung befähigten Personen oder Sachverständigen einer Zugelassenen Überwachungsstelle (ZÜS) nach den Vorschriften der BetrSichV oder von Sachverständigen nach AwSV geprüft und dokumentiert worden sein. Die Aussage, ob die Beständigkeit im Sinne der Definition gegeben ist, kann gegebenenfalls auch allein durch erfolgte wiederkehrende Besichtigungen getroffen werden; Messungen der Wanddicke sind nicht zwingend erforderlich, jedoch kann die Bewertung zur Absicherung durch geeignete Messverfahren unterstützt werden.

Die Möglichkeit unter b) sieht das Heranziehen nachvollziehbarer **Laboruntersuchungen** vor. Hierbei können eigene Messungen oder Messungen Dritter, wenn sie aus zuverlässiger Quelle stammen, verwendet werden. Eine Nachprüfung von Messungen Dritter ist dabei nicht Voraussetzung, kann aber nützlich sein. Dies ist im Einzelfall im Rahmen von Genehmigungen mit der Behörde oder bei prüfpflichtigen Rohrleitungen mit dem Sachverständigen zu klären. Methoden, wie eine Messung durchzuführen ist, sind in den entsprechenden Normen angegeben, z. B. in

- DIN EN ISO 8044 „Korrosion von Metallen und Legierungen – Grundbegriffe“,
- DIN 50905-1 „Korrosion der Metalle – Korrosionsuntersuchungen – Teil 1: Grundsätze“,
- DIN 50905-2 „Korrosion der Metalle – Korrosionsuntersuchungen – Teil 2: Korrosionsgrößen bei gleichmäßiger Flächenkorrosion“,
- DIN 50905-3 „Korrosion der Metalle – Korrosionsuntersuchungen – Teil 3: Korrosionsgrößen bei ungleichmäßiger und örtlicher Korrosion ohne mechanische Belastung“,

- DIN 50905-4 „Korrosion der Metalle – Korrosionsuntersuchungen – Teil 4: Durchführung von chemischen Korrosionsversuchen ohne mechanische Belastung in Flüssigkeiten im Laboratorium“.

Die Abtragsrate selbst ist definiert durch den Gewichtsverlust einer Probe, der in einen flächigen Abtrag umgerechnet wird. Die Vorgehensweise ist in DIN 50905 beschrieben. Bei der Bewertung der Eignung von Medium/Werkstoffkombinationen sind die Formen der gegebenenfalls auftretenden Korrosion zu beachten. Für das Bestimmen der Abtragsraten wird in der Regel ein flächiger Korrosionsangriff zugrunde gelegt. Korrosionsformen wie z. B. interkristalline Korrosion, Loch- und Muldenkorrosion sind grundsätzlich bei dieser Betrachtung auszuschließen.

Eine weitere Möglichkeit (Aufzählungspunkt c), die Beständigkeit von Werkstoffen nachzuweisen, ist die Nutzung von veröffentlichten Listen über die **Korrosionsbeständigkeit** von Werkstoffen von z. B. Hersteller- oder Anwenderfirmen, deren Randbedingungen bekannt und nachvollziehbar sind. Bei diesen ist davon auszugehen, dass die Ergebnisse verifizierbar sind.

3.2.6 Anforderungen an Auskleidungen (Inliner) und Innenbeschichtungen

- (1) Wird die Korrosionsbeständigkeit gegenüber dem Fördermedium durch eine Auskleidung/Innenbeschichtung erzielt, ist die Beständigkeit der Auskleidung/Innenbeschichtung ebenfalls nachzuweisen. Hinweise hierzu finden sich in den Medienlisten des DIBt, den DECHEMA-Werkstofftabellen sowie DIN 8075:2011/DIN 8078:2008 oder gleichwertigen Erkenntnisquellen. Darüber hinaus sind Werkstoffe einsetzbar, deren Beständigkeit gemäß 3.2.5 Absatz (6) nachgewiesen wird.
- (2) Auskleidungen können nicht haftend mit der Wandung (z. B. Rohr in Rohr) oder mit der Wandung haftend verbunden ausgeführt sein. Innenbeschichtungen sind immer mit der Wandung haftend verbunden und müssen nach den Forderungen der jeweiligen Norm bestimmte Haftfestigkeiten an der Wandung aufweisen.
- (3) Für das Rohr selbst gelten die in 3.2.1 und 3.2.2 aufgeführten Festlegungen.
- (4) Für Auskleidungen und Innenbeschichtungen aus organischen Werkstoffen gelten die Anforderungen an die Metalloberflächen der DIN EN 14879-1:2005.
- (5) Für Innenbeschichtungen aus anorganischen Werkstoffen (Emaillierung) gilt DIN EN ISO 28721-4:2016. Emaillierte Leitungen sind gegen mechanische Beschädigungen zu schützen.
- (6) Die Prüfung der fertigen Auskleidungen/Innenbeschichtungen umfasst die nachstehend aufgeführten Einzelprüfungen:
 - für Auskleidungen aus organischen Werkstoffen in Anlehnung an DIN EN 14879-1:2005, DIN EN 14879-2:2007 und DIN EN 14879-4:2008;
 - Prüfumfang in Anlehnung an DIN EN 14879-2:2007 Nr. 7.5.2
 - visuelle Beurteilung der Oberfläche,
 - Auskleidungsdicke,
 - Prüfung auf Poren und Risse mittels Hochspannung (Prüfung auf Dichtheit),
 - Härteprüfung (nur bei aushärtbaren Auskleidungen) und
 - gegebenenfalls Ableitung elektrostatischer Aufladungen.
 - für Innenbeschichtungen mit organischen Werkstoffen in Anlehnung an DIN EN 14879-1:2005, DIN EN 14879-2:2007 und DIN EN 14879-4:2008;
 - Prüfumfang in Anlehnung an DIN EN 14879-2:2007 Nr. 7.5.2 und DIN 55670

- Oberflächenbeschaffenheit,
- Schichtdicke,
- gegebenenfalls Ableitung elektrostatischer Aufladungen und
- Prüfung auf Poren und Risse nach DIN 55670:2011 mit Angabe der Prüfverfahren und der Prüfspannung (Prüfung auf Dichtheit).

■ für Innenbeschichtungen aus anorganischen Werkstoffen (Emaillierung) nach DIN EN ISO 28721-4:2016, Prüfumfang nach DIN EN ISO 28721-4:2016.

(7) Die Prüfergebnisse sind in einem Prüfbericht zusammenzufassen. Der Bericht muss auch Angaben über Art und Aufbau der Auskleidung/Innenbeschichtung enthalten.

(8) Durch den Hersteller sind die Einhaltung der oben genannten Normen und die Ergebnisse der Prüfungen durch ein „Abnahmeprüfzeugnis 3.1“ nach DIN EN 10204:2005 zu bescheinigen.

Rohrleitungen und Innenauskleidung bilden ein System, welches nur im Zusammenwirken beider Komponenten seinen Zweck erfüllt. Die medienbeständige Innenauskleidung trennt den Rohrleitungswerkstoff vom Durchflussstoff, während der nicht beständige Rohrleitungswerkstoff die tragende Funktion übernimmt. Auskleidungswerkstoffe wie auch Rohrleitungswerkstoffe können metallisch oder nicht metallisch sein. Die Auskleidungen können festhaftend mit der Rohrleitungswand verbunden sein; bekannte Beispiele dafür sind Gummierung, Email oder Verbleiung. Eine lose Auskleidung (Hemd) ist z. B. die Auskleidung von Stahlrohren mit PTFE. Sofern fest haftende Auskleidungen verwendet werden, werden in den einschlägigen Normen oder Spezifikationen Anforderungen an die Festigkeit des Verbunds gestellt; die sog. Haftzugfestigkeit. Die Kraft, mit der Trägerwerkstoff und Beschichtung voneinander getrennt werden können, muss nachweislich bestimmte systemabhängige Mindestwerte erreichen. Damit dies erreicht wird und Beschädigungen der Innenbeschichtung oder -auskleidung vermieden werden, werden an die Trägeroberfläche bestimmte Anforderungen gestellt, wie z. B. Kerb- und Porenfreiheit der Oberfläche, Abrundung von Ecken, Ausführung von Schweißnähten oder Rauheit und Sauberkeit der Oberfläche.

Für die Beständigkeit von Innenauskleidungen und deren Nachweis gilt das oben Gesagte. Es sei allerdings darauf hingewiesen, dass die DIBt-Medienliste 40 keinen Beständigkeitsnachweis darstellt, sondern lediglich Hinweise auf die Eignung eines nicht metallischen Werkstoffs gibt. Als Nachweis gelten nur die für einen Werkstoff eines bestimmten Herstellers erteilten bauaufsichtlichen Zulassungen.

Wesentlich für die Funktion des Verbunds ist die Dichtheit der Auskleidung. Daher sind in den einschlägigen Normen Prüfungen vorgeschrieben, von denen die wichtigste die Hochspannungsprüfung ist. Diese kann jedoch nur bei nicht leitfähigen Auskleidungen und metallischen Trägerwerkstoffen durchgeführt werden. Zwischen Trägerwerkstoff und einer Prüfelektrode wird eine Potenzialdifferenz aufgebaut, die vom Auskleidungsmaterial und der Auskleidungsdicke abhängt. Typische Werte z. B. für Gummierungen sind 4 kV pro Millimeter Auskleidungsdicke. An Fehlstellen wie Poren gibt es einen Spannungsdurchschlag.

Die norm- bzw. spezifikationsgerechte Herstellung und Prüfung von ausgekleideten Rohrleitungsteilen ist durch deren Hersteller in Form eines Abnahmeprüfzeugnisses 3.1 nach DIN EN 10204 zu bescheinigen. Dabei sind sowohl die Eigenschaften und die Herstellung des Trägermaterials (z. B. Werkstoffnachweise von Rohrleitungsteilen, Schweißarbeiten) zu berücksichtigen als auch Werkstoff und Verarbeitung der Auskleidung.

3.2.7 Schutz vor Außenkorrosion

(1) Oberirdische Rohrleitungen, die durch Korrosion von außen gefährdet sind, müssen auf geeignete Weise geschützt werden (z. B. Korrosionsschutzbeschichtung nach der Normenreihe DIN EN

ISO 12944). In Auflagerbereichen sind gegebenenfalls besondere Schutzvorkehrungen zu treffen. Besondere Umgebungseinflüsse, wie zum Beispiel Seeluft, aggressive Industrielatmosphäre oder aggressive Stoffe im Bereich von Lüftungsöffnungen oder betrieblich häufig geöffneten Behältern, sind zu berücksichtigen.

(2) Bei gedämmten Rohrleitungen ist die Gefahr von Korrosion unter Dämmungen zu berücksichtigen, wie z. B. der Einfluss chloridhaltiger Dämmungen, von Kondensation bei Stillstand oder von Durchfeuchtung durch schadhafte Dämmung.

Ferritische Werkstoffe rosten unter dem Einfluss der Atmosphäre, insbesondere, wenn diese aggressive Bestandteile enthält. Solche können aus benachbarten Anlagen oder in Küstennähe aus dem Salzgehalt des Meerwassers stammen. Da Rost keine beständige Schutzschicht bildet, muss der Stahl durch Korrosionsschutzmaßnahmen vor dem mit dem Rosten einhergehenden Werkstoffabtrag bewahrt werden. Im Bereich des Rohrleitungsbaus sind Korrosionsschutzanstriche üblich; Stahlbauten werden verzinkt.

Regelwerk für den Korrosionsschutz ist DIN EN ISO 12944 „Beschichtungsstoffe – Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme“. Die Normen der Reihe DIN EN ISO 12944 mit insgesamt acht Teilen gelten für den Erstschutz und die Instandsetzung des Korrosionsschutzes von Stahlbauten aus unlegiertem oder niedrig legiertem Stahl.

Für die Festlegung der Umgebungsbedingungen werden in DIN EN ISO 12944-2 für atmosphärische Umgebungsbedingungen die folgenden Kategorien festgelegt:

Tabelle K-1: Kategorien für atmosphärische Umgebungsbedingungen (Quelle: DIN EN ISO 129442, modifiziert)⁵⁾

Kategorie	Korrosionsbelastung	Korrosivität	Schichtdicke	Beispiele
C1	unbedeutend	sehr gering, wenig aggressiv innen	≈ 70 µm	nur Innenräume: gedämmte Gebäude (60 % rel. Feuchte)
C2	gering	gering, mäßig aggressiv außen/innen	≈ 80 µm – 160 µm	gering verunreinigte Atmosphäre, trockenes Klima, z. B. ländliche Bereiche
C3	mäßig	mäßig, wenig aggressiv außen/innen	≈ 120 µm – 200 µm	Stadt- und Industrielatmosphäre mit mäßiger SO ₂ -Belastung oder gemäßigtetes Klima
C4	stark	hoch, mäßig aggressiv außen/innen	≈ 160 µm – 280 µm	Industrie-Atmosphäre und Küstenatmosphäre mit mäßiger Salzbelastung
C5-I (Industrie)	sehr stark	sehr hoch, aggressiv außen/innen	≈ 200 µm – 320 µm	Industrielatmosphäre mit hoher relativer Luftfeuchte und aggressiver Atmosphäre
C5-M (Meer)	sehr stark	sehr hoch, maritim außen/innen	≈ 200 µm – 320 µm	Küsten- und Offshore-Bereiche mit hoher Salzbelastung

Austenitische Stähle bilden in der Regel stabile Schutzschichten. Wo diese Schutzschichten gestört sind, etwa durch beim Schweißen entstehende Anlauffarben (im Regelfall gilt bei normalen Umgebungsbedingungen bis goldgelb als akzeptabel) oder durch beim Schleifen entstehende Rost- oder

5) Wiedergegeben mit Erlaubnis von DIN Deutsches Institut für Normung e. V. Maßgebend für das Anwenden der DIN-Norm ist deren Fassung mit dem neuesten Ausgabedatum, die bei der Beuth Verlag GmbH, Am DIN-Platz, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin, erhältlich ist.

Fremdmetallpartikel (auch und insbesondere aus Arbeiten an benachbarten Anlagenteilen!), kann Lochfraß entstehen. Eventuell sind dann Maßnahmen wie Bürsten oder Beizen, in Küstennähe oder aggressiver Atmosphäre auch ein Anstrich zumindest der Schweißnähte in Erwägung zu ziehen. Auch Sondermetalle wie Titan, Kupfer oder Nickel bedürfen im Regelfall keines äußeren Korrosionsschutzes.

3.2.8 Schutz vor mechanischer Beschädigung

Die Rohrleitungen und ihre Stützkonstruktionen müssen in erforderlichem Umfang vor mechanischer Beschädigung (z. B. durch Anfahren) geschützt sein. Der Schutz kann z. B. durch

- die Verlegung außerhalb von Verkehrswegen oder
- einen Anfahrerschutz

verwirklicht werden.

Sofern Rohrleitungen oder Rohrbrücken in solcher Nähe zu Verkehrswegen verlegt sind, dass sie durch Anfahren gefährdet werden können, sind Schutzmaßnahmen zu treffen. Die Schutzmaßnahme – Abstand vom Verkehrsweg oder Bemessung und bauliche Ausführung eines Anfahrerschutzes – hängen im Wesentlichen von Gewicht und Geschwindigkeit der verkehrenden Fahrzeuge ab.

3.2.9 Rohrleitungen nach Druckgeräterichtlinie (Richtlinie 2014/68/EU)

Für Rohrleitungen, die in eine Kategorie gemäß Anhang II der DGRL fallen, sind die Anforderungen nach 3.2.1 bis 3.2.7 erfüllt, wenn die entsprechenden Nachweise im Rahmen des Konformitätsbewertungsverfahrens nach Druckgeräterichtlinie vorgelegt werden.

Rohrleitungen können als Druckgeräte der Richtlinie 2014/68/EU (Druckgeräterichtlinie) unterliegen, die mit der 14. ProdSV (Druckgeräteverordnung) in deutsches Recht umgesetzt ist. Solche Rohrleitungen sind in eine Kategorie gemäß Anhang II der Druckgeräterichtlinie einzustufen (Kat. I – III). Rohrleitungen, die aufgrund ihrer Betriebsbedingungen in eine Kategorie eingestuft werden müssen, müssen die wesentlichen Sicherheitsanforderungen des Anhangs I der Druckgeräterichtlinie erfüllen. Dazu zählen u. a.

- die ausreichende Bemessung gegen die auftretenden Belastungen,
- die Berücksichtigung angemessener Sicherheitsfaktoren bei der Auslegung,
- die Wahl von zähen Werkstoffen und deren sachgerechte Verarbeitung,
- die Qualifikation für Personal, welches Fügeverbindungen herstellt und zerstörungsfreie Prüfungen durchführt,
- die Wahl von Werkstoffen, die gegen die fortgeleiteten Fluide in ausreichendem Maße chemisch beständig sind,
- die Festlegung von Abnutzungszuschlägen, die dem vorgesehenen Betrieb angemessen sind,
- ein Konformitätsbewertungsverfahren, in welchem die Erfüllung der wesentlichen Sicherheitsanforderungen geprüft wird; welcher Art das Konformitätsbewertungsverfahren ist und durch wen es durchgeführt wird, ist in Abhängigkeit von der Kategorie des Druckgeräts in Artikel 14 der Richtlinie 2014/68/EU vorgeschrieben.

Die Druckgeräterichtlinie bzw. 14. ProdSV und AwSV gelten parallel zueinander. Einige Anforderungen beider Vorschriften an eine Rohrleitung sind vergleichbar, sodass zur Vermeidung von Doppelprüfungen auf die Anforderungen und Verfahren der Druckgeräterichtlinie zurückgegriffen werden

kann. Allerdings fallen viele Rohrleitungen nicht unter die Druckgeräterichtlinie, für die dieser Rückgriff dann nicht gilt:

- Rohrleitungen mit einem maximal zulässigen Betriebsdruck $p_s \leq 0,5$ bar,
- Rohrleitungen, die unter Artikel 4 Absatz 3 der Druckgeräterichtlinie fallen; diese sind nach guter Ingenieurpraxis herzustellen und zu prüfen. Für sie gelten die wesentlichen Sicherheitsanforderungen des Anhangs I der Druckgeräterichtlinie nicht. Sie unterliegen auch keinem Konformitätsbewertungsverfahren.

3.3 Instandhaltungsplan

(1) Zur Gewährleistung der Einhaltung des Besorgnisgrundsatzes des Wasserrechts und der Funktionsfähigkeit der Rohrleitung und ihrer Komponenten, wie z. B. Flanschverbindungen, Stopfbuchspackungen, Pumpen, Armaturen ist eine regelmäßige Instandhaltung notwendig. Dazu ist gemäß § 45 AwSV als Teil der Betriebsanweisung immer ein Instandhaltungsplan erforderlich, der Maßnahmen und Verantwortlichkeiten festlegt. Bei Rohrleitungen, die Teil einer durch den Sachverständigen zu prüfenden Anlage oder prüfpflichtige Rohrleitungsanlagen sind, ist die Betriebsanweisung mit dem Instandhaltungsplan dem Sachverständigen bei der Prüfung vor Inbetriebnahme vorzulegen.

(2) Die Inhalte eines Instandhaltungsplans können sein:

- Fristen und Art der Kontrolle des Allgemeinzustands der Rohrleitung, insbesondere Lageänderungen und äußerer Zustand;
- Angaben zu Revisionen von bestimmten Rohrleitungsteilen wie Armaturen auf Basis der Angaben der Hersteller;
- Fristen und Art der Kontrolle von für die Dichtheit relevanten Komponenten – z. B. Flanschverbindungen, Stopfbuchspackungen, Pumpen, Armaturen;
- Fristen und Art der regelmäßigen Funktionsprüfungen der Sicherheitseinrichtungen;
- im Instandhaltungsplan sind Anforderungen an das für diese Tätigkeiten einzusetzende Personal zu beschreiben;
- der Instandhaltungsplan sollte auf den Überwachungsplan abgestimmt sein (siehe 3.5);
- im Instandhaltungsplan ist zu regeln, wie die Aktualisierung der Rohrleitungsdokumentation bei Änderungen an der Rohrleitung oder der Betriebsweise zu erfolgen hat;
- weiterhin sollte im Instandhaltungsplan die Art und Weise der Dokumentation der durchgeführten Maßnahmen festgelegt werden.

Jede technische Einrichtung verändert sich durch Betriebseinflüsse, äußere Einflüsse oder allein durch Altern. Dies kann bis zum Verlust der Gebrauchstauglichkeit oder gar der Betriebssicherheit führen. Dem muss entgegengewirkt werden, da Anlagen und Anlagenteile zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen stets einen dem Besorgnisgrundsatz entsprechenden Zustand aufweisen müssen. Daher verlangt die AwSV, dass Anlagen und Anlagenteile instand gehalten und bei Bedarf instand gesetzt werden und definiert diese Tätigkeiten in § 2 Absatz 29 AwSV: „Instandhalten“ ist das Aufrechterhalten des ordnungsgemäßen Zustands einer Anlage, „Instandsetzen“ ist das Wiederherstellen dieses Zustands.“

Dem gegenüber definiert DIN 31051:2012 folgende Schritte der Instandhaltung:

■ Inspektion

Maßnahmen zur Feststellung und Beurteilung des Istzustands einer Einheit einschließlich der Bestimmung der Ursachen der Abnutzung und dem Ableiten der notwendigen Konsequenzen für eine künftige Nutzung.

■ Wartung

Maßnahmen zur Verzögerung des Abbaus des vorhandenen Abnutzungsvorrats.

■ Instandhaltung

Kombination aller technischen und administrativen Maßnahmen sowie Maßnahmen des Managements während des Lebenszyklus einer Einheit, die dem Erhalt oder der Wiederherstellung ihres funktionsfähigen Zustands dient [*oder der Rückführung in diesen*], sodass sie die geforderte Funktion erfüllen kann.

Anmerkung der Verfasser: Der in eckige Klammern gesetzte kursiv gedruckte Teil der Definition entspricht nicht der Definition der AwSV.

■ Instandsetzung

Physische Maßnahme, die ausgeführt wird, um die Funktion einer fehlerhaften Einheit wiederherzustellen.

Inspektion und Wartung im Sinne der DIN 31051:2012 sind im Begriff „Instandhaltung“ nach AwSV enthalten. Instandhaltung und Instandsetzung können schnell ineinander übergehen. Die saubere Unterscheidung zwischen Instandhaltung und Instandsetzung ist jedoch wichtig, da erstere von der Fachbetriebspflicht freigestellt ist, letztere nicht.

Beispiele:

- das Ausbessern des Korrosionsschutzes ist Instandhaltung;
- das Nachstellen einer Stopfbuchse, bevor diese undicht wird ist Instandhaltung;
- der Austausch einer Stopfbuchse nach Fristenplan, bevor diese undicht wird, ist Instandhaltung;
- Austausch einer verschlissenen Stopfbuchse, nachdem sie undicht wurde, ist Instandsetzung.

Die AwSV verlangt, dass Anlagen und Anlagenteile zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen so überwacht werden, dass Abweichungen vom Sollzustand rechtzeitig, d. h. vor dem Auftreten von Undichtheiten, erkannt und gegebenenfalls durch Instandsetzung beseitigt werden. Dazu ist ein Instandhaltungsplan zu erstellen, in dem u. a. geregelt werden muss:

- Fristen und Art der Kontrolle (Inspektion gemäß DIN 31051);
- Anforderungen an das Personal, das diese Kontrollen durchführt;
- Dokumentation von Maßnahmen und Änderungen.

3.4 Instandsetzung

- (1) Sofern die betriebliche Überwachung oder eine Prüfung ergibt, dass Instandsetzungsmaßnahmen erforderlich werden, sind diese fachgerecht zu planen und es ist soweit erforderlich, ein Instandsetzungskonzept gemäß § 25 Absatz 3 AwSV zu erstellen.
- (2) Es ist geeignetes Aufsichts- und Fachpersonal einzusetzen. Die Ausführung der Instandsetzung ist soweit erforderlich durch einen Fachbetrieb nach § 62 AwSV durchzuführen.
- (3) Wenn im Rahmen der Instandsetzung Teile ausgetauscht werden, sind solche gemäß der Rohrleitungsbeschreibung nach 3.2.1 Absatz 3 zu verwenden.

Sofern Instandsetzungen erforderlich werden, sind diese sachgerecht zu planen und auszuführen. Gemäß § 24 Absatz 3 AwSV ist dazu eine Zustandsbegutachtung durchzuführen und ein Instandsetzungskonzept zu erstellen. Umfang und Inhalt hängen vom zu beseitigenden Schaden und der Art der dazu nötigen Tätigkeiten ab. Für die Sanierung eines Auffangraums wird dieses Dokument einen beträchtlichen Umfang annehmen, für den Austausch eines Stücks Rohrleitung eher nicht.

Instandsetzungen müssen nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik erfolgen. Diesbezüglich wird auf die Ausführungen zu 3.2 verwiesen.

3.5 Überwachungsplan

(1) Der Betreiber hat gemäß § 46 Absatz 1 AwSV die Dichtheit der Anlage und die Funktionsfähigkeit der Sicherheitseinrichtungen regelmäßig zu kontrollieren. Die Überwachungsmaßnahmen sind auf die rohrleitungsspezifischen und betrieblichen Gegebenheiten abzustimmen und in der Betriebsanweisung nach AwSV festzulegen. Insbesondere sind folgende Maßnahmen zu ergreifen:

- Regelmäßige betriebliche Überwachung zur Ermittlung der Einhaltung der Betriebsparameter (z. B. Druck, Temperatur, Produktzusammensetzung) durch das Betriebspersonal: Im Regelfall findet eine betriebliche Überwachung der gesamten Anlage mindestens einmal pro Tag statt. Die betriebliche Überwachung kann durch Augenschein oder technische Maßnahmen erfolgen. Alternativ zur täglichen Überwachung durch das Betriebspersonal kann ein der Gefahrenlage und örtlichen Situation angemessener Gleichwertigkeitsnachweis für andere Überwachungsmaßnahmen oder -zeiträume geführt und dokumentiert werden.
- Aufzeichnung der Abweichungen vom bestimmungsgemäßen Betrieb und Veranlassung notwendiger Korrekturmaßnahmen.
- Regelmäßige betriebliche Begehung durch speziell unterwiesenes Personal zur Ermittlung des Zustands der Rohrleitung. Schwerpunkte hierbei sind z. B. Erkennen von Veränderungen, Tropfleckagen, Leckagen und/oder z. B. Verfärbungen, mechanische Beschädigungen, äußerer Oberflächenschutz. Insbesondere sind die Funktionsfähigkeit der Halterungen und der Kompensatoren, der Zustand von Dämmung und äußerem Oberflächenschutz, die Kennzeichnung der Rohrleitung und Sicherheitseinrichtungen sowie die Funktionsfähigkeit von Begleitheizungen zu ermitteln. Auf jeden Fall sind diese betrieblichen Begehungen jährlich durchzuführen, in Abhängigkeit von der spezifischen Auslegung können auch kürzere Fristen notwendig sein. Das Ergebnis ist zu dokumentieren.
- Die Überwachung von Rückhalteeinrichtungen für Tropfleckagen von technisch dichten Armaturen hat durch selbsttätige Störmeldeeinrichtungen in Verbindung mit ständig besetzter Betriebsstätte (z. B. Messwarte) oder durch regelmäßige Kontrollgänge zu erfolgen.
- Die Überwachung von Rückhalteeinrichtungen richten sich nach TRwS 785:2009 bzw. TRwS 786:2018 in Verbindung mit TRwS 779:2006.

Armaturen, die im von unterwiesenem Betriebspersonal überwachten Anlagenbereichen liegen und leicht einsehbar sind, gelten als ständig überwacht. Zusätzliche Begehungen bzw. selbsttätige Störmeldeeinrichtungen in Verbindung mit ständig besetzter Betriebsstätte (z. B. Messwarte) sind dann für diese Armaturen nicht erforderlich. Der überwachte Anlagenbereich sowie die Art und Häufigkeit der Überwachung sind in der Betriebsanweisung nach AwSV festzulegen.

(2) Soweit es die Erkennbarkeit von Undichtheiten unterstützt, insbesondere bei erschwerter Einsehbarkeit der flüssigkeitsumschließenden Wandungen (geringer Abstand zum Boden, Bündelung von Rohrleitungen auf Rohrbrücken oder Rohrtrassen), wird bei Neuanlagen empfohlen, unter der Rohrleitung eine befestigte, ausreichend einsehbare Fläche vorzusehen. An diese werden keine Ansprüche bezüglich Dichtheit oder Rückhaltevermögen gestellt.

Gemäß § 46 Absatz 1 AwSV hat der Betreiber einer Anlage zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen die Dichtheit derselben und die Funktionsfähigkeit der Sicherheitseinrichtungen regelmäßig zu kontrollieren. Er hat einen Plan zu erstellen, wie, wie oft und durch wen dies zu geschehen hat. Insbesondere ist aufzunehmen:

- die betriebliche Überwachung der Betriebsparameter durch das Betriebspersonal, im Regelfall mindestens täglich; es ist festzulegen, welche Betriebsparameter überwacht werden und bei welchen Grenzwerten Abweichungen vorliegen;
- wie und wo Abweichungen aufgezeichnet und Korrekturmaßnahmen veranlasst werden; zu letzterem gehört die Festlegung, wer über Abweichungen informiert werden muss und wer die festgestellten Abweichungen bezüglich ihrer Bedeutung für den sicheren Anlagenbetrieb bewertet;
- eine regelmäßige Begehung durch besonders unterwiesenes Personal, welches auf Veränderungen der Rohrleitungen achtet und deren Gesamtzustand bewertet; diese Begehung muss mindestens einmal jährlich durchgeführt werden. Sie ergänzt die Überwachung durch das Betriebspersonal. Im Überwachungsplan ist zu regeln, welche speziellen Kenntnisse die beauftragte Person haben muss und worauf besonders zu achten ist;
- Auffangeinrichtungen, die für technisch dichte Verbindungen und Armaturen erforderlich sind, können durch regelmäßige Kontrollgänge oder selbsttätige Meldeeinrichtungen in Verbindung mit einer ständig besetzten Betriebsstätte überwacht werden. Bei Kontrollgängen ist deren Häufigkeit festzulegen, die sich nach dem Volumen der Rückhalteeinrichtung richtet. In jedem Fall ist festzulegen, wer über Feststellungen zu informieren ist.

„Ständig besetzte Betriebsstätte“ beschreibt eine Betriebsstätte, die über das ganze Jahr hindurch besetzt ist, also auch Ostern, Weihnachten, Neujahr, nachts usw.

Die Fläche, die unter schwer einsehbaren Rohrleitungsbereichen eingebaut werden soll, hat keine sicherheitstechnische Bedeutung; daher werden an sie keine Anforderungen gestellt. Sie soll lediglich als Kontrastfläche die Erkennbarkeit von austretenden Stoffen verbessern. Wo nötig, kann dies durch ein Gefälle zu einer gut kontrollierbaren Seite hin unterstützt werden.

3.6 Prüfungen

3.6.1 Allgemeiner Regelungsbedarf

- (1) Rohrleitungen sind vor der Inbetriebnahme und wiederkehrend zu prüfen. Bei Rohrleitungen, die als eigenständige Rohrleitungsanlagen oder Teil einer LAU- oder HBV-Anlage der Prüfpflicht gemäß § 47 AwSV unterliegen, ist die Prüfung durch den Sachverständigen nach AwSV durchzuführen. Zur Vermeidung von Doppelprüfungen sollten die Aufzeichnungen/Bescheinigungen über nach anderen Rechtsbereichen, insbesondere DGRL und BetrSichV, durchgeführte Prüfungen als Teilprüfungen der Rohrleitungen dem die Anlage prüfenden AwSV-Sachverständigen vorgelegt werden. Der Sachverständige nach § 53 AwSV kann sich diese Aufzeichnungen/Bescheinigungen zu eigen machen, wobei ihm die Bewertung der Ergebnisse und der Grad der Berücksichtigung obliegen.
- (2) Bei nach AwSV nicht durch den Sachverständigen prüfpflichtigen Rohrleitungen (eigenständig oder als Teil einer LAU- oder HBV-Anlage) sind die in 3.6.2 und 3.6.3 aufgeführten Maßnahmen durch den Betreiber durchzuführen oder durchführen zu lassen. Prüfungen nach BetrSichV durch eine befähigte Person „Druck“ oder eine zugelassene Überwachungsstelle stehen den Prüfungen durch den Betreiber gleich, sofern die Prüfinhalte den Vorgaben dieser TRWS entsprechen.
- (3) In die Prüfungen sind Rückhalteeinrichtungen (sofern vorhanden) gemäß 5.1.2 bis 5.1.3 dieser TRWS einzubeziehen.
- (4) Die Prüfungen sind zu dokumentieren.

Kommentar zum DWA-A 780-1

Die TRwS 780-1 beschreibt in 3.6.2 und 3.6.3 Prüfungen, die sicherstellen sollen, dass eine Rohrleitung ordnungsgemäß errichtet und während ihrer Einsatzdauer in betriebssicherem Zustand erhalten wird.

„Prüfung“ ist die Feststellung des Istzustands eines Prüfgegenstands und der Vergleich mit dem Sollzustand. Eine vollständige Prüfung ist korrekt nur möglich, wenn der Sollzustand dokumentiert ist (siehe hierzu 3.2.1). In diesem Sinne kann eine Prüfung von jedem durchgeführt werden, der die nötige Fachkenntnis dazu hat. Derjenige, der die regelmäßige betriebliche Begehung gemäß 3.5 dritter Anstrich durchführt, kann durchaus als Prüfer bezeichnet werden. Allerdings hat der Gesetzgeber für manche Anlagen und Anlagenteile Prüfungen vorgeschrieben und auch geregelt, wer diese Prüfungen durchführen darf und zu welchem Anlass, in welchen zeitlichen Abständen Prüfungen zu erfolgen haben. Über technische Regeln oder sonstige behördliche Festlegungen sind Einzelheiten zur Anerkennung von Prüfern und zur Prüfdurchführung näher geregelt.

In Verbindung mit der TRwS 780-1 sind als Prüfer zu nennen:

- Sachverständige nach AwSV; nur diese dürfen die durch die AwSV vorgeschriebenen Prüfungen durchführen oder Gutachten zum Gewässerschutz verfassen;
- Sachverständige einer ZÜS nach BetrSichV;
- zur Prüfung befähigte Personen nach BetrSichV.

Die Prüfung von Rohrleitungen nach AwSV und nach BetrSichV hat viele Gemeinsamkeiten, aber auch Unterschiede; z. B. beschäftigt sich die Prüfung nach BetrSichV nicht mit der Erkennung und Rückhaltung von austretenden Stoffen. Daher sind Prüfungen von Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen, soweit solche vorgeschrieben sind, durch den Sachverständigen nach AwSV durchzuführen. Dieser kann natürlich auf die Prüfergebnisse Dritter zurückgreifen, wenn diese ausreichend dokumentiert sind und die Qualifikation des zuarbeitenden Prüfers nachgewiesen ist.

Wenn eine Rohrleitung oder Rohrleitungsanlage gemäß dieser TRwS nicht der Prüfpflicht durch den Sachverständigen unterliegt, hat der Betreiber dafür zu sorgen, dass die Prüfungen durch fachkundiges eigenes Personal durchgeführt werden. Der Betreiber kann auch Dritte mit der Prüfung beauftragen.

3.6.2 Prüfung vor Inbetriebnahme

3.6.2.1 Allgemeiner Regelungsbedarf

Die Prüfung vor Inbetriebnahme gemäß dieser TRwS besteht aus einer Ordnungsprüfung und einer technischen Prüfung. Bei der Ordnungsprüfung wird ermittelt, ob die Rohrleitung ordnungsgemäß gemäß 3.1 und 3.2 dieser TRwS hergestellt wurde. Bei der technischen Prüfung wird geprüft, ob die Rohrleitung entsprechend den Angaben des Herstellers betrieben werden kann.⁶⁾

Die Prüfung vor der Inbetriebnahme wird an der betriebsfähigen Leitung durchgeführt, bevor diese erstmals mit einem wassergefährdenden Stoff beaufschlagt wird. Die Prüfung besteht aus einer Ordnungsprüfung und einer technischen Prüfung.

3.6.2.2 Inhalte der Ordnungsprüfung

Prüfung, ob die Rohrleitungsbeschreibung gemäß 3.2.1 Absatz 3 vollständig vorliegt und zutreffend ist. Ergänzend sind z. B. erforderlich:

- Herstellbescheinigungen, Konformitätserklärungen;
- Bescheinigungen von Fachbetrieben nach § 62 AwSV;

⁶⁾ Diese Teilprüfungen können Bestandteil der Prüfung vor Inbetriebnahme nach AwSV sein.

- Genehmigungen, Bescheide o. Ä.;
- Werkstoffnachweise, Protokolle zerstörungsfreier Prüfungen, Schweißer- und Verfahrensprüfungen gemäß angewandeter Regel der Technik;
- Betriebsanweisung;
- Instandhaltungsplan.

Die Ordnungsprüfung ist eine Prüfung der Dokumentation daraufhin, ob diese vollständig vorhanden ist. Insbesondere muss der Nachweis erbracht werden, dass

- die ausgeführte Rohrleitung gemäß den zutreffenden formalen Vorschriften errichtet wurde (z. B. Werkstoffnachweise, Fachbetriebsnachweise, Bescheinigungen über den ordnungsgemäßen Einbau von Anlagenteilen, Schweiß-Verfahrensprüfungen usw.),
- die darin vorgegebenen Werkstoffe nachweislich eingebaut und
- die vorgesehenen Prüfungen regelwerkskonform durchgeführt worden sind.

Weiter wird geprüft, ob die für den Betrieb erforderlichen Anweisungen vorhanden und plausibel sind.

3.6.2.3 Inhalte einer technischen Prüfung

Äußere Prüfung:

- Vergleich der ausgeführten Rohrleitung mit den Vorgaben aus den der Ordnungsprüfung zugrunde gelegten Unterlagen und den Schutzbestimmungen dieser TRwS durch Inaugenscheinnahme;
- Bewertung des allgemeinen äußeren Zustands; zum Beispiel Prüfung des Korrosionsschutzes, Sichtkontrolle von Rohrhalterungen, ordnungsgemäßer Dämmung, hinreichender mechanischer Schutz, Verformungen;
- Armaturen und Instrumente: Einbaurichtung, Bedienbarkeit und Lesbarkeit geprüft, Transportsicherungen von Sicherheitsventilen und Schutzvorkehrungen entfernt, Steckscheiben entfernt;
- Bauteile gemäß Spezifikation verwendet (Schraube, Mutter, Dichtung);
- Mindestgewindeüberstand vorhanden;
- Mindest-Drehmomente/Anzugsmoment erfüllt;
- auf spannungsfreien Einbau geprüft;
- Stützweiten und Halterung auf Fest- und Lospunkte geprüft.

Funktionsprüfung:

- Prüfung der Funktion von Sicherheitseinrichtungen und Schutzvorkehrungen, z. B. von Sicherheitseinrichtungen gegen Drucküberschreitung;
- Prüfung vorhandener Rückhalteeinrichtungen mit den zugehörigen Sicherheitseinrichtungen auf Funktionsfähigkeit.

Dichtheitsprüfung:

- Die Prüfung der Dichtheit von Rohrleitungen, die im Regelfall noch nicht mit Betriebsmedium beaufschlagt sind, wird durch entsprechende Prüfverfahren durchgeführt, z. B.
 - Dichtheitsprüfungen mit Luft oder Stickstoff mit Abseifen der Verbindungen oder
 - Druckprüfung mit Wasser oder anderen geeigneten Flüssigkeiten mit einem den zulässigen Betriebsdruck übersteigenden Prüfdruck. Druckprüfungen mit Nachweis der Dichtheit erset-

zen die Dichtheitsprüfung. Die Höhe des Prüfdrucks muss den Vorgaben des gewählten Regelwerks entsprechen.

- Das jeweils anzuwendende Prüfverfahren richtet sich unter anderem nach den maßgebenden Technischen Regeln.

Die Prüfungen sind zu dokumentieren⁷⁾. Die Dokumentation enthält Aussagen über den Umfang und das Ergebnis der Prüfung vor Inbetriebnahme.

Die technische Prüfung wird an der betriebsfähigen, d. h. vollständig errichteten und ausgerüsteten Rohrleitung durchgeführt. Es wird festgestellt, ob die Leitung entsprechend den Planungsunterlagen errichtet und mit Sicherheitseinrichtungen ausgerüstet ist. Weiter wird die regelwerkskonforme Ausführung der Arbeiten und die Dichtheit geprüft. Der Prüfer widmet dabei seine Aufmerksamkeit insbesondere den im Regelungstext aufgeführten Punkten.

3.6.3 Wiederkehrende Prüfung

3.6.3.1 Allgemeiner Regelungsbedarf

(1) Die wiederkehrende Prüfung besteht aus Ordnungsprüfung, Zustandsprüfung, Dichtheitsprüfung, Druck- oder Ersatzprüfung sowie Lebensdauerabschätzung. Die Ordnungsprüfung im Rahmen der wiederkehrenden Prüfung besteht in der Feststellung, ob bei der letzten Prüfung festgestellte Mängel beseitigt sind und ob seit der letzten Prüfung die Rohrleitung in ihren baulichen oder sicherheitstechnischen Merkmalen wesentlich verändert worden ist. Die Druckprüfung beinhaltet die Dichtheitsprüfung.

(2) Die Prüfungen sind zu dokumentieren⁸⁾. Die Dokumentation enthält Aussagen über den Umfang und das Ergebnis der wiederkehrenden Prüfungen:

- allgemeiner Zustand – Abtrag (Korrosion etc.),
- gegebenenfalls Soll/Ist-Vergleich der Wanddicken,
- gegebenenfalls Ermittlung des Abnutzungsvorrats bzw. der verbleibenden Restlebensdauer,
- gegebenenfalls Vorschläge des Betreibers zur Rohrleitungsinstandsetzung,
- Mängelbewertung gemäß § 47 (2) AwSV:
die Mängelbeseitigung mit Frist richtet sich nach § 48 AwSV,
- falls erforderlich Vorschlag einer Frist zur Nachprüfung.

Die wiederkehrende Prüfung soll Aufschluss darüber geben, ob und welche Veränderungen seit der letzten Prüfung die Rohrleitung erfahren hat, insbesondere ob bei der letzten Prüfung festgestellte Mängel beseitigt worden sind. Die Veränderungen sind festzustellen und zu bewerten. Aus dem Zustand der geprüften Leitung lassen sich Rückschlüsse auf die Wirkung des Überwachungs- und Instandhaltungsplans ziehen. Soweit erforderlich, sind Korrekturmaßnahmen zu treffen, die in einer Anpassung des Überwachungs- und Instandhaltungsplans oder zu einer Instandsetzung führen können.

Für alle Rohrleitungen, die von dieser TRwS betroffen sind, besteht die wiederkehrende Prüfung grundsätzlich aus einer Ordnungsprüfung, einer Zustandsprüfung, einer Dichtheitsprüfung und einer Druck- oder Ersatzprüfung sowie einer Lebensdauerabschätzung. Die Gesamtheit aller Prüfarten ist so gewählt, dass in dem Zeitraum zwischen den Prüfintervallen keine Schäden zu erwarten sind. Unterabschnitt 3.6.3 behandelt die Prüfinhalte, Unterabschnitt 3.6.4 die Prüfintervalle. In Anlehnung an die Prüffristen der AwSV für prüfpflichtige Anlagen wird auch in dieser TRwS eine fünfjährige wiederkehrende Prüfpflicht festgelegt, wobei allerdings nicht jede Prüfung jedesmal durchgeführt

7) Die Dokumentation kann z. B. in den Prüfbericht nach AwSV einbezogen werden.

8) Die Dokumentation kann z. B. in den Prüfbericht nach AwSV einbezogen werden.

werden muss (siehe 3.6.4). Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass es sich bei diesen Prüfungen um Prüfungen handelt, die aufgrund der Anwendung der TRwS 780-1 durchgeführt werden müssen. Dies bedeutet, dass diese Prüfungen nur für Rohrleitungen gelten, die Stoffe der WGK 2 und 3 fortleiten (oder Stoffe der WGK 1 über besonders schutzbedürftigen Flächen) und bei denen auf flüssigkeitsundurchlässige Flächen bzw. Rückhaltvolumina verzichtet werden darf.

Bei der Ordnungsprüfung wird überprüft, ob die Rohrleitung verändert oder ausgebessert wurde und, wenn ja, ob dies nachvollziehbar dokumentiert ist und regelwerkskonform in Übereinstimmung mit den Planungsunterlagen ausgeführt wurde (siehe auch zu 3.6.2.2). Anhand der Dokumente entscheidet der Prüfer über Schwerpunkte der technischen Prüfung. Bei der wiederkehrenden Prüfung wird nicht jedes Mal die gesamte Ordnungsprüfung durchgeführt, sondern nur, soweit Änderungen an der Leitung vorgenommen wurden. Wurden keine Ausbesserungen oder Änderungen durchgeführt, erschöpft sich die Ordnungsprüfung in der Kenntnisnahme des Berichts über die letzte Prüfung.

3.6.3.2 Wanddickenmessung (WD)

(1) Ermittlung der vorhandenen Wanddicke z. B. durch Durchstrahlungsprüfung, Ultraschall-Prüfung an gefährdeten Stellen (z. B. Auflagestellen, Rohrbogen, Einwirkungsbereich der Fügeverbindungen, Stutzen, Tiefpunkten, Querschnittsveränderungen, tote Leitungsenden). Die Auswahl der Messstellen (Anzahl und Lage) sollte anhand der zu erwartenden

- Schädigungsmechanismen (z. B. Korrosion, Erosion, Innen-/Außenkorrosion, flächige oder lokale Korrosion, Korrosion verursacht durch Wasser, Säuren, Laugen usw.) und
- nach Höhe der Abtragsrate erfolgen.

(2) Durch die Auswahl der Messstellen (Anzahl und Lage) muss eine Bewertung der gesamten Rohrleitung oder des zu beurteilenden Rohrleitungsabschnitts möglich sein.

Sofern die Wanddickenmessung nicht durch den Sachverständigen nach AwSV vorgenommen wird, empfiehlt es sich, sich Personen mit ausreichenden nachgewiesenen Erfahrungen zu bedienen, z. B. Qualifikationsnachweis UT2 gemäß DIN EN ISO 9712. Bei besonderen verfahrenstechnischen Erfordernissen kann es im Einzelfall zweckdienlich sein, die Rohrleitung auf Verschleiß (bei Abtragsraten $> 0,1$ mm/a) auszulegen. Hierbei ist das Gesamtsystem Korrosion, Dimensionierung und wiederkehrende Prüfung hinsichtlich des sicheren Betriebs der Leitung innerhalb eines Prüfintervalls zu betrachten. Das bedeutet, dass für bestimmte Fälle in der Gefährdungsabschätzung von vornherein ein kürzeres Prüfintervall als die in der TRwS vorgegebenen 5 Jahre festgelegt werden muss.

Es wird weiter auf die Ausführungen zu 2.1.4 verwiesen.

3.6.3.3 Zustandsprüfung (ZP)

(1) Die Zustandsprüfung besteht insbesondere aus:

- Überprüfung des äußeren Zustands (insbesondere Sichtkontrolle von Rohrhalterungen, Oberflächenschutz, Dämmung, Untersuchung bzgl. Abtrag, Korrosion auch an gedämmten Leitungen in gefährdeten Bereichen). Sofern andere Nachweise der Integrität nicht möglich sind, sind Dämmungen soweit zu entfernen, dass aussagekräftige Bewertungen erfolgen können.
- Liegen besondere Beanspruchungen vor, z. B. Schwellbeanspruchung, sind geeignete zerstörungsfreie Prüfungen an den hoch beanspruchten Stellen durchzuführen.
- Überprüfung der Beschaffenheit und Funktionsfähigkeit der sicherheitstechnischen Ausrüstungsteile.

(2) Auskleidungen/Innenbeschichtungen sind zusätzlich stichprobenweise an besonders aussagekräftigen Stellen beispielsweise Rohrkrümmer, Reduzierung, Tiefpunkt oder anderen charakteristi-

schen Anlagenteilen, z. B. mittels Inaugenscheinnahme, Endoskopie, Prüfung mit Hochspannung nach DIN 55670:2011 bei Flanschen und im flanschnahen Bereich, Dichtheitsprüfung des Zwischenraums mit Gas bei nicht haftenden Auskleidungen, zu überprüfen. Analogieschlüsse sind zulässig.

Bei der Zustandsprüfung wird, wie bei der Prüfung vor der Inbetriebnahme, der äußere Zustand der Rohrleitung ermittelt. Inwieweit dabei Dämmungen, Anbauten und Ähnliches zu entfernen sind, ist mit dem Prüfer abzustimmen.

3.6.3.4 Druck- oder Ersatzprüfung (DP)⁹⁾

- (1) Es ist entweder eine Druck- oder eine Ersatzprüfung durchzuführen.
- (2) Unter **Druckprüfung** wird die Prüfung der Rohrleitung mit Wasser oder anderen geeigneten Flüssigkeiten mit einem den zulässigen Betriebsdruck übersteigenden Druck, verstanden. Der Prüfdruck wird gemäß dem bei Errichtung der Rohrleitung angewandten Regelwerk bestimmt. Ist eine Druckprüfung mit Flüssigkeit nicht zweckdienlich, so kann stattdessen eine Druckprüfung mit Gas, in der Regel Luft oder Inertgas, z. B. Stickstoff, mit dem 1,1-Fachen des zulässigen Betriebsdrucks, durchgeführt werden (auf AD 2000-Merkblatt HP 30:2016 wird hingewiesen). Bei Abtragsraten > 0,1 mm/a ist zusätzlich vor der Druckprüfung stichprobenweise eine Wanddickenmessung durchzuführen. Abweichend von Satz 1 darf die Druckprüfung mit einem den maximalen Betriebsdruck des Druckerzeugers (Pumpe, Überströmventil, Sicherheitsventil) übersteigenden Druck durchgeführt werden.
- (3) Die **Ersatzprüfung** besteht aus
 - stichprobenweiser Wanddickenmessung,
 - sonstigen Prüfungen (z. B. Zustand der Flanschverbindungen) und
 - Dichtheitsprüfung.
- (4) Die festgelegten Maßnahmen müssen eine Bewertung der gesamten Rohrleitung oder des zu beurteilenden Rohrleitungsabschnitts ermöglichen. Die Ergebnisse sind zu dokumentieren.

Ziel der Druckprüfung ist die Feststellung, dass die drucktragenden Wandungen unter Prüfdruck gegen das Druckprüfmittel dicht sind und keine sicherheitstechnisch bedenklichen Verformungen auftreten. Eine Druckprüfung wird im Regelfall mit Wasser mit einem Prüfdruck durchgeführt, der den maximal möglichen Betriebsdruck um einen bestimmten Faktor überschreitet. Einzelheiten der Druckprüfung sind z. B. in AD 2000-Merkblatt HP 30 geregelt. Erläuterungen gibt das Merkblatt T039 der Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie (BG RCI).

Die Durchführung einer Druckprüfung mit Wasser ist nicht immer möglich. Häufige Gründe dafür sind die Entstehung korrosiver Stoffe aus dem Rohrleitungsinhalt in Verbindung mit Feuchtigkeit (z. B. Chlorwasserstoff enthaltende oder abspaltende Stoffe) oder die mangelnde Tragfähigkeit der Stützkonstruktion für die mit Wasser gefüllte Rohrleitung. In solchen Fällen kann die Druckprüfung auch mit Gas durchgeführt werden. Jedoch ist Gas kompressibel und kann eine erhebliche Kompressionsenergie speichern, die vom Druck und vom Volumen abhängt. Die Gasdruckprüfung ist somit potenziell gefährlich und darf nur unter besonderen Schutzmaßnahmen (weiträumige Absperungen, vorbereitende zerstörungsfreie Prüfungen u. Ä.) durchgeführt werden.

In solchen Fällen können Ersatzprüfungen durchgeführt werden. Allerdings muss die gewählte Prüfungsart dieselbe Aussagekraft besitzen wie die ersetzte Prüfung. Dazu muss bekannt sein, welche Schäden zu erwarten sind. Zum Beispiel lässt sich Flächenkorrosion gut durch Wanddickenmessungen feststellen. Der Nachweis der ausreichenden Tragfähigkeit der Rohrleitungswandung wird indirekt erbracht, der der Dichtheit durch Überprüfung der Leitung im Betrieb. Bei Lochfraß oder Spannungsrisskorrosion oder Unzulänglichkeiten von Schweißnähten, z. B. Erosion im Wurzelbereich,

9) Soweit erforderlich, kann sich der Sachverständige bzw. der Betreiber bei seinen Prüfungen und Aussagen auf die Prüfungen und Aussagen Dritter abstützen, wobei ihm deren Bewertung obliegt.

kann die Durchstrahlungsprüfung geeignet sein. Immer ist die Wahl der Ersatz-Prüfmethode mit dem Sachverständigen oder, im Falle nicht prüfpflichtiger Anlagen, mit dem Betreiber abzustimmen.

3.6.3.5 Dichtheitsprüfung (DHP)

Die Dichtheitsprüfung ist die Prüfung der Rohrleitung mit Medium oder geeigneten Ersatzstoffen mit Betriebsdruck. Der Betriebsdruck ist der in der Rohrleitung herrschende Druck, innerhalb der für den bestimmungsgemäßen Betrieb festgelegten Spanne im Sinne dieser TRwS.

Die Dichtheitsprüfung erfolgt mit einer Flüssigkeit und hat den Zweck, die Dichtheit der Rohrleitung, insbesondere an lösbaren Verbindungen und Armaturen, festzustellen. Sie wird mit dem maximal möglichen Arbeitsdruck durchgeführt (Ansprechdruck der Sicherheitseinrichtungen, Nullförderhöhe von Pumpen). Die Dichtheitsprüfung mit Gas über die Feststellung einer Druckänderung ist unter Umständen zwecklos, da die Prüfzeiten mit steigendem Volumen und zunehmendem Druck sehr lang werden. Unter Zuhilfenahme eines schaubildenden Mittels und der richtigen Wahl der Drücke, bei denen diese Mittel zur Anwendung kommen, ist die Prüfung recht empfindlich. Sie ist in DIN EN 1593 beschrieben.

Die Dichtheit kann sowohl visuell als auch mit Messtechnik festgestellt werden. Beide Möglichkeiten werden durch die Regelung in der TRwS offengelassen.

Auf die Dichtheitsprüfung kann verzichtet werden, wenn zum gleichen Zeitpunkt eine Druckprüfung durchgeführt wird und die Dichtheit der Rohrleitung im Rahmen der Druckprüfung festgestellt wird.

Die Dichtheit ist keine physikalische Eigenschaft. Ein Gegenstand gilt als dicht, wenn bei einer Dichtheitsprüfung ein vereinbarter Grenzwert der Leckagerate nicht überschritten wird. Eine Druckprüfung mit Wasser (oder anderen in Ausnahmefällen verwendeten Flüssigkeiten) gilt als bestanden, wenn während der Prüfzeit keine Undichtheiten oder Verformungen festgestellt werden. Eine Dichtheitsprüfung ist demnach erfolgreich bestanden, wenn während der Prüfzeit keine Undichtheiten auftreten. Bei gut entlüfteten Systemen macht sich eine Undichtheit bei der Verwendung von Flüssigkeiten als Prüfmittel über einen Druckabfall schnell und gut bemerkbar. Der Versuch, eine Undichtheit bei Gas-Dichtheitsprüfungen über den Druckabfall nachzuweisen, ist in der Regel nicht zielführend, da in Abhängigkeit vom Volumen, dem Druck und der Ablesegenauigkeit des verwendeten Manometers Jahre vergehen können, bis ein Abfall des Drucks festgestellt werden kann.

„Flüssigkeitsdicht“ entspricht einer Gasleckagerate von 10^0 bis 10^{-1} (mbar·l)/s. „Technisch dicht“ gegen Gase entspricht 10^{-3} (mbar·l)/s, „dicht für sehr giftige Gase“ 10^{-6} (mbar·l)/s. Daraus ist ersichtlich, dass eine Dichtheitsprüfung mit Flüssigkeit eine Dichtheit gegen Gase nicht nachweist.

Nachfolgend werden Richtwerte für die Nachweisempfindlichkeit verschiedener Dichtheits-Prüfverfahren gegeben:

Prüfverfahren	Norm	Nachweisgrenze in (mbar·l)/s
Wasserdruck(stands-)prüfung		$10^0 - 10^{-1}$
Ultraschall-Lecksuche		$10^{-1} - 10^{-2}$
Blasenprüfverfahren (z. B. Nekal)	DIN EN 1593	$10^{-2} - 10^{-4}$
Druckdifferenzverfahren	DIN EN 13184	$10^{-2} - 10^{-4}$
Prüfgasverfahren (z. B. Helium)	DIN EN ISO 20485	$10^{-5} - 10^{-10}$

3.6.3.6 Lebensdauerabschätzung (LA)

- (1) Für Rohrleitungen, deren Abtragsrate mehr als 0,1 mm/a beträgt, ist alle 5 Jahre eine Lebensdauerabschätzung durchzuführen. Beträgt die Restlebensdauer weniger als 10 Jahre, ist die nächste Prüfung nach der Hälfte der rechnerischen Restlebensdauer durchzuführen.
- (2) Die Lebensdauerabschätzung erfolgt nach folgenden Ablaufschritten:
 1. Stichprobenweise Wanddickenmessung an aussagekräftigen Stellen (z. B. Krümmer, Tiefpunkt, Querschnittsveränderung) mittels Ultraschallmessung oder Durchstrahlungsprojektion. Durch die Auswahl der Messstellen und die Zahl und Lage der Messpunkte oder -flächen muss eine Bewertung der gesamten Rohrleitung oder des zu beurteilenden Rohrleitungsabschnitts möglich sein. Die Messergebnisse sind zu dokumentieren.
 2. Feststellung der ursprünglich vorhandenen Wanddicke aus den vorliegenden Unterlagen oder vorangegangenen Messungen. Liegen keine nachvollziehbaren Unterlagen über die ursprünglich vorhandene Wanddicke vor, legt der Betreiber eine Berechnung, z. B. nach DIN 2413: 2011, zur Bestimmung der rechnerisch erforderlichen Mindestwanddicke dem Sachverständigen zur Prüfung vor. Gegebenenfalls sind örtliche und betriebliche Besonderheiten, z. B. Schwellbeanspruchung gesondert zu berücksichtigen. Zusätzlich sind Korrosions- und Fertigungszuschläge zu berücksichtigen.
 3. Bestimmung der Abtragsrate, z. B. aus dem Vergleich der Wanddicke gemäß Ziffer 2 mit der aktuell gemessenen Wanddicke unter Berücksichtigung der Betriebsbedingungen und -dauer. Liegen mehrere Wanddickenmessungen vor, so kann die Abtragsrate aus der aktuellen und den dieser vorausgegangenen Messungen gebildet werden.
 4. Bestimmung der in 10 Jahren zu erwartenden Wanddicke.
 5. Vergleich der in 10 Jahren zu erwartenden Wanddicke mit der rechnerisch erforderlichen Wanddicke. Sofern der bei der Planung zugrunde gelegte Abnutzungszuschlag in diesen 10 Jahren aufgebraucht sein wird, ist eine Neuberechnung der Rohrleitung mit der in 10 Jahren zu erwartenden Wanddicke unter Berücksichtigung aller betrieblichen Einflüsse durchzuführen.
- (3) Ist die in 10 Jahren zu erwartende Wanddicke größer oder gleich der rechnerischen Mindestwanddicke, sind die Voraussetzungen für den sicheren Betrieb der Rohrleitung gegeben.
- (4) Die Lebensdauerabschätzung ist bei einer Änderung der Betriebsweise, die Auswirkungen auf die Abtragsrate haben kann, erneut durchzuführen.

Die Forderung nach einer Lebensdauerabschätzung ist neu. Davon betroffen sind allerdings nur Rohrleitungen aus Werkstoffen, deren Abtragsrate mehr als 0,1 mm/a beträgt. Solche Werkstoffe gelten lediglich als „bedingt geeignet“ und erfordern daher im langjährigen Betrieb eine aufwendigere Überwachung. Die Lebensdauerabschätzung ist alle 5 Jahre durchzuführen. Diese Frist korrespondiert mit der Frist für die wiederkehrende Anlagenprüfung nach AwSV. Sofern die Restlebensdauer weniger als 10 Jahre beträgt, ist die nächste Prüfung nach der Hälfte der Restlebensdauer durchzuführen. Basis der Lebensdauerabschätzung ist die Bestimmung der Abtragsrate unter Verwendung aussagefähiger Wanddickenmessungen (siehe hierzu auch 2.1.4 und 2.1.5).

Die Lebensdauerabschätzung erfolgt gemäß Absatz 2, dargestellt in folgendem Schema (Bild K-6).

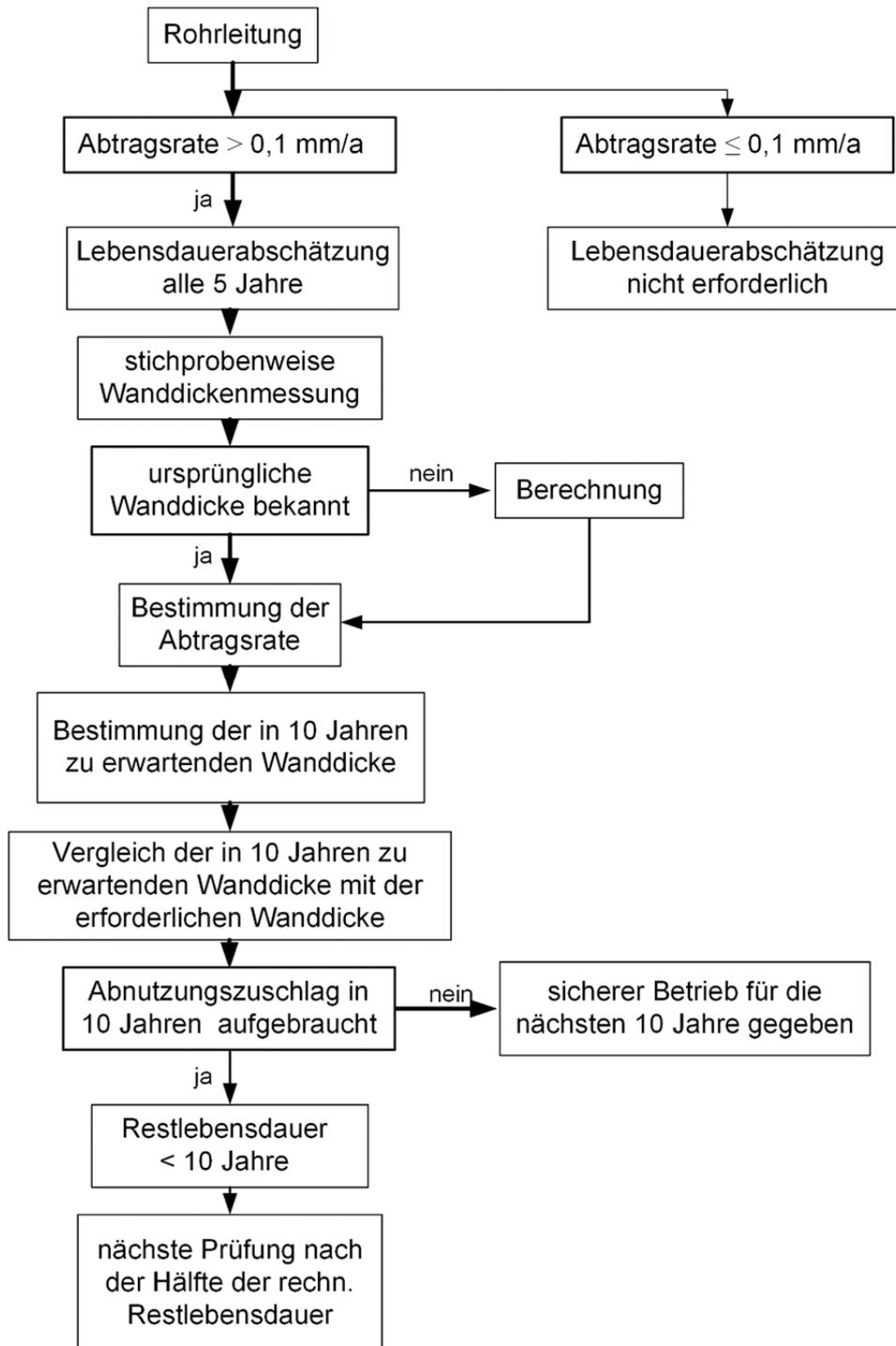


Bild K-6: Ablauf einer Lebensdauerabschätzung

3.6.4 Fristen von wiederkehrenden Prüfungen

Die zugrunde zu legenden Fristen für wiederkehrende Prüfungen sind in nachfolgender Tabelle zusammengefasst.

Tabelle 1: Fristen für wiederkehrende Prüfungen

Abkürzung	Art der Prüfung	Frist/Turnus	Anforderung nach	Bemerkung
ZP	Wiederkehrende Zustandsprüfung	5 Jahre	3.6.3.3	
DP	Wiederkehrende Druck- oder Ersatzprüfung			Ist die Dichtheitsprüfung im gleichen Zeitraum wie die Druckprüfung durchzuführen, ersetzt die Druckprüfung die Dichtheitsprüfung
	DP 10	10 Jahre	3.6.3.4	
	DP 5	5 Jahre	3.6.3.4	
WD	Wanddickenmessung	5 Jahre	3.6.3.2	
LA	Lebensdauerabschätzung	5 Jahre	3.6.3.6	Beträgt die Restlebensdauer weniger als 10 Jahre, ist die nächste Prüfung nach der Hälfte der rechnerischen Restlebensdauer durchzuführen.
DHP	Wiederkehrende Dichtheitsprüfung	5 Jahre	3.6.3.5	Ist die Dichtheitsprüfung im gleichen Zeitraum wie die Druckprüfung durchzuführen, ersetzt die Druckprüfung die Dichtheitsprüfung

Die Fristen für wiederkehrende Prüfungen lehnen sich an die seit vielen Jahren bewährten Fristen an, die die DruckbehV und jetzt die BetrSichV für Rohrleitungen als überwachungsbedürftige Anlagen vorgeschrieben haben bzw. noch vorschreiben. In dieser Analogie erfolgt die Einstufung der Rohrleitungen, die der TRwS 780-1 unterliegen, in die Kategorie derjenigen Rohrleitungen, die gemäß BetrSichV bedingt durch ihr Gefährdungspotenzial der Überwachung durch eine Drittstelle (ZÜS) bedürfen. Es wird nochmals in Erinnerung gerufen, dass mit der TRwS 780-1 der Verzicht auf ein Rückhaltevermögen gewährt wird, der durch andere Maßnahmen, u. a. Prüfungen, ausgeglichen werden muss. Die Fristen sind gleichlautend mit der Prüfung der Anlage nach AwSV, sodass alle Prüfungen bei guter Organisation durch den Sachverständigen nach AwSV innerhalb kurzer Zeit durchgeführt werden können.

Bei Rohrleitungen, die nicht durch den Sachverständigen nach AwSV geprüft werden müssen (oberirdische Anlagen der Gefährdungsstufe A oder B), muss der Betreiber die Prüfungen selbst vornehmen oder vornehmen lassen. In jedem Fall muss fachkundiges Personal mit der Prüfung beauftragt werden; dies können zur Prüfung befähigte Personen nach BetrSichV oder Sachverständige einer ZÜS sein.

Die Frist für die Druck- bzw. Ersatzprüfung beträgt in Abhängigkeit der Korrosionsrate 10 Jahre ($a \leq 0,1 \text{ mm/a}$) bzw. 5 Jahre ($a > 0,1 \text{ mm/a}$ und $\leq 0,5 \text{ mm/a}$). Mit dieser Unterscheidung wird der höheren Korrosionsrate (mögliche Schwächung der Rohrleitungswandung) Rechnung getragen. Bei höheren Abtragsraten ist zusätzlich zu der Druckprüfung eine Wanddickenmessung gefordert. Diese zusätzliche Maßnahme wird als unverzichtbar angesehen, um die bei der Auslegung zugrunde

gelegte Abtragsrate unter den Praxisbedingungen zu bestätigen. Wenn bei der Messung jedoch eine höhere Abtragsrate festgestellt wird, ist die Frist für die nächste Prüfung entsprechend anzupassen.

Es wird empfohlen, die im Betrieb der Leitung tatsächlich auftretenden Abträge zu ermitteln und eine Abstimmung auf die Prüfterminierung vorzunehmen, um in diesem Intervall einen sicheren Betrieb zu gewährleisten (siehe hierzu auch 2.1.4).

4 Rohrleitungstypen

(1) Damit gemäß § 21 Absatz 1 Satz 3 AwSV auf Rückhalteeinrichtungen verzichtet werden kann, müssen die flüssigkeitsumschließenden Wandungen so ausgeführt, überwacht und instandgehalten werden, dass Undichtheiten nicht zu besorgen sind. Dazu werden in Abhängigkeit von

- der technischen Ausführung der Verbindungen,
- der technischen Ausführung der Armaturen und
- der Abtragsrate der Rohrleitungswerkstoffe

acht Rohrleitungstypen gemäß Tabelle 2 gebildet. Dabei wird vorausgesetzt, dass die Anforderungen des Abschnitts 3 bezüglich Bemessung und Errichtung erfüllt sind.

(2) Nur unter technisch dauerhaft dichten Verbindungen und Armaturen kann auf Rückhalteeinrichtungen verzichtet werden. Technisch dichte Verbindungen oder Armaturen erfordern den Eigenschaften der Verbindungen oder Armaturen angepasste örtliche Rückhalteeinrichtungen.

(3) Regelungen für Pumpen sind in Anhang A aufgeführt.

(4) Für andere als die hier aufgeführten Rohrleitungstypen sind Maßnahmen zum Abdichten von Bodenflächen unter Rohrleitungen bzw. Rückhaltemaßnahmen vorzusehen.

Tabelle 2: Rohrleitungstypen

	Rohrleitungstyp 1	Rohrleitungstyp 2	Rohrleitungstyp 3	Rohrleitungstyp 4
Verbindungen	Technisch dauerhaft dichte Verbindungen			
Armaturen	Technisch dauerhaft dichte Armaturen		Technisch dichte Armaturen	
Abtragsrate a (mm/a)	$a \leq 0,1$	$0,1 < a \leq 0,5$	$a \leq 0,1$	$0,1 < a \leq 0,5$
	Rohrleitungstyp 5	Rohrleitungstyp 6	Rohrleitungstyp 7	Rohrleitungstyp 8
Verbindungen	Technisch dichte Verbindungen			
Armaturen	Technisch dauerhaft dichte Armaturen		Technisch dichte Armaturen	
Abtragsrate a (mm/a)	$a \leq 0,1$	$0,1 < a \leq 0,5$	$a \leq 0,1$	$0,1 < a \leq 0,5$

Voraussetzung ist für alle Rohrleitungstypen die Erfüllung der allgemeinen Anforderungen, wie sie in Abschnitt 3 beschrieben sind. In Abhängigkeit von

- der Dichtheit der Verbindungen,
- der Dichtheit der Armaturen,
- der Abtragsrate

Kommentar zum DWA-A 780-1

ergeben sich acht Rohrleitungstypen. An jeden Rohrleitungstyp werden entsprechend seinen Eigenschaften besondere Anforderungen gestellt, die baulicher und/oder organisatorischer Natur sein können. Der Rohrleitungstyp 1 ist so zuverlässig, dass die Erfüllung der allgemeinen Anforderungen für einen dem Besorgnisgrundsatz genügenden Betrieb ausreicht, mithin auf zusätzliche Anforderungen verzichtet werden kann. Im Gegensatz dazu steht der Rohrleitungstyp 8, für den die allgemeinen Anforderungen nicht ausreichen. Die besonderen Anforderungen sind in Abschnitt 5 in Abhängigkeit vom Rohrleitungstyp beschrieben.

Nachfolgendes Schema verdeutlicht den Weg der Bestimmung des Rohrleitungstyps.

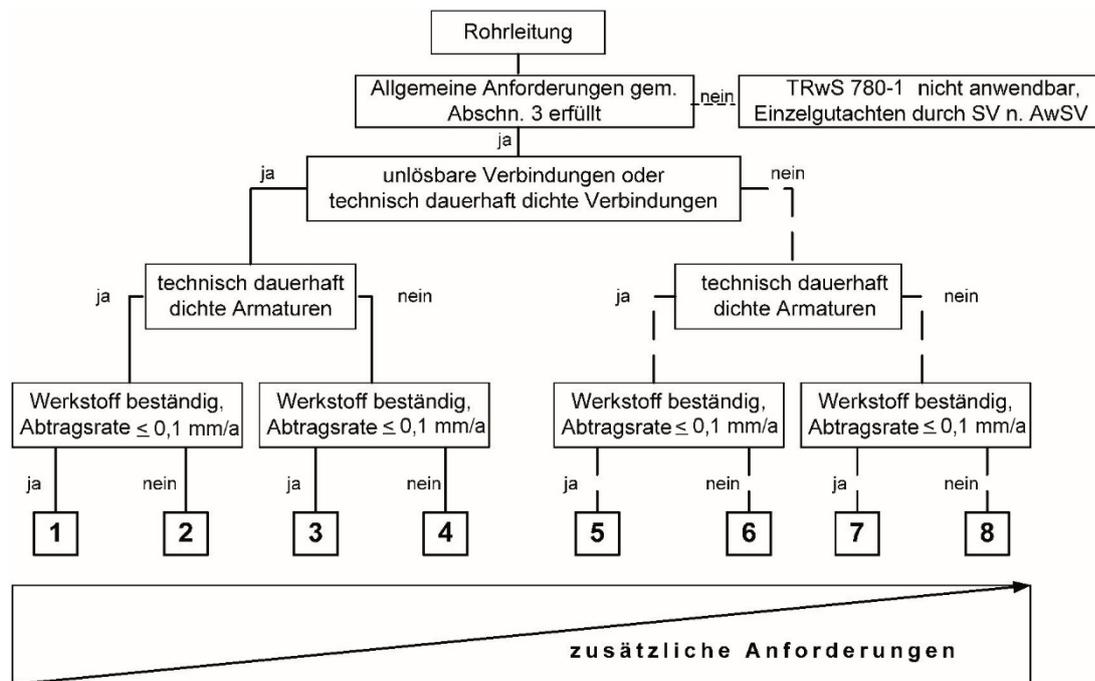


Bild K-7: Schema zur Festlegung der Rohrleitungstypen

Mithilfe der Einteilung der Rohrleitungen in diese acht Typen können für jeden dieser Typen die zusätzlichen Maßnahmen ermittelt werden. Dies sind an die Ausführung der Rohrleitung angepasste Prüffristen und die Angabe, ob und an welcher Stelle gegebenenfalls örtliche Rückhalteeinrichtungen einschließlich organisatorischer Maßnahmen vorzusehen sind. Der Betreiber kann somit technisch dauerhaft dichte Bauteile und technisch dichte Bauteile beliebig variieren und hat damit die Möglichkeit, die Anforderungen auf die betrieblichen Gegebenheiten abzustimmen, d. h. entweder Aufwand für die materielle Ausgestaltung der Rohrleitung oder für die zusätzlichen Maßnahmen zu treiben, je nachdem, was ihm wirtschaftlicher erscheint.

5 Besondere Anforderungen

5.1 Anforderungen an die Rückhaltung

5.1.1 Vorbemerkungen

Über die allgemeinen Anforderungen des Abschnitts 3 hinaus sind in Abhängigkeit von den Rohrleitungstypen (siehe Abschnitt 4: Tabelle 2) in Tabelle 3 und den folgenden Abschnitten Anforderungen an die Rückhaltung beschrieben. Zur Vollständigkeit sind die Prüfungen in Tabelle 3 mit dargestellt.

Wie bereits mehrfach erwähnt, befreit § 21 Absatz 1 AwSV von einer Rückhalteeinrichtung unter Rohrleitungen und damit auch von befestigten Flächen. Im Gegenzug muss durch eine Gefährdungsabschätzung nachgewiesen werden, dass dem Gewässerschutz dennoch Genüge getan ist. Dazu muss der Verzicht auf eine Rückhalteeinrichtung durch ein Mehr an anderer Stelle ausgeglichen werden.

Zunächst müssen alle der in Abschnitt 4 beschriebenen Rohrleitungstypen die allgemeinen Anforderungen des Abschnitt 3 erfüllen. Dies sind im Wesentlichen die üblichen Anforderungen, die ein Regelwerk an eine betriebssichere Rohrleitung stellt. Darüber hinaus sind, je nach Rohrleitungstyp, zusätzliche Anforderungen vorzusehen.

Die zusätzlichen Anforderungen sind in der nachfolgenden Tabelle 3 dargestellt. Zur Verdeutlichung der Systematik wurden hier auch Angaben gemacht, die eigentlich nicht nötig sind, da im Vorgehen ausreichend beschrieben. So soll klargestellt werden, dass für das Rohr (und die Formstücke) keine Rückhalteeinrichtung erforderlich ist. Auch die Prüfungen gehören zu den allgemeinen Anforderungen, sind aber in Tabelle 3 im Sinne einer vollständigen Darstellung der Anforderungen mit aufgeführt.

Tabelle 3: Anforderungen an die Rückhaltung

	Rohrleitungstyp 1	Rohrleitungstyp 2	Rohrleitungstyp 3	Rohrleitungstyp 4
<i>R</i> _{1,Rohr}	–	–	–	–
<i>R</i> _{1,Verbindung}	–	–	–	–
<i>R</i> _{1,Armatur}	–	–	erforderlich	erforderlich
Prüfungen	DP 10 + ZP + DHP	DP 5 + ZP + WD + LA	DP 10 + ZP + DHP	DP 5 + ZP + WD + LA
	Rohrleitungstyp 5	Rohrleitungstyp 6	Rohrleitungstyp 7	Rohrleitungstyp 8
<i>R</i> _{1,Rohr}	–	–	–	–
<i>R</i> _{1,Verbindung}	erforderlich	erforderlich	erforderlich	erforderlich
<i>R</i> _{1,Armatur}	–	–	erforderlich	erforderlich
Prüfungen	DP 10 + ZP + DHP	DP 5 + ZP + WD + LA	DP 10 + ZP + DHP	DP 5 + ZP + WD + LA
ANMERKUNGEN				
–	Keine speziellen Maßnahmen hinsichtlich Rückhaltung für das genannte Rohrleitungsteil erforderlich.			
<i>R</i> _{1,Rohr}	Rückhalteeinrichtung für Rohre einschließlich Formteile.			
<i>R</i> _{1,Verbindung}	Rückhalteeinrichtung für technisch dichte Verbindungen gemäß 5.1.2, 5.2 und 5.3.			
<i>R</i> _{1,Armatur}	Rückhalteeinrichtung für technisch dichte Armaturen gemäß 5.1.3, 5.2 und 5.3.			
DP 10, DP 5, ZP, DHP	Wiederkehrende Prüfungen gemäß 3.6.4 und 3.6.3.			
WD	Wanddickenmessung gemäß 3.6.3.2.			
LA	Lebensdauerabschätzung gemäß 3.6.3.6.			
ZP	Zustandsprüfung			
DHP	Dichtheitsprüfung			

5.1.2 Rückhaltevolumen $R_{1, \text{Verbindung}}$ für technisch dichte Verbindungen

- (1) Leckagen müssen sicher in die Rückhalteeinrichtung geleitet werden. Dazu können bei technisch dichten Verbindungen zur Einschränkung des Wirkungsbereichs Spritzschutzmaßnahmen erforderlich sein.
- (2) Die Bestimmung des Rückhaltevolumens $R_{1, \text{Verbindung}}$ für mögliche Leckagen aus technisch dichten Flanschverbindungen erfolgt nach TRWS 785:2009. Für andere Verbindungsarten ist das Rückhaltevolumen R_1 im Einzelfall zu bestimmen.

5.1.3 Rückhaltevolumen $R_{1, \text{Armatur}}$ für technisch dichte Armaturen

- (1) Bei Armaturen muss unterschieden werden zwischen der Dichtheit der Anschlussflansche und der Dichtheit der Spindeldurchführung. Sofern bei den Anschlussflanschen der Armaturen Tropfleckagen/Leckagen nicht ausgeschlossen sind (technisch dichte Verbindungen), gilt 5.1.2. Für technisch dichte Armaturen mit auf Dauer technisch dichten Anschlussflanschen gelten die nachfolgenden Festlegungen.
- (2) Bei der Wellendurchführung von technisch dichten Armaturen sind bei vorschriftsmäßiger Instandhaltung nur Tropfleckagen möglich.
- (3) Die Dichtfläche zum Untergrund hat die Projektion der Armaturen zu umgeben. Eine Aufkantung von 2 cm wird als ausreichend angesehen. Eine Aufkantung ist nicht erforderlich, wenn die Dichtfläche an einen Auffangraum oder an eine geeignete betriebliche Abwasseranlage angeschlossen ist. Beim Anschluss an eine geeignete betriebliche Abwasseranlage gilt § 22 AwSV.

5.2 Berücksichtigung von Niederschlagswasser und Löschwasser

- (1) Bei der Bemessung der Rückhalteeinrichtung sind neben dem erforderlichen Rückhaltevolumen gegebenenfalls auch anfallende Niederschlagswassermengen und Löschwassermengen zu berücksichtigen.
- (2) Bei nicht überdachten Rückhalteeinrichtungen gilt für die Berücksichtigung der Niederschlagswassermenge TRWS 779¹⁰⁾:2006.

5.3 Ausführung der Dichtfläche

Die Dichtfläche ist gemäß der TRWS 786:2018 auszuführen.

10) TRWS 779:2006 ist derzeit in Überarbeitung. Folgende Festlegung ist zurzeit in Diskussion (Entwurf DWA- 779:2018-12):
„Bei nicht ausreichend überdachten Rückhalteeinrichtungen und bei Rückhalteeinrichtungen, in die unvermeidlich Niederschlagswasser zutreten kann, ist neben dem Rückhaltevolumen für austretende wassergefährdende Flüssigkeiten ein zusätzliches Rückhaltevolumen für Niederschlagswasser einzurichten. Die zur Rückhalteeinrichtung hin entwässernden Flächen sind bei der Ermittlung des zusätzlichen Rückhaltevolumens zu berücksichtigen.
In der Regel ist die Regenspende gemäß KOSTRA-Atlas für eine Regendauer von mindestens 72 Stunden bei einer 5-jährigen Wiederholhäufigkeit anzusetzen. Davon kann abgewichen werden, wenn durch infrastrukturelle Maßnahmen, z. B. Kontrollgänge, Überwachungszeiträume von Abfüllvorgängen oder automatische Messeinrichtungen sowie ggf. Abpumpmaßnahmen, sichergestellt ist, dass das erforderliche Rückhaltevermögen für den Schadensfall sowie die hierfür anfallende Regenspende ausgelegt ist. In diesem Fall muss mindestens die sich aus einem 15-minütigen Regen bei einer 5-jährigen Wiederholhäufigkeit ergebende Regenspende zugrunde gelegt werden.“
(Es handelt sich hierbei um eine vorläufige Regelung)

Eine Rückhalteeinrichtung ist nur dort verzichtbar, wo die Rohrleitung technisch dauerhaft dicht ausgeführt ist. Im Umkehrschluss ist eine Rückhalteeinrichtung überall dort vorzusehen, wo eine Rohrleitung „nur“ als technisch dicht gilt, denn anders ist der Schutz von Gewässern vor Verunreinigungen durch austretende wassergefährdende Stoffe grundsätzlich nicht erfüllt. Da die mögliche Austrittsstelle örtlich begrenzt ist, genügt eine örtliche Rückhalteeinrichtung, die nur für diejenigen Mengen zu bemessen ist, die an der fraglichen Stelle austreten können, gegebenenfalls zuzüglich Niederschlagswasser. Hierzu kann die TRwS 785 „Bestimmung des Rückhaltevermögens bis zum Wirksamwerden geeigneter Sicherheitsvorkehrungen – R_1 “ herangezogen werden. Eine Rückhalteeinrichtung muss immer flüssigkeitsundurchlässig ausgeführt sein. Diesbezüglich ist die TRwS 786 „Ausführung von Dichtflächen“ einschlägig.

6 Bestehende Rohrleitungen

6.1 Allgemeines

Die Anforderungen dieser TRwS sind grundsätzlich auch von bestehenden Rohrleitungen zu erfüllen. Im Allgemeinen haben bestehende Rohrleitungen, die nach den zum Zeitpunkt ihrer Errichtung geltenden allgemein anerkannten Regeln der Technik errichtet worden sind und sie im bisherigen Betrieb keine erheblichen oder gefährlichen Mängel gezeigt haben, ihre Betriebstauglichkeit bzw. technische Betriebsbewährung nachgewiesen, sodass auf nicht vorhandene Unterlagen, die nicht mehr oder nur mit großem Aufwand vorgelegt werden können, verzichtet werden darf, sofern im Nachfolgenden nicht spezielle Regelungen getroffen sind.

Mit Inkrafttreten der AwSV und der Fassung Mai 2018 der TRwS 780-1 gelten alle bis zu diesem Zeitpunkt in Betrieb genommenen Rohrleitungen als bestehende Rohrleitungen, die unter Umständen den veränderten Anforderungen nicht mehr genügen. Es mussten daher für diese Rohrleitungen, die noch auf lange Zeit die Mehrzahl des von dieser TRwS betroffenen Rohrleitungsbestands ausmachen, Regelungen getroffen werden.

Einen Bestandsschutz in dem Sinne, dass alles „Alte“ von Nachrüstungsforderungen aufgrund neuer Anforderungen ausgenommen ist, gibt es nicht. Der Besorgnisgrundsatz macht keinen Unterschied zwischen neu errichteten und bestehenden Rohrleitungen. Von beiden darf keine Gefahr der Gewässerverunreinigung ausgehen. Andererseits gilt aber auch das Verhältnismäßigkeitsprinzip in Form des Übermaßverbots, d. h. die Nachrüstung oder der Neubau von Rohrleitungen darf nicht ausschließlich wegen ihres Alters verlangt werden. Folgerichtig bestimmen §§ 66 bis 72 AwSV, wie mit veränderten Vorschriften für Anlagen und Tatbeständen umzugehen ist, die bereits vor dem Inkrafttreten der AwSV aufgrund ihrer Vorgängervorschriften rechtmäßig errichtet und betrieben wurden. Für den Umgang mit bestehenden Rohrleitungen, unter denen sich keine Rückhalteeinrichtungen befinden, ist § 68 Absatz 5 AwSV einschlägig: *„Aufgrund von nach Absatz 3 Satz 1 festgestellten Abweichungen [Anmerkung der Verfasser: von den bisherigen Ländervorschriften] können die Stilllegung oder die Beseitigung einer Anlage oder Anpassungsmaßnahmen, die einer Neuerrichtung der Anlage gleichkommen oder die den Zweck der Anlage verändern, nicht verlangt werden.“*

Abweichungen von der AwSV werden bei der ersten wiederkehrenden Prüfung einer Anlage vom Sachverständigen festgestellt und dokumentiert. Es handelt sich dabei um Nicht-Übereinstimmungen mit der AwSV, die dadurch entstanden sind, dass die AwSV im Vergleich mit dem bisher geltenden Landesrecht (VAwS) neue oder verschärfte Anforderungen an die Anlage stellt. Abweichungen können belassen werden, bis die zuständige Behörde eine Anpassung an die AwSV anordnet.

Mängel sind Nicht-Übereinstimmungen mit der AwSV, die auch nach bisherigem Landesrecht nicht zulässig waren. Der Sachverständige stellt Mängel bei der Anlagenprüfung fest, dokumentiert und bewertet sie. Die Beseitigung von Mängeln muss nach der Vorschrift des § 48 AwSV vorgenommen werden.

Für bestehende Rohrleitungen ergeben sich daraus folgende Anforderungen:

- der Betrieb der Rohrleitung bzw. der Anlage, zu der sie gehört, muss aufgrund der von der AwSV abgelösten Landesvorschriften rechtmäßig sein;
- die Leitung muss in technisch betriebssicheren Zustand sein;
- grundlegende Parameter einer Rohrleitung und ihres Betriebs müssen bekannt sein; andernfalls sind sie zu ermitteln;
- Mängel, die schon nach abgelöstem Landesrecht als solche zu bewerten waren, fallen nicht unter die Übergangsregelungen.

Sofern Rohrleitungen einem zum Zeitpunkt ihrer Errichtung anerkannten Regelwerk entsprechen und ihre Betriebstauglichkeit dadurch nachgewiesen haben, dass sie nicht durch erhebliche oder gar gefährliche Mängel aufgefallen sind, kann davon ausgegangen werden, dass ihre Betriebssicherheit grundsätzlich gegeben ist. In diesem Falle kann auf die Beschaffung von Dokumenten, die im Rahmen der Errichtung größere Bedeutung haben als für den Betrieb, verzichtet werden. Beispiele dafür sind Schweißerzeugnisse und Schweiß-Verfahrensprüfungen. Andere Nachweise, wie zulässige Betriebsbedingungen, Werkstoffe, Berechnungen, Verlaufspläne, Nachweise über zerstörungsfreie Prüfungen u. Ä. sind dagegen unverzichtbar.

6.2 Rohrleitungstypen

Bestehende Rohrleitungen müssen einem der in Tabelle 2 (siehe Abschnitt 4: Absatz 1) aufgeführten Rohrleitungstypen zugeordnet werden. Fehlende Informationen sind gemäß den folgenden Unterabschnitten zu ermitteln.

Auch bestehende Rohrleitungen müssen einem der in Abschnitt 4 beschriebenen Rohrleitungstypen zugeordnet werden. Sind die Bauweisen von Armaturen und Verbindungen bzgl. der Dichtheit nicht bekannt, müssen sie ermittelt werden. Wenn dies nicht möglich ist, ist vorsorglich von „technisch dicht“ auszugehen.

6.3 Beschreibung/Dokumentation

Soweit nicht oder nicht vollständig vorhanden, ist eine Beschreibung der Rohrleitung entsprechend 3.2.1 zu fertigen. Es müssen mindestens ermittelt werden:

- der zulässige Betriebsüberdruck und die zulässige Betriebstemperatur;
- eventuelle Zusatzbelastungen;
- der Werkstofftyp gemäß 6.4;
- Wanddicken, eventuell durch Messung zu ermitteln;
- Nenndruckstufe der Flansche und Armaturen;
- Beurteilung der Korrosionsbeständigkeit der Werkstoffe;
- Typ der Fügeverbindungen (lösbar/unlösbar bzw. geschweißt, geschraubt, Flanschverbindung u. Ä.).

Die in Abschnitt 6.3 genannten Informationen müssen auch für bestehende Rohrleitungen bekannt und dokumentiert sein. Soweit sie vorhandenen Dokumenten nicht entnommen werden können, sind sie zu ermitteln.

Der zulässige Betriebsüberdruck und die zulässige Betriebstemperatur sind, sofern nicht dokumentiert, auf der Grundlage der Arbeitsbedingungen festzusetzen. Eventuelle Zusatzbelastungen, z. B.

aus schlecht abgestützten Armaturen oder Anschlussleitungen, können nur speziellen Rohrsystemberechnungen entnommen werden. Sie sind eventuell konservativ zu schätzen. Wanddicken und Nenndruckstufen können recht einfach und sicher durch Messung ermittelt werden. Für Flansche geben z. B. die Blattdicke und die Durchmesser von Flanschblatt und Lochkreis Informationen über die Nenndruckstufe. Die Feststellung der Dichtungs- und Armaturenbauart nur durch eine Sichtprüfung kann schwierig sein. Entweder ist in solchen Fällen konservativ von technisch dichten Verbindungen auszugehen, oder Flanschverbindungen sind stichprobenweise zu lösen, um die Dichtungsbauart zu bestimmen.

Rohrklassen, die entsprechende Informationen enthalten und von denen sicher bekannt ist, dass die betrachtete Rohrleitung nach ihnen gebaut worden ist, gelten als Dokumentation im Sinne dieses Abschnitts. Die Rohrklassen sollten DIN 21057-1 „Rohrklassen für verfahrenstechnische Anlagen; Teil 1: Allgemeines – Grundlagen für das Erstellen von Rohrklassen“ entsprechen und durch einen Sachverständigen daraufhin geprüft sein, ob die Bemessung der einzelnen Teile für die Auslegungsparameter richtig ist.

6.4 Werkstoffe

(1) Die Werkstoffe aller Rohrleitungsteile müssen mindestens dem Typ nach bekannt sein, z. B.:

- unlegierte oder niedrig legierte ferritische Stähle, z. B. St 35.8, 15 Mo 3, C 22.8.
(Die Verwendung von St 33 gemäß DIN 2440:1978, DIN 2441:1978 oder DIN 2444:1984 muss bei geschweißten Verbindungen ausgeschlossen sein);
- austenitische Edelstähle des Typs CrNi, z. B. 1.4301, 1.4541, G-1.4404, G-1.4408;
- austenitische Edelstähle des Typs CrNiMo, z. B. 1.4571, G-1.4581;
- höher legierte austenitische Edelstähle, z. B. 1.4539;
- austenitisch-ferritische Stähle, z. B. 1.4462, 1.4162, G-1.4470;
- Grauguss mit Kugelgraphit, z. B. GGG 40.3;
- Stahlguss, z. B. GS-C25;
- Nickelbasislegierungen, z. B. Hastelloy, Inconel;
- Kupfer;
- Titan;
- Aluminium und seine Legierungen.

Werkstoffe nach anderen Regelwerken als DIN/EN (z. B. ANSI, ASTM) sind den oben genannten Werkstoffen sinngemäß zuzuordnen.

(2) Der Werkstofftyp ist durch Aufnahmen von noch erkennbaren Stempelungen und Gusszeichen oder durch geeignete zerstörungsfreie Verfahren, wie zum Beispiel Prüfung des Magnetismus oder mobile Spektralanalyse, zu ermitteln.

(3) Bei ausgekleideten bzw. innenbeschichteten Rohrleitungen muss der Werkstoff der Auskleidung bzw. Innenbeschichtung bekannt sein, z. B. Email, PTFE, Hart- oder Weichgummierung.

Der Werkstoff auch bestehender Rohrleitungen muss bekannt sein. Ohne dieses Kenntnis ist weder ein Festigkeitsnachweis zu führen noch die Beständigkeit gegen den Durchflussstoff zu beurteilen. Sollte die genaue Werkstoffbezeichnung nicht mehr zu ermitteln sein, muss zumindest der Werkstofftyp festgestellt werden. Für die Beurteilung der Beständigkeit ist dies ausreichend, für das Vorgehen bei Festigkeitsnachweisen siehe 6.9. Die Auflistung nennt die wesentlichen vorkommenden Werkstofftypen und gibt für jede Gruppe Beispiele. Die Aufzählung und die Beispiele sind nicht abschließend. Nicht hier aufgeführte Werkstoffe müssen vom Betreiber einer der Werkstoffgruppen bzw. einer hier nicht aufgeführten Werkstoffgruppe zugeordnet werden.

6.5 Korrosionsbeständigkeit

Es gelten 3.2.5, 3.2.6, 3.2.7 und 6.4.

Die Korrosionsbeständigkeit ist eine der zentralen Forderungen, um auf Rückhalteeinrichtungen unter Rohrleitungen verzichten zu können. Sie muss für bestehende Rohrleitungen genauso wie für neu errichtete gegeben sein und nachgewiesen werden.

6.6 Verbindungen und Armaturen

- (1) Auch bestehende Rohrleitungen sind einem Rohrleitungstyp nach zuzuordnen; die sich daraus ergebenden Anforderungen sind grundsätzlich umzusetzen (siehe Tabellen 2 und 3). Dazu muss eine Zuordnung der vorhandenen Verbindungen und Armaturen zu einer der in 2.1.2 und 2.1.3 aufgeführten Ausführungen („technisch dauerhaft dicht“ oder „technisch dicht“) erfolgen und ist zu dokumentieren. In Zweifelsfällen ist die schlechtere Ausführung anzunehmen. Alternativ können die nicht sicher beurteilbaren Verbindungen bzw. Armaturen (z. B. Schweißnaht- oder Flanschverbindungen) ausgetauscht werden.
- (2) Sofern für technisch dichte Ausführungen bisher positive Betriebserfahrungen vorliegen, können diese ohne weitere technische Maßnahmen (z. B. Auffangraum oder Austausch) weiter betrieben werden. Im Rahmen des Instandhaltungs- und Überwachungsplans sind hierfür besondere Maßnahmen festzulegen.
- (3) Bestehende Schweiß- und Hartlötverbindungen gelten als technisch dauerhaft dicht. Bei der erstmaligen Erfassung der Rohrleitung sind die Verbindungen bei fehlender Dokumentation für den weiteren sicheren Betrieb zu beurteilen. Gegebenenfalls sind hierfür stichprobenweise zerstörungsfreie Prüfungen durchzuführen. Die Art der Prüfung und der Prüfumfang richten sich dann nach den Eigenschaften des Durchflusstoffs und dem festgestellten Werkstofftyp und sind vom Betreiber in Abstimmung mit dem Sachverständigen festzulegen.
- (4) Führt eine zerstörungsfreie Prüfung zu dem Ergebnis, dass eine Fügeverbindung nicht den heutigen allgemein anerkannten Regeln der Technik entspricht, ist zu bewerten, ob die Fügeverbindung dem zum Zeitpunkt der Errichtung geltenden technischen Regelwerk entspricht (siehe auch 6.1) und dieser Zustand das erforderliche Maß an Sicherheit bietet, dass sie belassen werden kann.

Die Zuordnung einer Verbindung oder Armatur zu der Gruppe „technisch dauerhaft dicht“ oder „technisch dicht“ ist eine der zentralen Anforderungen der TRwS 780-1 und muss auch für bestehende Anlagen durchgeführt werden, da sich hieraus die zu treffenden besonderen Maßnahmen ergeben, siehe Abschnitt 5. Der Besorgnisgrundsatz verlangt, dass im Zweifelsfall die schlechtere Ausführung zugrunde zu legen ist. Der Betreiber kann sich dazu entscheiden, alte Dichtungen oder Armaturen auszutauschen und damit einen bekannten und der TRwS 780-1 entsprechenden Zustand herzustellen. Sofern die bestehenden Verbindungen oder Armaturen im bisherigen Betrieb nicht auffällig geworden sind, können sie belassen werden, ohne dass die besonderen technischen Maßnahmen wie örtliche Rückhalteeinrichtungen geschaffen werden müssen. Allerdings sind derartige Verbindungen und Armaturen mit besonderer Sorgfalt zu überwachen und instand zu halten (organisatorische Maßnahme).

Ein pauschaler Verzicht auf die Beurteilung der Schweißnähte kann vor dem Hintergrund der Einstufung als „auf dauerhaft technisch dicht“ nicht erfolgen. Die Forderung nach einer nachträglichen Prüfung von Schweiß- und Hartlötverbindungen hat den Zweck, dass der Betreiber die Zuverlässigkeit solcher Verbindungen kennt. Oft wird das Ergebnis nicht den heutigen Anforderungen entsprechen. Für die Beurteilung sind jedoch die Anforderungen zum Zeitpunkt der Errichtung der Rohrleitung heranzuziehen.

Führt eine zerstörungsfreie Prüfung zu dem Ergebnis, dass eine Fügeverbindung nicht den heutigen allgemein anerkannten Regeln der Technik entspricht (z. B. DIN EN ISO 5817) und auch nicht den Anforderungen, die zum Zeitpunkt der Errichtung an eine Schweißnaht gestellt wurden, müssen andere Maßstäbe angesetzt werden, ohne dass der sichere Betrieb der Rohrleitung gefährdet ist. Dann ist vom Betreiber in Abstimmung mit dem Sachverständigen zu entscheiden, ob diese Ausführung aufgrund einer bisherigen technischen Betriebsbewährung das erforderliche Maß an Sicherheit bietet, sodass sie belassen werden kann und auch besondere technische Maßnahmen, wie in dieser TRwS für technisch dichte Verbindungen gefordert, unterbleiben können. Die Festigkeit der Verbindung wird dabei selten Anlass zu Bedenken geben. Gemäß der Kesselformel ist eine Schweißnaht in Umfangsrichtung (Rundnaht) nur halb so hoch belastet wie eine Schweißnaht in Längsrichtung. Besondere Beachtung verlangen Poren oder Schlauchporen. Durch die Materialschwächung können sie, insbesondere bei höheren Abtragsraten, bevorzugt undicht werden. Für diese Verbindungen sind dann organisatorische Maßnahmen in Form einer sorgfältigen Überwachung zu treffen.

6.7 Rohrpläne

Fehlende Rohrpläne oder Isometrien sind im erforderlichen Maß zu erstellen, um eine Beurteilung der weiteren Verwendung zu ermöglichen.

Der Verlauf von Rohrleitungen und ihre Einbindung in eine Anlage müssen bekannt und nachvollziehbar sein. Dazu müssen Rohrpläne, bevorzugt für Rohrbrücken oder -trassen, oder Isometrien vorliegen. Dies stellt sicher, dass die richtigen Leitungen überwacht sowie instandgehalten werden und beugt unter Umständen gefährlichen Verwechslungen vor.

6.8 Nachweis der Güteeigenschaften

Auf das nachträgliche Vorlegen von Nachweisen der Güteeigenschaften kann verzichtet werden. Es sind dann die Regelungen nach 6.9 zu berücksichtigen.

Werkstoffverwechslungen können nachteilige Folgen für die Verarbeitbarkeit und Beständigkeit haben. Daher muss sichergestellt sein, dass auch tatsächlich diejenigen Materialien eingebaut sind, die vom Planer vorgegeben wurden. Dafür sehen die meisten Regelwerke vor, dass Werkstoffe über Abnahmeprüfzeugnisse nach DIN EN 10204 bis zum Stahlhersteller rückverfolgbar sind. Die Zugehörigkeit des Abnahmeprüfzeugnisses zum Stahlerzeugnis wird durch Kennzeichnung des letzteren erreicht. Daher schreiben die Regelwerke auch vor, wie solche Kennzeichnungen beim Trennen z. B. von Rohren, zu übertragen sind (z. B. AD-Merkblatt 2000 HP 0 Abschnitt 4).

Sehr oft aber sind für Rohrleitungen Werkstoffnachweise verschollen oder nicht zu den Akten genommen worden. In solchen Fällen kann eine im Regelfall kaum mögliche nachträgliche Beschaffung unterbleiben. Da aber dann die Eigenschaften der Werkstoffe nicht nachgewiesen sind, gelten 6.4 (wenigstens der Werkstofftyp muss ermittelt werden) und 6.9 (Festigkeitskennwerte bei eventuell erforderlichen statischen Nachweisen).

6.9 Mechanische Widerstandsfähigkeit

- (1) Liegen für bestehende Rohrleitungen keine Auslegungsrechnungen vor, so sind diese gemäß 3.2.1 nachträglich mit folgenden Maßgaben zu berechnen.
- (2) Wenn keine Nachweise der Güteeigenschaften vorliegen, ist der Sicherheitsbeiwert um 20 % zu erhöhen.
- (3) Wenn der Werkstoff nur nach seinem Typ bekannt ist, sind sowohl für nahtlose als auch für längsnahtgeschweißte Rohre folgende Festigkeitskennwerte (Streckgrenze bzw. 1 % Dehngrenze) zu verwenden:

- unlegierte oder niedrig legierte ferritische Stähle:
 - bei verschraubten Verbindungen aus St 33: 185 N/mm^2 , maximal zulässige Temperatur 50 °C , bei verschraubten Verbindungen aus anderen Stählen gemäß zulässiger Temperatur der Verschraubung;
 - bei geschweißten Verbindungen:

Berechnungstemperatur	Festigkeitskennwert ¹⁾
-10 °C bis 50 °C	235 N/mm^2
100 °C	199 N/mm^2
150 °C	176 N/mm^2
200 °C	154 N/mm^2
250 °C	137 N/mm^2
300 °C	116 N/mm^2
ANMERKUNG	
1) Gemäß AD 2000-Merkblatt W 4:1992 für St37.0.	

- austenitische Stähle

Berechnungstemperatur	Festigkeitskennwert ¹⁾
20 °C	215 N/mm^2
50 °C	200 N/mm^2
100 °C	180 N/mm^2
150 °C	160 N/mm^2
200 °C	145 N/mm^2
250 °C	135 N/mm^2
300 °C	127 N/mm^2
ANMERKUNG	
1) 1.4307 DIN EN 10216-5:2004.	

■ bei anderen Werkstoffen nach Festlegung durch den Betreiber auf Basis anerkannter Normen und Regelwerke; bei prüfpflichtigen Anlagen ist diese Festlegung durch den Sachverständigen auf Plausibilität zu prüfen.

Für bestehende Rohrleitungen, deren Güteeigenschaften nicht sicher bekannt sind, muss ein Sicherheitszuschlag beim Festigkeitsnachweis zum Ausgleich gemacht werden: 20 % erscheinen angemessen. Wenn also ein nachträglicher Festigkeitsnachweis geführt werden muss, ohne dass der Werkstoff sicher bekannt ist oder seine Güteeigenschaften nicht durch Abnahmeprüfzeugnisse nachgewiesen sind, hat dies zwei Folgen:

1. Für den Festigkeitsnachweis sind die in den beiden Tabellen aufgeführten Festigkeitskennwerte zu verwenden
2. Der Sicherheitsbeiwert (S) ist um 20 % zu erhöhen (z. B. bei Anwendung von AD-2000 $S = 1,8$ anstatt 1,5)

Die Tabellen sind aus AD 2000-Merkblatt W 4 entnommen. Sie geben für die jeweilige Stahlgruppe die jeweils niedrigste Streckgrenze bzw. 1%-Dehngrenze an. Zwischenwerte dürfen linear interpoliert werden. Die Verwendung dieser Werte kann insbesondere bei ferritischen Stählen zu sehr konservativen Ergebnissen führen, wenn z. B. ein Stahl mit einer Streckgrenze von 355 N/mm^2 verbaut ist, aber mangels Nachweis dieser Tatsache mit dem Minimalwert von 235 N/mm^2 gerechnet werden muss. Auch wenn die tabellierten Mindestwerte zur Berechnung verwendet werden, ist der Zuschlag von 20 % auf den Sicherheitsfaktor zu machen; schließlich sind sowohl der Werkstoff als auch seine Güteeigenschaften unbekannt.

6.10 Überwachungsplan

Es gilt 3.5. Vorhandene selbsttätige Störmeldeeinrichtungen in Verbindung mit einer ständig besetzten Betriebsstätte (z. B. Messwarte) können in den betrieblichen Überwachungsplan einbezogen werden.

Die Anforderungen an die Überwachung bestehender Rohrleitungen unterscheidet sich nicht von denen für neu errichtete Rohrleitungen. Je nach Zustand der bestehenden Rohrleitungen können sich erhöhte Anforderungen an Überwachung und Instandhaltung ergeben.

6.11 Prüfungen

(1) Für bestehende Rohrleitungen ist eine erstmalige Zustandsbeurteilung durchzuführen bzw. nachzuweisen. Zur Beurteilung des Zustands sind insbesondere zu prüfen:

- Dokumentation auf Vorhandensein und Inhalt gemäß 6.3 bis 6.9;
- Sichtprüfung, insbesondere
 - allgemeiner Zustand der Leitung,
 - Zustand des äußeren Korrosionsschutzes (insbesondere an Stellen wie Auflagerbereiche, Halterungen, Rohrbügel, Rohrschellen etc.),
 - Durchbiegungen bzw. Lageänderungen,
 - Anordnung und Zustand der Auflagerungen (Festpunkte, Loslager, Führungslager, Gleitlager);
- Korrosion der flüssigkeitsumschließenden Wandungen im Bereich der Halterungen oder Auflager;
- zerstörungsfreie Prüfung von Schweiß- oder Hartlötverbindungen gemäß 6.6, soweit nicht nachgewiesen;

- Wasser-Druckprüfung mit mindestens dem 1,3-Fachen des zulässigen Betriebsüberdrucks; sofern eine Wasserdruckprüfung nicht zweckdienlich ist: Gas-Druckprüfung mit dem 1,1-Fachen des zulässigen Betriebsüberdrucks oder Ersatzprüfungen. Abweichend darf die Druckprüfung mit einem den maximalen Betriebsdruck des Druckerzeugers (Pumpe, Überströmventil, Sicherheitsventil) übersteigenden Druck durchgeführt werden.
- stichprobenweise Waddickenmessung an aussagekräftigen Stellen (z. B. Krümmer, Tiefpunkt, Querschnittsveränderung) mittels Ultraschallmessung oder Durchstrahlungsprojektion zur Beurteilung des Zustands der Rohrleitung. Durch die Auswahl der Messstellen und die Zahl und Lage der Messpunkte oder -flächen muss eine Bewertung der gesamten Rohrleitung oder des zu beurteilenden Rohrleitungsabschnitts möglich sein. Die Messergebnisse sind zu dokumentieren.

[2] Anschließend ist die Rohrleitung gemäß 3.3, 3.4 und 3.5 sowie 3.6.3 und 3.6.4 zu behandeln.

Sofern noch nicht geschehen, z. B. als Prüfung durch eine befähigte Person nach BetrSchV, ist eine Zustandsbeurteilung vorzunehmen, die die aufgeführten Punkte umfasst. Aus dem Ergebnis sind möglicherweise Maßnahmen abzuleiten, die von zusätzlicher Überwachung über Ausbesserung des Korrosionsschutzes bis zum Austausch korrodierter Teile reichen können.

Anhang A Regelungen für Pumpen (Förderaggregate) (normativ)

Bei technisch dauerhaft dichten Pumpen kann auf eine Rückhalteeinrichtung verzichtet werden. Technisch dauerhaft dichte Pumpen müssen so beschaffen sein, dass sie den aufgrund der vorgesehenen Betriebsweise zu erwartenden mechanischen, chemischen und thermischen Beanspruchungen sicher genügen und auf Dauer technisch dicht bleiben.

Dieses ist insbesondere bei folgenden Bauarten der Fall:

- Spaltrohrmotorpumpen,
- magnetisch gekoppelte dichtungslose Pumpen,
- Pumpen mit doppelter Gleitringdichtung, die durch regelmäßige Kontrollen vor Ort (in der Regel einmal täglich) oder mittels selbsttätiger Störmeldeeinrichtungen in Verbindung mit einer ständig besetzten Betriebsstätte (z. B. Messwarte), überwacht wird oder
- Pumpen mit anderen Abdichtungssystemen, wenn die Gleichwertigkeit zu oben genannten Ausführungen gegeben ist und ein Nachweis der Dichtheit (z. B. TA-Luft-Zertifikat) vorliegt. Die Beurteilung erfolgt durch den Sachverständigen nach AwSV (soweit dies gemäß der Anerkennung der Sachverständigen-Organisation zulässig ist), wobei der Sachverständige qualifizierte Herstellerangaben berücksichtigen kann.

Die Werkstoffe für Gehäuse sind gemäß 3.2.1: Absatz 5 und Absatz 6 auszuwählen bzw. gemäß 6.4 zu bewerten. Für Anschlussverbindungen der Pumpen gilt 2.1.2.1.

Für Pumpen mit nicht metallischen Auskleidungen und Gehäusen aus Metall gilt für die Auskleidungen die TRwS 780-1:2018 (siehe 3.2.5).

Andere Ausführungen werden nicht als technisch dauerhaft dichte Pumpen eingestuft. Bei diesen Pumpen kann nicht auf eine Rückhalteeinrichtung verzichtet werden. Die Größe der Rückhalteeinrichtung ist im Einzelfall entsprechend den Anforderungen der bzw. in Anlehnung an die TRwS 785:2009 zu bestimmen; Anforderungen an die Rückhalteeinrichtung sind der TRwS 779:2006 zu entnehmen.

Pumpen sind nach den Anweisungen der Hersteller instand zu halten.

Pumpen sind als Förderaggregate Teil einer Rohrleitung wie Armaturen auch (§ 2 Absatz 19 AwSV). Pumpen stehen normalerweise im Bereich einer Prozessanlage über flüssigkeitsdichtem Boden innerhalb der Rückhalteeinrichtung der Prozessanlage. Für solche Pumpen gilt TRwS 780-1 nicht.

Sollte dennoch eine Pumpe im Verlauf einer Rohrtrasse ohne Rückhalteeinrichtung aufgestellt werden müssen, so gelten die vorstehenden Anforderungen. Im Grundsatz sind dies die gleichen Anforderungen wie für Armaturen. Daher kann insbesondere bei der Feststellung des Rohrleitungstyps eine Pumpe mit einer Armatur gleichgesetzt werden. Dies gilt sinngemäß auch für alle anderen Anforderungen. Auf die diesbezüglichen Abschnitte wird verwiesen.

Quellen und Literaturhinweise

Recht

Europäisches Recht

Verordnung (EU) Nr. 305/2011 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. März 2011 zur Festlegung harmonisierter Bedingungen für die Vermarktung von Bauprodukten und zur Aufhebung der Richtlinie 89/106/EWG des Rates Text von Bedeutung für den EWR. ABL. L 88 vom 4.4.2011, S. 5–43. [Bauproduktenverordnung]

Richtlinie 2014/68/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 15. Mai 2014 zur Harmonisierung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über die Bereitstellung von Druckgeräten auf dem Markt. Text von Bedeutung für den EWR. ABL. L 189 vom 27.6.2014, S. 164–259. [DGRL – Druckgeräterichtlinie]

EuGH Urt. v. 16.10.2014, Az.: C-100/13: Urteil des Europäischen Gerichtshofs (Zehnte Kammer) vom 16. Oktober 2014. Europäische Kommission gegen Bundesrepublik Deutschland. Vertragsverletzung eines Mitgliedstaats – Freier Warenverkehr – Regelung eines Mitgliedstaats, nach der bestimmte Bauprodukte, die mit der Konformitätskennzeichnung „CE“ versehen sind, zusätzlichen nationalen Normen entsprechen müssen – Bauregellisten. [Rechtssache C-100/13]

Bundesrecht

BImSchG – Bundes-Immissionsschutzgesetz: Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013, BGBl. I S. 1274. Stand: zuletzt geändert durch Artikel 3 des Gesetzes vom 18. Juli 2017, BGBl. I S. 2771

ProdSG – Produktsicherheitsgesetz: Gesetz über die Bereitstellung von Produkten auf dem Markt vom 8. November 2011, BGBl. I S. 2178, 2179, 2012 I S. 131. Stand: geändert durch Artikel 435 der Verordnung vom 31. August 2015, BGBl. I S. 1474

WHG – Wasserhaushaltsgesetz: Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts vom 31. Juli 2009, BGBl. I S. 2585. Stand: zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 18. Juli 2017, BGBl. I S. 2771

AwSV – Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen und über Fachbetriebe in der Fassung vom 18. April 2017, BGBl. I S. 905

BetrSichV – Betriebssicherheitsverordnung: Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Verwendung von Arbeitsmitteln vom 3. Februar 2015, BGBl. I S. 49. Stand: zuletzt geändert durch Artikel 5 Absatz 7 der Verordnung vom 18. Oktober 2017, BGBl. I S. 3584

DruckbehV – Druckbehälterverordnung: Verordnung über Druckbehälter, Druckgasbehälter und Füllanlagen vom 27. Februar 1980, BGBl. I S. 173, 184. Stand: außer Kraft getreten zum 1. Januar 2003

RohrFLtGv – Rohrfernleitungsverordnung: Verordnung über Rohrfernleitungsanlagen vom 27. September 2002, BGBl. I S. 3777, 3809. Stand: zuletzt geändert durch Artikel 2 Absatz 21 des Gesetzes vom 20. Juli 2017, BGBl. I S. 2808

VbF – Verordnung über brennbare Flüssigkeiten: Verordnung über Anlagen zur Lagerung, Abfüllung und Beförderung brennbarer Flüssigkeiten zu Lande vom 13. Dezember 1996, BGBl. I S. 1937; 1997 I S. 447. Stand: zuletzt geändert durch Artikel 11 der Verordnung vom 2. Juni 2016, BGBl. I S. 1257

14. ProdSV – Druckgeräteverordnung: Vierzehnte Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz vom 13. Mai 2015, BGBl. I S. 692. Stand: geändert durch Artikel 2 der Verordnung vom 6. April 2016, BGBl. I S. 597

TA Luft – Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft: Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz vom 30. Juli 2002, GMBL. 2002, Heft 25 – 29, S. 511–605. Carl Heymanns Verlag KG, Köln

Länderrecht

Muster-VAwS: Muster-Anlagenverordnung (Muster-VAwS) vom 8./9.11.1990 unter Einschluß der Fortschreibung gemäß Beschluß der 116. LAWA-Sitzung am 22./23. März 2001 in Güstrow. Online unter [zuletzt abgerufen am 9.03.2018]: <http://www.lawa.de/documents/Muster-VAwS_2001_483.pdf>

WasBauPVO: Verordnung zur Feststellung der wasserrechtlichen Eignung von Bauprodukten und Bauarten durch Nachweise nach der Landesbauordnung. Siehe jeweilige länderspezifische Regelungen

Technische Regeln

AD 2000-Regelwerk

AD 2000-Merkblatt A 404 (Juni 2001): Ausrüstung der Druckbehälter – Ausrüstungsteile

AD 2000-Merkblatt B 13 (Juli 2012): Einwandige Balgkompensatoren

AD 2000-Merkblatt HP 100 R (Juni 2017): Bauvorschriften – Rohrleitungen aus metallischen Werkstoffen

AD 2000-Merkblatt HP 110 R (Juni 2001): Bauvorschriften; Rohrleitungen aus textilglasverstärkten Duroplasten (GFK) mit und ohne Auskleidung

AD 2000-Merkblatt HP 120 R (Juni 2001): Bauvorschriften; Rohrleitungen aus thermoplastischen Kunststoffen

AD 2000-Merkblatt HP 0 (Oktober 2017): Allgemeine Grundsätze für Auslegung, Herstellung und damit verbundene Prüfungen

AD 2000-Merkblatt HP 2/1 (Juni 2017): Verfahrensprüfung für Fügeverfahren - Verfahrensprüfung für Schweißungen

AD 2000-Merkblatt HP 5/1 (Februar 2008): Herstellung und Prüfung der Verbindungen - Arbeitstechnische Grundsätze

AD 2000-Merkblatt HP 5/3 (April 2015): Herstellung und Prüfung der Verbindungen - Zerstörungsfreie Prüfung der Schweißverbindungen

AD 2000-Merkblatt HP 30 (Mai 2016): Durchführung von Druckprüfungen

AD 2000-Merkblatt Reihe W: Metallische Werkstoffe

AD 2000-Merkblatt W 3/1 (November 2015): Gusseisenwerkstoffe – Gusseisen mit Lamellengraphit (Grauguss), unlegiert und niedriglegiert

AD 2000-Merkblatt W 3/2 (November 2015): Gusseisenwerkstoffe – Gusseisen mit Kugelgraphit, unlegiert und niedriglegiert

AD 2000-Merkblatt W 4 (Februar 2013): Rohre aus unlegierten und legierten Stählen

AD 2000-Merkblatt W 10 (Mai 2016): Werkstoffe für tiefe Temperaturen – Eisenwerkstoffe

DIN-Normen

DIN 2413 (Juni 2011): Nahtlose Stahlrohre für öl- und wasserhydraulische Anlagen – Berechnungsgrundlage für Rohre und Rohrbögen bei schwellender Beanspruchung

DIN 2440 (Juni 1978): Stahlrohre; Mittelschwere Gewinderohre

DIN 2441 (Juni 1978): Stahlrohre; Schwere Gewinderohre

DIN 2444 (Januar 1984): Zinküberzüge auf Stahlrohren; Qualitätsnorm für die Feuerverzinkung von Stahlrohren für Installationszwecke

DIN 2526 (März 1975): Flansche; Formen der Dichtflächen; (zurückgezogen; Ersatzdokumente DIN EN 1092-1:2013 und DIN EN 1092-2:1997)

DIN 2691 (November 1971): Flachdichtungen für Flansche mit Nut und Feder, Nenndruck 10 bis 160; (zurückgezogen; Ersatzdokument DIN EN 1514-1:1997)

DIN 2695 (November 2002): Membran-Schweißdichtungen und Schweißring-Dichtungen für Flanschverbindungen

DIN 2696 (August 1999): Flanschverbindungen mit Dichtlinse

Kommentar zum DWA-A 780-1

DIN 31051 (September 2012): Grundlagen der Instandhaltung

DIN 31051 (Entwurf September 2018): Grundlagen der Instandhaltung

DIN 3356-1 (Mai 1982): Ventile – Teil 1: Allgemeine Angaben; [zurückgezogen; kein Ersatzdokument]

DIN 4149 (April 2005): Bauten in deutschen Erdbebengebieten – Lastannahmen, Bemessung und Ausführung üblicher Hochbauten. (zurückgezogen und ersetzt durch DIN EN 1998-5:2010, DIN EN 1998-5/NA:2011, DIN EN 1998-1:2010, DIN EN 1998-1/NA:2011)

DIN 6601 (April 2007): Beständigkeit der Werkstoffe von Behältern (Tanks) aus Stahl gegenüber Flüssigkeiten (Positiv-Flüssigkeitsliste)

DIN 7079-1 (Oktober 2015): Runde, metallverschmolzene Schauglasplatten für Druckbeanspruchung – Teil 1: Für Fassungen mit Rücksprung

DIN 7080 (Mai 2005): Runde Schauglasplatten aus Borosilicatglas für Druckbeanspruchung ohne Begrenzung im Tieftemperaturbereich

DIN 7081 (Mai 1999): Lange Schauglasplatten aus Borosilicatglas für Druckbeanspruchung ohne Begrenzung im Tieftemperaturbereich

DIN 8075 (Dezember 2011): Rohre aus Polyethylen (PE) – PE 80, PE 100 – Allgemeine Güteanforderungen, Prüfungen

DIN 8078 (September 2008): Rohre aus Polypropylen (PP) – PP-H, PP-B, PP-R, PP-RCT – Allgemeine Güteanforderungen, Prüfung

DIN 8902 (Februar 1996): Runde Schauglasplatten aus Natron-Kalk-Glas für Druckbeanspruchung ohne Begrenzung im Tieftemperaturbereich

DIN 8903 (Februar 1996): Lange Schauglasplatten aus Natron-Kalk-Glas für Druckbeanspruchung ohne Begrenzung im Tieftemperaturbereich

DIN 21057-5 (Dezember 2016): Rohrklassen für verfahrenstechnische Anlagen – Teil 5: Technische Lieferbedingungen für Rohrbauteile – Verstärkte Stutzen

DIN 50905-1 (September 2009): Korrosion der Metalle – Korrosionsuntersuchungen – Teil 1: Grundsätze

DIN 50905-2 (Januar 1987): Korrosion der Metalle – Korrosionsuntersuchungen – Teil 2: Korrosionsgrößen bei gleichmäßiger Flächenkorrosion

DIN 50905-3 (Januar 1987): Korrosion der Metalle – Korrosionsuntersuchungen – Teil 3: Korrosionsgrößen bei ungleichmäßiger und örtlicher Korrosion ohne mechanische Belastung

DIN 50905-4 (März 2018): Korrosion der Metalle – Korrosionsuntersuchungen – Teil 4: Durchführung von chemischen Korrosionsversuchen ohne mechanische Belastung in Flüssigkeiten im Laboratorium

DIN 55670 (Februar 2011): Beschichtungsstoffe – Prüfung von Beschichtungen auf Poren und Risse mit Hochspannung

DIN EN 1090 (o. J.): Ausführung von Stahltragwerken und Aluminiumtragwerken. Normenreihe

DIN EN 1092-1 (April 2013): Flansche und ihre Verbindungen – Runde Flansche für Rohre, Armaturen, Formstücke und Zubehörteile, nach PN bezeichnet – Teil 1: Stahlflansche. Deutsche Fassung EN 1092-1:2007+A1:2013

DIN EN 1092-2 (Juni 1997): Flansche und ihre Verbindungen – Runde Flansche für Rohre, Armaturen, Formstücke und Zubehörteile, nach PN bezeichnet – Teil 2: Gußeisenflansche. Deutsche Fassung EN 1092-2:1997

DIN EN 1514-1 (August 1997): Flansche und ihre Verbindungen – Maße für Dichtungen für Flansche mit PN-Bezeichnung – Teil 1: Flachdichtungen aus nichtmetallischem Werkstoff mit oder ohne Einlagen. Deutsche Fassung EN 1514-1:1997

DIN EN 1514-2 (Dezember 2014): Flansche und ihre Verbindungen – Dichtungen für Flansche mit PN-Bezeichnung – Teil 2: Spiraldichtungen für Stahlflansche. Deutsche Fassung EN 1514-2:2014

DIN EN 1514-3 (August 1997): Flansche und ihre Verbindungen – Maße für Dichtungen für Flansche mit PN-Bezeichnung – Teil 3: Nichtmetallische Weichstoffdichtungen mit PTFE-Mantel. Deutsche Fassung EN 1514-3:1997

DIN EN 1514-4 (August 1997): Flansche und ihre Verbindungen – Maße für Dichtungen für Flansche mit PN-Bezeichnung – Teil 4: Dichtungen aus Metall mit gewelltem, flachem oder gekerbtem Profil für Stahlflansche. Deutsche Fassung EN 1514-4:1997

DIN EN 1591-1 (April 2014): Flansche und ihre Verbindungen – Regeln für die Auslegung von Flanschverbindungen mit runden Flanschen und Dichtung – Teil 1: Berechnung. Deutsche Fassung EN 1591-1:2013

DIN EN 1591-2 (September 2008): Flansche und ihre Verbindungen – Regeln für die Auslegung von Flanschverbindungen mit runden Flanschen und Dichtung – Teil 2: Dichtungskennwerte. Deutsche Fassung EN 1591-2:2008

DIN EN 1593 (November 1999): Zerstörungsfreie Prüfung - Dichtheitsprüfung – Blasenprüfverfahren. Deutsche Fassung EN 1593:1999

DIN EN 1708 (o. J.): Schweißen – Verbindungselemente beim Schweißen von Stahl. Normenreihe

DIN EN 1991-1-3 (Dezember 2010): Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-3: Allgemeine Einwirkungen, Schneelasten. Deutsche Fassung EN 1991-1-3:2003 + AC:2009

DIN EN 1991-1-3/NA (Dezember 2010): Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-3: Allgemeine Einwirkungen – Schneelasten

DIN EN 1991-1-3/NA (Entwurf März 2018): Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-3: Allgemeine Einwirkungen – Schneelasten

DIN EN 1991-1-4 (Dezember 2010): Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen – Windlasten. Deutsche Fassung EN 1991-1-4:2005 + A1:2010 + AC:2010

DIN EN 1991-1-4/NA (Dezember 2010): Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen – Windlasten

DIN EN 1998-1 (Dezember 2010): Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben – Teil 1: Grundlagen, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für Hochbauten. Deutsche Fassung EN 1998-1:2004 + AC:2009

DIN EN 1998-1/NA (Januar 2011): Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben – Teil 1: Grundlagen, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für Hochbau. Gilt in Verbindung mit DIN EN 1998-1:2010-12

DIN EN 10204 (Januar 2005): Metallische Erzeugnisse – Arten von Prüfbescheinigungen. Deutsche Fassung EN 10204:2004

DIN EN 10216-5 (November 2004): Nahtlose Stahlrohre für Druckbeanspruchungen – Technische Lieferbedingungen – Teil 5: Rohre aus nichtrostenden Stählen. Deutsche Fassung EN 10216-5:2013

DIN EN 10217 (o. J.): Geschweißte Stahlrohre für Druckbeanspruchungen – Technische Lieferbedingungen. Normenreihe

DIN EN 10253 (o. J.): Formstücke zum Einschweißen. Normenreihe

DIN EN 13184 (Juli 2001): Zerstörungsfreie Prüfung – Dichtheitsprüfung – Druckänderungsverfahren. Deutsche Fassung EN 13184:2001

DIN EN 13445-3 (Dezember 2017): Unbefeuerte Druckbehälter – Teil 3: Konstruktion. Deutsche Fassung EN 13445-3:2014, nur auf CD-ROM

DIN EN 13480-1 (Dezember 2017): Metallische industrielle Rohrleitungen – Teil 1: Allgemeines. Deutsche Fassung EN 13480-1:2017

DIN EN 13480-2 (Dezember 2017): Metallische industrielle Rohrleitungen – Teil 2: Werkstoffe. Deutsche Fassung EN 13480-2:2017

DIN EN 13480-3 (Dezember 2017): Metallische industrielle Rohrleitungen – Teil 3: Konstruktion und Berechnung. Deutsche Fassung EN 13480-3:2017

DIN EN 13480-4 (Dezember 2017): Metallische industrielle Rohrleitungen – Teil 4: Fertigung und Verlegung. Deutsche Fassung EN 13480-4:2017

DIN EN 13555 (Juli 2014): Flansche und ihre Verbindungen – Dichtungskennwerte und Prüfverfahren für die Anwendung der Regeln für die Auslegung von Flanschverbindungen mit runden Flanschen und Dichtungen. Deutsche Fassung EN 13555:2014

DIN EN 13709 (Oktober 2010): Industriearmaturen – Absperrventile und absperrbare Rückschlagventile aus Stahl. Deutsche Fassung EN 13709:2010

DIN EN 14879-1 (Dezember 2005): Beschichtungen und Auskleidungen aus organischen Werkstoffen zum Schutz von industriellen Anlagen gegen Korrosion durch aggressive Medien – Teil 1: Terminologie, Konstruktion und Vorbereitung des Untergrundes. Deutsche Fassung EN 14879-1:2005

DIN EN 14879-2 (Februar 2007): Beschichtungen und Auskleidungen aus organischen Werkstoffen zum Schutz von industriellen Anlagen gegen Korrosion durch aggressive Medien – Teil 2: Beschichtungen für Bauteile aus metallischen Werkstoffen. Deutsche Fassung EN 14879-2:2006

DIN EN 14879-4 (Januar 2008): Beschichtungen und Auskleidungen aus organischen Werkstoffen zum Schutz von industriellen Anlagen gegen Korrosion durch aggressive Medien – Teil 4: Auskleidungen für Bauteile aus metallischen Werkstoffen. Deutsche Fassung EN 14879-4:2007

DIN EN ISO 179-1 (November 2010): Kunststoffe – Bestimmung der Charpy-Schlageigenschaften – Teil 1: Nicht instrumentierte Schlagzähigkeitsprüfung (ISO 179-1:2010). Deutsche Fassung EN ISO 179-1:2010

DIN EN ISO 3834-3 (März 2006): Qualitätsanforderungen für das Schmelzschweißen von metallischen Werkstoffen – Teil 3: Standard-Qualitätsanforderungen (ISO 3834-3:2005). Deutsche Fassung EN ISO 3834-3:2005

DIN EN ISO 3452-1 (September 2014): Zerstörungsfreie Prüfung – Eindringprüfung – Teil 1: Allgemeine Grundlagen (ISO 3452-1:2013, korrigierte Fassung 2014-05-01). Deutsche Fassung EN ISO 3452-1:2013

DIN EN ISO 5817 (Juni 2014): Schweißen – Schmelzschweißverbindungen an Stahl, Nickel, Titan und deren Legierungen (ohne Strahlschweißen) – Bewertungsgruppen von Unregelmäßigkeiten (ISO 5817:2014). Deutsche Fassung EN ISO 5817:2014

DIN EN ISO 8044 (Dezember 2015): Korrosion von Metallen und Legierungen – Grundbegriffe (ISO 8044:2015). Dreisprachige Fassung EN ISO 8044:2015

DIN EN ISO 9606-1 (Dezember 2017): Prüfung von Schweißern – Schmelzschweißen – Teil 1: Stähle (ISO 9606-1:2012, einschließlich Cor 1:2012 und Cor 2:2013). Deutsche Fassung EN ISO 9606-1:2017

DIN EN ISO 9606-2 (März 2005): Prüfung von Schweißern – Schmelzschweißen – Teil 2: Aluminium und Aluminiumlegierungen (ISO 9606-2:2004). Deutsche Fassung EN ISO 9606-2:2004

DIN EN ISO 9606-3 (Juni 1999): Prüfung von Schweißern – Schmelzschweißen – Teil 3: Kupfer und Kupferlegierungen (ISO 9606-3:1999). Deutsche Fassung EN ISO 9606-3:1999

DIN EN ISO 9606-4 (Juni 1999): Prüfung von Schweißern – Schmelzschweißen – Teil 4: Nickel und Nickellegierungen (ISO 9606-4:1999). Deutsche Fassung EN ISO 9606-4:1999

DIN EN ISO 9712 (Dezember 2012): Zerstörungsfreie Prüfung – Qualifizierung und Zertifizierung von Personal der zerstörungsfreien Prüfung (ISO 9712:2012). Deutsche Fassung EN ISO 9712:2012

DIN EN ISO 10675-1 (April 2017): Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen – Zulässigkeitsgrenzen für die Durchstrahlungsprüfung – Teil 1: Stahl, Nickel, Titan und deren Legierungen (ISO 10675-1:2016). Deutsche Fassung EN ISO 10675-1:2016

DIN EN ISO 11666 (Mai 2018): Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen – Ultraschallprüfung – Zulässigkeitsgrenzen (ISO 11666:2018). Deutsche Fassung EN ISO 11666:2018

DIN EN ISO 12944 (o. J.): Beschichtungstoffe – Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme – Teil 1: Allgemeine Einleitung (ISO 12944); alle Teile

DIN EN ISO 14732 (Dezember 2013): Schweißpersonal – Prüfung von Bedienern und Einrichtern zum mechanischen und automatischen Schweißen von metallischen Werkstoffen (ISO 14732:2013). Deutsche Fassung EN ISO 14732:2013

DIN EN ISO 15614-1 (Dezember 2017): Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe – Schweißverfahrensprüfung – Teil 1: Lichtbogen- und Gasschweißen von Stählen und Lichtbogenschweißen von Nickel und Nickellegierungen. (ISO/DIS 15614-1.2:2015). Deutsche und englische Fassung prEN ISO 15614-1:2015

DIN EN ISO 15614-2 (Juli 2005): Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe – Schweißverfahrensprüfung – Teil 2: Lichtbogenschweißen von Aluminium und seinen Legierungen (ISO 15614-2:2005). Deutsche Fassung EN ISO 15614-2:2005

DIN EN ISO 15614-5 (Juli 2004): Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe – Schweißverfahrensprüfung – Teil 5: Lichtbogenschweißen von Titan, Zirkonium und ihren Legierungen (ISO 15614-5:2004). Deutsche Fassung EN ISO 15614-5:2004

DIN EN ISO 15614-6 (Januar 2007): Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe – Schweißverfahrensprüfung – Teil 6: Lichtbogen- und Gasschweißen von Kupfer und seinen Legierungen (ISO 15614-6:2006). Deutsche Fassung EN ISO 15614-6:2006

DIN EN ISO 17636 (o. J.): Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen – Durchstrahlungsprüfung. Normenreihe

DIN EN ISO 17637 (April 2017): Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen – Sichtprüfung von Schmelzschweißverbindungen (ISO 17637:2016). Deutsche Fassung EN ISO 17637:2016

DIN EN ISO 17638 (März 2017): Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen – Magnetpulverprüfung (ISO 17638:2016). Deutsche Fassung EN ISO 17638:2016

DIN EN ISO 17640 (März 2018): Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen – Ultraschallprüfung – Techniken, Prüfklassen und Bewertung (ISO 17640:2017). Deutsche Fassung EN ISO 17640:2017

DIN EN ISO 17640 (Entwurf August 2018): Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen – Ultraschallprüfung – Techniken, Prüfklassen und Bewertung (ISO/FDIS 17640:2018). Deutsche und englische Fassung prEN ISO 17640:2018

DIN EN ISO 20485 (Mai 2018): Zerstörungsfreie Prüfung – Dichtheitsprüfung – Prüfgasverfahren (ISO 20485:2017). Deutsche Fassung EN ISO 20485:2018

DIN EN ISO 23277 (Juni 2015): Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen – Eindringprüfung von Schweißverbindungen – Zulässigkeitsgrenzen (ISO 23277:2015). Deutsche Fassung EN ISO 23277:2015

DIN EN ISO 23278 (Juni 2015): Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen – Magnetpulverprüfung von Schweißverbindungen – Zulässigkeitsgrenzen (ISO 23278:2015). Deutsche Fassung EN ISO 23278:2015

DIN EN ISO 23279 (Dezember 2017): Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen – Ultraschallprüfung – Charakterisierung von Inhomogenitäten in Schweißnähten (ISO 23279:2017). Deutsche Fassung EN ISO 23279:2017

DIN EN ISO 28721-4 (März 2016): Emails und Emailierungen – Emailierte Apparate für verfahrenstechnische Anlagen – Teil 4: Qualitätsanforderungen an Flansch-Rohre und Flansch-Formstücke aus Stahl mit Emailierung (ISO 28721-4:2015). Deutsche Fassung EN ISO 28721-4:2015

DWA-Regelwerk

DWA-A 400 (Mai 2018): Grundsätze für die Erarbeitung des DWA-Regelwerks. Arbeitsblatt

DWA-A 779 (April 2006): Technische Regel wassergefährdender Stoffe (TRwS) – Allgemeine Technische Regelungen. Arbeitsblatt

DWA-A 779 (Entwurf Dezember 2018): Technische Regel wassergefährdender Stoffe (TRwS) – Allgemeine Technische Regelungen. Arbeitsblatt-Entwurf

DWA-A 780-2 (Mai 2018): Technische Regel wassergefährdender Stoffe (TRwS) – Teil 2: Rohrleitungen aus glasfaserverstärkten duroplastischen Werkstoffen. Arbeitsblatt

DWA-A 785 (Juli 2009): Technische Regel wassergefährdender Stoffe (TRwS) – Bestimmung des Rückhaltevermögens bis zum Wirksamwerden geeigneter Sicherheitsvorkehrungen – R_1 –. Arbeitsblatt

DWA-A 786 (Mai 2018): Technische Regel wassergefährdender Stoffe (TRwS) – Ausführung von Dichtflächen. Arbeitsblatt

DWA-A 789 (Dezember 2017): Technische Regel wassergefährdender Stoffe (TRwS) – Bestehende unterirdische Rohrleitungen. Arbeitsblatt

DWA-A 791-1 (Februar 2015): Technische Regel wassergefährdender Stoffe (TRwS) – Heizölverbraucheranlagen – Teil 1: Errichtung, betriebliche Anforderungen und Stilllegung von Heizölverbraucheranlagen. Arbeitsblatt

DWA-A 791-2 (April 2017): Technische Regel wassergefährdender Stoffe (TRwS) – Heizölverbraucheranlagen – Teil 2: Anforderungen an bestehende Heizölverbraucheranlagen. Arbeitsblatt

Kommentar zum DWA-A 780-1

DWA-A 792 (in Vorbereitung 2018)¹¹⁾: Technische Regel wassergefährdender Stoffe (TRwS) – Jauche-, Gülle- und Silagesickersaftanlagen (JGS-Anlagen). Arbeitsblatt

DWA-A 793-1 (Entwurf August 2017): Technische Regel wassergefährdender Stoffe (TRwS) – Biogasanlagen – Teil 1: Errichtung und Betrieb mit Gärsubstraten landwirtschaftlicher Herkunft. Arbeitsblatt-Entwurf

TRwS 779 siehe DWA-A 779

TRwS 780-2 siehe DWA-A 780-2

TRwS 785 siehe DWA-A 785

TRwS 789 siehe DWA-A 789

TRwS 786 siehe DWA-A 786

TRwS 791 siehe DWA-A 791

TRwS 792 siehe DWA-A 792

TRwS 793 siehe DWA-A 793-1

Sonstige technische Regeln

ANSI-B 16.5/ASME B16.5 (Oktober 2017): Pipe Flanges and Flanged Fittings: NPS 1/2 through NPS 24 Metric/Inch Standard [Rohrflansche und Flanschfittings: NPS 1/2 bis 24 Metrisch/Inch Standard] American Society of Mechanical Engineers (ASME)

API Standard 6A: American Petroleum Institute Purchasing Guidelines, Washington, DC

BG RCI T 039 (April 2012): Druckprüfungen von Druckbehältern und Rohrleitungen – Flüssigkeitsdruckprüfungen, Gasdruckprüfungen. Reihe „Sichere Technik“. BG RCI Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie, Heidelberg

DECHEMA-Werkstoff-Tabelle: Korrosionsverhalten von Werkstoffen, Loseblattsammlung. Deutsche Gesellschaft für chemisches Apparatewesen, Chemische Technik und Biotechnologie e. V., Frankfurt. Bezug online unter [zuletzt abgerufen am 9.03.2018]: <<http://www.dechema.de/dwt.html>>

DIBt (März 2016): Medienlisten 40 für Behälter, Auffangvorrichtungen und Rohre aus Kunststoff. Deutsches Institut für Bautechnik (Hrsg.), Berlin. Online unter [zuletzt abgerufen am 8.03.2018]: https://www.dibt.de/en/Departments/Data/Medienlisten_40.pdf

TRbF 302 (September 1982): Technische Regeln für brennbare Flüssigkeiten – Richtlinie für Verbindungsleitungen zum Befördern gefährdender Flüssigkeiten – RVF –. Stand: aufgehoben

TRBS 2152 (März 2006): Technische Regeln für Betriebssicherheit – Technische Regeln für Gefahrstoffe – Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Allgemeines

TRBS 2152-1 (März 2006): Technische Regeln für Betriebssicherheit – Technische Regeln für Gefahrstoffe – Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Beurteilung der Explosionsgefährdung

TRBS 2152-2 (März 2012): Technische Regeln für Betriebssicherheit – Technische Regeln für Gefahrstoffe – Vermeidung oder Einschränkung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre

TRBS 2152-3 (September 2009): Technische Regeln für Betriebssicherheit – Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Vermeidung der Entzündung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre

TRBS 2152-4 (Februar 2012): Technische Regeln für Betriebssicherheit – Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Maßnahmen des konstruktiven Explosionsschutzes, welche die Auswirkung einer Explosion auf ein unbedenkliches Maß beschränken

TRFL (Mai 2017): Technische Regel für Rohrfernleitungsanlagen nach § 9 Absatz 5 der Rohrfernleitungsverordnung vom 3. Mai 2017, BAnz. AT vom 07.06.2017 B6

11) Hinweis des Herausgebers: TRwS 792 ist im August 2018 als Weißdruck erschienen.

TRGS 722 (März 2012): Technische Regeln für Gefahrstoffe – Vermeidung oder Einschränkung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre

VDI-Richtlinie 2290 (Juni 2012): Emissionsminderung – Kennwerte für dichte Flanschverbindungen. VDI Verein Deutscher Ingenieure e. V., Düsseldorf

Literatur

DWD (2015): KOSTRA-DWD-2010 – Starkniederschlagshöhen für Deutschland (1951 – 2010) – Abschlussbericht. DWD Deutscher Wetterdienst (Hrsg.), Abteilung Hydrometeorologie, Offenbach am Main

OSWALD, F.; NACKEN, A. (in Vorbereitung 2018)¹²⁾: Kommentar zum Arbeitsblatt DWA-A 780-1 „Technische Regel wassergefährdender Stoffe (TRwS) – Oberirdische Rohrleitungen – Teil 1: Rohrleitungen aus metallischen Werkstoffen“. DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (Hrsg.), Hennef

VCI (März 2016): Leitfaden zur Montage von Flanschverbindungen in verfahrenstechnischen Anlagen. Verband der chemischen Industrie e. V. (Hrsg.), Frankfurt

Bezugsquellen

DWA-Publikationen:
Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft,
Abwasser und Abfall e. V., Hennef
<www.dwa.de>

DIN-Normen, AD 2000-Regelwerk, DVS-Regelwerk:
Beuth Verlag GmbH, Berlin
<<http://www.beuth.de/>>
<<http://www.ad-2000-online.de/>>

12) Hinweis des Herausgebers: Liegt mit Ausgabedatum November 2018 vor.

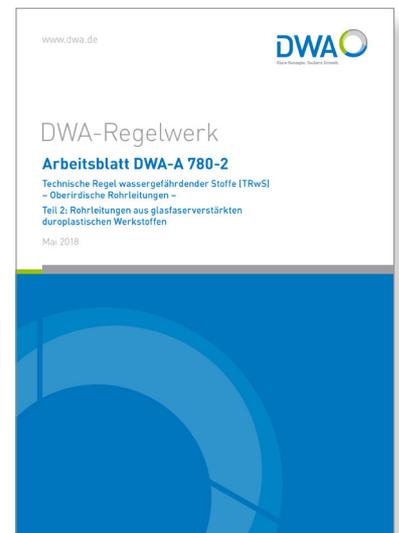
Arbeitsblatt DWA-A 780-2

Technische Regel wassergefährden- der Stoffe (TRwS) – Oberirdische Rohrleitungen – Teil 2: Rohrlei- tungen aus glasfaserverstärkten duroplastischen Werkstoffen

Die AwSV fordert Rückhalteeinrichtungen für oberirdische Rohrleitungen zum Befördern flüssiger wassergefährdender Stoffe. Auf solche Rückhalteeinrichtungen kann nur verzichtet werden, wenn auf der Grundlage einer Gefährdungsabschätzung durch Maßnahmen technischer oder organisatorischer Art sichergestellt ist, dass ein gleichwertiges Sicherheitsniveau erreicht wird.

Die Arbeitsblattreihe DWA-A 780 beschreibt technische und organisatorische Maßnahmen für neue und bestehende oberirdische Rohrleitungen, bei denen ganz oder teilweise auf Rückhalteeinrichtungen verzichtet werden soll. Teil 1 gilt für Rohrleitungen aus metallischen Werkstoffen.

Der Teil 2 gilt für einwandige oberirdische Rohrleitungen aus duroplastischen Faserverbundwerkstoffen mit „Leck vor Bruch“-Verhalten.



50,50 €/40,40 €*

**Mai 2018, 31 Seiten, A4,
ISBN Print: 978-3-88721-627-6,
ISBN E-Book: 978-3-88721-628-3**

Preise inkl. MwSt. zzgl. Versandkosten. Preisänderungen und Irrtümer vorbehalten.

* Preis für fördernde DWA-Mitglieder

Weitere Informationen finden Sie unter: www.dwa.de/shop

Bestellung

Ja, wir bestellen das Arbeitsblatt DWA-A 780-2

gegen Rechnung • per Kreditkarte: Visa Mastercard

**Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser
und Abfall e. V. (DWA)**

Kundenzentrum
Theodor-Heuss-Allee 17
53773 Hennef

Vor- und Zuname, Titel

Firma/Behörde

Straße

PLZ/Ort

E-Mail (freiwillig)

Telefon

DWA-Mitgliedsnummer

Datum/Unterschrift

Ja, ich willige ein, künftig Informationen über Produkte der DWA/GFA per E-Mail zu erhalten. Diese Einwilligung kann ich jederzeit widerrufen.

Abonnement

TRwS

TRwS – Technische Regeln wassergefährdender Stoffe

Die allgemein anerkannten Regeln der Technik für den Umgang mit wassergefährdenden Stoffen sind Teil des DWA-Regelwerkes. Für alle, die sich ausschließlich mit dem Lagern, Herstellen, Behandeln oder Verwenden wassergefährdender Stoffe auseinandersetzen müssen, gibt es jetzt ein eigenes Abonnement.

Im **Grundpaket** erhalten Sie **alle bestehenden** (aktuell 21) und **neuen TRwS** inklusive der dazu veröffentlichten **Kommentare** (aktuell zwei). Wer bereits die gültigen Regelwerke besitzt, tritt mit einem **Neuerscheinungs-Abo** in die automatische Lieferung der **Novitäten** zum reduzierten Preis ein.



Papier¹

Online (Einzellizenz)²

Grundpaket TRwS plus Neuerscheinungen TRwS	576,00 € 460,80 €*¹	576,00 € 460,80 €*²
	10 % Rabatt auf die Einzelpreise bzw. auf die ermäßigten Mitgliederpreise	10 % Rabatt auf die Einzelpreise bzw. auf die ermäßigten Mitgliederpreise
Neuerscheinungen TRwS	10 % Rabatt auf die Einzelpreise bzw. auf die ermäßigten Mitgliederpreise	

* Preis für fördernde DWA-Mitglieder

¹ **Mindestabonnementdauer:** 2 Jahre, danach ist eine Kündigung jederzeit möglich.

² Die Preise beziehen sich auf Einzellizenzen.

Weitere Informationen zu Mehrplatzlizenzen der digitalen Abonnements finden Sie unter http://de.dwa.de/Abonnement_TRwS.html

Bestellung

Ja, wir bestellen das angekreuzte Abonnement „TRwS“

	Papier	Online
Grundpaket TRwS plus Neuerscheinungen TRwS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Neuerscheinungen TRwS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA)

Kundenzentrum
Theodor-Heuss-Allee 17
53773 Hennef

Vor- und Zuname, Titel

Firma/Behörde

Straße

PLZ/Ort

E-Mail (freiwillig)

Telefon

DWA-Mitgliedsnummer

Datum/Unterschrift

Ja, ich willige ein, künftig Informationen über Produkte der DWA/GFA per E-Mail zu erhalten. Diese Einwilligung kann ich jederzeit widerrufen.

Die bundesweit gültige Verordnung für Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV) regelt in § 21 Absatz 1 AwSV das Erfordernis von Rückhalteeinrichtungen für oberirdische Rohrleitungen zum Befördern flüssiger wassergefährdender Stoffe. Auf eine Rückhalteeinrichtung kann verzichtet werden, wenn auf der Grundlage einer Gefährdungsabschätzung durch Maßnahmen technischer oder organisatorischer Art sichergestellt ist, dass ein gleichwertiges Sicherheitsniveau erreicht wird.

TRwS 780-1 „Oberirdische Rohrleitungen – Teil 1: Rohrleitungen aus metallischen Werkstoffen“ führt diese Gefährdungsabschätzung für bestimmte Rohrleitungstypen. Die TRwS 780-1 beschreibt technische und organisatorische Maßnahmen für neue und bestehende oberirdische Rohrleitungen, bei denen ganz oder teilweise auf Rückhalteeinrichtungen verzichtet werden soll.

Der DWA-Kommentar zum Arbeitsblatt DWA-A 780-1 (TRwS 780-1) liefert zusätzliche Erläuterungen und Hintergrundinformationen, die im Rahmen der Bearbeitung des Arbeitsblatts innerhalb der Arbeitsgruppe aufgefunden sind, und beschreibt umfassend die Handlungsspielräume. Durch die Nutzung des Kommentars werden zusätzliche Erkenntnisse vermittelt, die bei geeigneter Nutzung den Erfolg jedweder Maßnahme sichern.

Der vorliegende Kommentar richtet sich insbesondere an Anlagenbetreiber, zuständige Behörden, Fachbetriebe, Ingenieurbüros und Sachverständigenorganisationen, die im Bereich des Gewässerschutzes nach § 62 WHG tätig sind.

ISBN: 978-3-88721-718-1 (Print)
978-3-88721-745-7 (E-Book)

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA)

Theodor-Heuss-Allee 17 · 53773 Hennef

Telefon: +49 2242 872-333 · Fax: +49 2242 872-100

info@dwa.de · www.dwa.de