

Kommentar zum Arbeitsblatt DWA-A 788 (TRwS 788)

Dr.-Ing. Axel Nacken, Frank Oswald M. Eng.

Kommentar

zum Arbeitsblatt DWA-A 788 (TRwS 788)

Technische Regel wassergefährdender Stoffe – Flachbodentanks aus metallischen Werkstoffen zur Lagerung wassergefährdender Flüssigkeiten (November 2021)

Dr.-Ing. Axel Nacken, Frank Oswald M. Eng.

Kommentar 1. Auflage, Mai 2022

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

Satz:

Christiane Krieg, DWA

Druck:

Bonner Universitäts-Buchdruckerei

ISBN:

978-3-96862-185-2 (Print)

978-3-96862-186-9 (E-Book)

Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier

© DWA, 1. Auflage, Hennef 2022

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

Bilder und Tabellen, die keine Quellenangaben aufweisen, sind im Rahmen der Arbeitsblatterstellung als Gemeinschaftsergebnis des DWA-Fachgremiums zustande gekommen. Die Nutzungsrechte obliegen der DWA.

Zum Kommentar

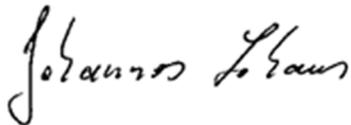
Bei der Bearbeitung von Arbeits- und Merkblättern muss darauf geachtet werden, dass diese kurz aber verständlich abgefasst werden. Erläuterungen und zusätzliche Hintergrundinformationen finden daher in diesen Veröffentlichungen oft keinen Platz. Mit der Reihe der Kommentare sollen nun die vielen Ideen, 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 Frank Oswald M. Eng. 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 **Kommentartext 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

Flachbodentanks sind oberirdische Behälter mit flach aufliegendem Boden und mit festem Dach oder mit Schwimmdach. Bei Flachbodentanks sind Undichtheiten dann schnell und zuverlässig erkennbar, wenn sie einen lecküberwachten doppelten Boden besitzen oder der Tankunterbau so gestaltet ist, dass Undichtheiten im Bodenbereich beim Austritt des Lagermediums in den Auffangraum sofort erkennbar werden. Bestehende Flachbodentanks weisen davon häufig abweichende Bauausführungen oder Bauausstattungen auf.

Bereits im Jahr 1997 wurde die erste Fassung der TRwS 788 (damals noch TRwS 133) vorgelegt. Im Mai 2007 wurde die zweite Fassung der TRwS 788 veröffentlicht.

Aufgrund verschiedener Anträge zur Überarbeitung bzw. Ergänzung der TRwS und der 5-jährigen Aktualitätsprüfung wurde im Frühjahr 2015 eine weitere Überarbeitung der TRwS 788 von der Arbeitsgruppe aufgenommen. Dabei wurden insbesondere die Regelungen für bestehende Flachbodentanks an die Praxiserfahrungen und die aktuelle Rechtslage angepasst.

Das vorliegende Arbeitsblatt DWA-A 788 (TRwS 788) „Flachbodentanks aus metallischen Werkstoffen zur Lagerung wassergefährdender Flüssigkeiten“ beinhaltet Konkretisierungen für Tankböden und Fundamente zur Gewährleistung der schnellen und zuverlässigen Erkennbarkeit von Korrosion und Leckagen. Für neu zu installierende Tanks werden auch Ausführungsmöglichkeiten vorgestellt, die eine dem Doppelboden entsprechende Sicherheit gewährleisten. Bei bestehenden Flachbodentanks werden Bedingungen für den Weiterbetrieb in Abhängigkeit von der Art und Güte des Fundaments, der Erkennbarkeit einer Leckage sowie den Ergebnissen zusätzlicher Prüfungen festgelegt.

Für Flachbodentanks in Anlagen zum Herstellen, Behandeln und Verwenden wassergefährdender Flüssigkeiten mit vergleichbaren Bedingungen kann diese Technische Regel als Erkenntnisquelle herangezogen werden.

Die Anforderungen der TRwS 779, die nicht durch diese TRwS geregelt werden, sind einzuhalten.

Der auf dem Untergrund aufliegende Tankboden eines Flachbodentanks erlaubt große Tankdurchmesser und damit große Speichervolumina bei vergleichsweise sehr dünnen Bodenblechen. Ohne konstruktive Änderungen der in der Vergangenheit üblichen Bauweise mit einfachem Boden erfüllt er jedoch nicht die Grundsatzanforderung des § 17 Absatz 1 Nr. 2 AwSV nach schneller und sicherer Erkennbarkeit von Leckagen. Es gab daher in der Vergangenheit Stimmen, die einen Flachbodentank mit einfachem Boden als unterirdisch ansahen mit der Konsequenz, dass Betreiber solche Tanks teilweise mit einem Überwachungsraum (Doppelboden) nachrüsten mussten.

Die Erstausgabe der TRwS 788, deren Regelungen im Kern auch in der aktuellen Fassung weiter Bestand haben, stellte klar, dass für Neubauten nur überwachbare Böden die Anforderungen des Gewässerschutzes vollumfänglich erfüllen. Gleiches gilt auch für Flachbodentanks mit einfachem Boden, wenn aufgrund von deren Werkstoff und Aufstellungsart eine Gewässergefährdung nicht zu besorgen ist. Bestehende rechtmäßig betriebene Flachbodentanks, die die Anforderungen nach schneller und sicherer Erkennbarkeit von Leckagen nicht vollständig erfüllen, dürfen jedoch unter bestimmten technischen und organisatorischen Bedingungen weiter betrieben werden. Damit ist dem auch schon in den VAWS'en der Länder verankerten Stilllegungs- und Beseitigungsverbot der AwSV Genüge getan; unbenommen davon kann die zuständige Behörde im begründeten Einzelfall die Anpassung eines Tanks an die aktuellen allgemein anerkannten Regeln der Technik, d. h. die hier vorliegende TRwS 788, anordnen.

Die TRwS 788 regelt nur die schnelle und zuverlässige Erkennbarkeit von Leckagen. Auf eine im Regelfall erforderliche Rückhalteeinrichtung wird nicht eingegangen. Das Erfordernis einer Rückhaltung ergibt sich aus der AwSV. Die in der TRwS 788 beschriebenen Maßnahmen sind kein Ersatz für eine Rückhalteeinrichtung. Dieserhalb wird auf die TRwS 779, TRwS 785 und TRwS 786 verwiesen. Aus dem

gleichen Grund ist die vorliegende TRwS 788 keine Regel für den Bau und Betrieb eines Flachbodentanks, da sie sich weder mit der Bemessung, noch mit Konstruktions- und Bauvorschriften des gesamten Tanks beschäftigt noch mit der Ausrüstung und den organisatorischen Notwendigkeiten des Tank- oder Tanklagerbetriebs. Diesbezüglich wird auf die einschlägigen technischen Regeln und Normen wie DIN 4119, DIN EN 14015 oder für Gefahrstoffe auf die TRGS verwiesen. Für ältere Tanks können auch die zurückgezogenen TRbF 120, TRbF 121, TRbF 220 und TRbF 221 bzw. TRbF 20 Anhänge A bis D und M, N hilfreiche Erkenntnisquellen sein; es ist jedoch dabei zu beachten, dass die TRbF nicht mehr an den Stand der Technik angepasst wurden und ihr Inhalt veraltet sein kann.

Bis zur 5. Novelle des WHG im Jahre 1986 waren nur Lager-, Abfüll- und Umschlaganlagen vom WHG erfasst. Als technische Regeln wurden die TRbF (Technische Regeln brennbare Flüssigkeiten) angewandt, insbesondere für den Tankbau die TRbF 120 und TRbF 121 und für die Aufstellung und Ausrüstung die TRbF 110. Aus Brandschutzgründen mussten Tanks zur Lagerung von entzündbaren Flüssigkeiten seit alters her in einem Auffangraum aufgestellt werden, der mindestens das Volumen des größten in ihm stehenden Tanks fassen konnte. Daher wurde in der hier vorliegenden TRwS 788 dieser Begriff anstelle der in der AwSV verwendeten Bezeichnung „Rückhalteeinrichtung“ beibehalten. Der Auffangraum stellt eine Untergruppe der Rückhalteeinrichtung dar, die für Flachbodentanks üblicherweise verwendet wird. Damit sind aber andere Bauweisen einer Rückhalteeinrichtung nicht ausgeschlossen. Im Zusammenhang mit Flachbodentanks sind insbesondere die Ringmanteltanks zu nennen, die bis zu etwa 90 % ihrer zylindrischen Höhe von einem zweiten Mantel im Abstand von ca. 1 m umgeben sind.

Es gibt auch Behälter mit vollflächig aufliegendem Boden in HBV-Anlagen, zum Beispiel Dekanteure mit kegelförmigem Boden, die erhebliche Durchmesser erreichen können. Für diese gilt die TRwS 788 wegen der Beschränkung auf **Lagerbehälter** nicht. Dies wurde in den Diskussionen während der Regelerstellung gerügt und gewünscht, dass auch Behälter mit flachen Böden in HBV-Anlagen von der TRwS erfasst werden. Wegen der Vielfalt der möglichen Bau- und Betriebsweisen sowie der Aufstellung und auch wegen der verschiedenen HBV-Prozesse kann nach Auffassung der DWA-Arbeitsgruppe keine abschließende Regelung hierzu getroffen werden. Ein Beispiel sind Fermenter in Biogasanlagen. Selbstredend können die Regelungen dieser TRwS sinngemäß auf Behälter mit flachen, vollflächig aufliegenden Böden in HBV-Anlagen unter Berücksichtigung ihrer Besonderheiten angewendet werden.

Wie auch die Fassung TRwS 788:2007 beschäftigt sich diese überarbeitete Fassung nicht mit dem gesamten Tank, sondern nur mit der schnellen und zuverlässigen Erkennung von Leckagen im Bereich des Tankbodens. Der Tankboden selbst wie auch der Rest des Tanks müssen die einschlägigen Bauvorschriften und Normen erfüllen.

Änderungen

Gegenüber TRwS 788 (Mai 2007) wurden insbesondere folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Anpassung an die bundeseinheitliche Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV);
- b) Anpassung an aktuelle Regelwerke;
- c) Berücksichtigung neuer technischer Entwicklungen und praktischer Erfahrungen;
- d) redaktionelle Verdeutlichung verschiedener Sachverhalte;
- e) Änderung des Aufbaus der Regelungen für Neuanlagen;
- f) Ergänzung einer weiteren Aufstellungsart für Neuanlagen;
- g) vollständige Überarbeitung der Maßnahmen zum Weiterbetrieb von Tanks der Gruppe 6;
- h) Überarbeitung des Abschnitts „Weiterbetrieb nach Umrüstmaßnahmen“, Ergänzung der Möglichkeit der Einbringung einer Innenbeschichtung.

In diesem Arbeitsblatt werden, soweit wie möglich, geschlechtsneutrale Bezeichnungen für personenbezogene Berufs- und Funktionsbezeichnungen verwendet. Sofern dies nicht möglich ist, wird die weibliche und die männliche Form verwendet. Ist dies aus Gründen der Verständlichkeit nicht möglich,

Kommentar zum DWA-A 788 (TRwS 788)

wird nur eine von beiden Formen verwendet. Alle Informationen beziehen sich aber in gleicher Weise auf alle Geschlechter.

Frühere Ausgaben

Arbeitsblatt DWA-A 788 (TRwS 788) (05/2007)

DVWK-Regel 133/1997

Verfasserinnen und Verfasser

Dieses Arbeitsblatt wurde von der DWA-Arbeitsgruppe IG-6.3 „Flachbodentanks“ im Auftrag des DWA-Hauptausschusses „Industrieabwässer und anlagenbezogener Gewässerschutz“ (HA IG) im DWA-Fachausschuss IG-6 „Wassergefährdende Stoffe“ erarbeitet.

Der DWA-Arbeitsgruppe IG-6.3 „Flachbodentanks“ gehören folgende Mitglieder an:

OSWALD, Frank	M. Eng., Berater, Norderney (Sprecher)
FAUL, Henrik	Dipl.-Ing., TÜV SÜD Industrie Service GmbH, Mannheim (stellv. Sprecher)
BOLNEI, Christoph (†)	Dipl.-Ing., Sanofi-Aventis Deutschland GmbH, Frankfurt/Main
GROMOLL, Heike	Dipl.-Ing., Landratsamt Eichstätt, Eichstätt
GRÜNEBERG, Kai	Dipl.-Ing., Staatliches Baumanagement Weser-Leine, Wunstorf, Bundesministerium der Verteidigung (BMVg), Bonn
HELD, Johanna	Dipl.-Ing., Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt), Berlin
HERZIG, Thomas	Dipl.-Ing., TanQuid GmbH & Co. KG, Duisburg
KRULL, Peter	Dr.-Ing., Holborn Europa Raffinerie GmbH, Hamburg
LIPPOLD, Stefan	Dipl.-Ing., Bezirksregierung Düsseldorf, Düsseldorf
NACKEN, AXEL	Dr.-Ing., INOVYN Deutschland GmbH, Rheinberg
WOLLNACK, Tanja	Dipl.-Ing. M. Sc., Freie und Hansestadt Hamburg, Hamburg

Dem DWA-Fachausschuss IG-6 „Wassergefährdende Stoffe“ gehören folgende Mitglieder an:

DINKLER, Hermann	Dr.-Ing., VdTÜV Verband der TÜV e. V., Berlin (Obmann)
ZÖLLER, Klaus	Dipl.-Ing., Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz (TLUBN), Weimar (stellv. Obmann)
BÖHME, Martin	Dipl.-Biol., Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, Bonn
FRAGEMANN, Hans-Jürgen	Dipl.-Ing., Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf
HÜLPÜSCH, Barbara	Dipl.-Ing., Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Wiesbaden
JANSSEN-OVERATH, Anne	Dr., Köln
KLUGE, Ullrich	Dr.-Ing., Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt), Berlin
KRULL, Peter	Dr.-Ing., Holborn Europa Raffinerie GmbH, Hamburg
LÖWE, Olaf	Dipl.-Ing., TÜV SÜD Chemie Service GmbH, Krefeld-Uerdingen
MÜNDELEIN, Matthias	Dipl.-Ing., Amprion GmbH, Dortmund
NACKEN, Axel	Dr.-Ing., INOVYN Deutschland GmbH, Rheinberg
OSWALD, Frank	M. Eng., Berater, Norderney
RICHTER, Thomas	Dr.-Ing., InformationsZentrum Beton GmbH, Rheinberg
SCHÉER, Heike	Dipl.-Ing. (FH), Bundesamt für Infrastruktur, Umweltschutz und Dienstleistungen der Bundeswehr (BAIUDBw), Bonn
SCHÜTTE, Jörg	Dipl.-Ing., Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN), Hildesheim

Projektbetreuerin in der DWA-Bundesgeschäftsstelle:

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

Inhalt

Zum Kommentar	3
Vorwort	4
Verfasserinnen und Verfasser	7
Bilderverzeichnis	10
Tabellenverzeichnis	10
Hinweis für die Benutzung	11
Einleitung	11
1 Anwendungsbereich	11
2 Begriffe	14
2.1 Definitionen	14
2.1.1 Flachbodentanks	14
2.1.2 Schmelzen	20
2.1.3 Hochviskose Flüssigkeit	20
2.1.4 Schnelle und zuverlässige Erkennbarkeit	22
2.1.5 Abtrag	23
2.1.6 Prüfung	26
2.1.7 Nullprüfung	27
2.1.8 Wiederkehrende innere Prüfung	28
2.1.9 Wanddickenmessung	29
2.1.10 Schallemissionsprüfung	30
2.1.11 Sachverständige	31
2.2 Abkürzungen	31
2.3 Symbole	33
3 Formale Eignung von Anlagenteilen	33
4 Aufstellung von Flachbodentanks (Neuanlagen)	34
4.1 Allgemeines	34
4.1.1 Allgemeingültige Regelungen	34
4.1.2 Mindestwanddicke des Tankbodens	35
4.1.3 Schutz des Randbereichs gegen Außenkorrosion	36
4.1.4 Prüfungen	36
4.1.5 Infrastrukturelle Maßnahmen am Flachbodentank	39
4.2 Technische und organisatorische Maßnahmen	42
4.2.1 Allgemeines	42
4.2.2 Doppelboden	42
4.2.3 Streifenfundamente	44
4.2.4 Trägerrost/I-Träger	45
4.2.5 Fugenloses Betonfundament mit zusätzlicher Sperrschicht (Kunststoffbahn oder -platte)	46
4.2.6 Fugenloses Betonfundament mit zusätzlicher Sperrschicht (Metallplatte aus nicht rostendem Stahl)	46

4.2.7	Fugenloses Betonfundament ohne zusätzliche Sperrschicht (Tankboden aus nicht rostendem Stahl)	47
4.2.8	Tank in Tanktasse, Tank- und Tanktassenboden aus nicht rostendem Stahl auf Ringfundament mit Gefälle zum Tiefpunkt	48
5	Weiterbetrieb bestehender Flachbodentanks	49
5.1	Allgemeines	49
5.2	Weiterbetrieb bestehender Flachbodentanks mit zusätzlichen Prüfungen	53
5.2.1	Gruppe 1: Bestehende Flachbodentanks auf Streifenfundamenten, Trägerrosten oder Fundamenten mit Rinnen	53
5.2.2	Gruppe 2.....	57
5.2.2.1	Vorbemerkung	57
5.2.2.2	Blockfundament mit zusätzlicher Sperrschicht (Kunststoffbahn mit bauaufsichtlichem Verwendbarkeitsnachweis)	57
5.2.2.3	Blockfundament mit zusätzlicher Sperrschicht (Metallplatte, Kunststoffbahn ohne bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweis).....	58
5.2.2.4	Tank in Tank.....	60
5.2.2.5	Doppelter Boden mit diskontinuierlicher Überwachung	61
5.2.3	Gruppe 3: Ringfundament mit Kunststoffbahn (mit bauaufsichtlichem Verwendbarkeitsnachweis).....	62
5.2.4	Gruppe 4.....	64
5.2.4.1	Durchgehendes Fundament, Fundament auf durchgehender Sohle des Auffangraums oder durchgehende Sohle des Auffangraums.....	64
5.2.4.2	Fundament mit bindigem Boden als Sperrschicht	67
5.2.5	Gruppe 5.....	70
5.2.5.1	Vorbemerkung	70
5.2.5.2	Ringfundament mit Zerrplatte.....	70
5.2.5.3	Ringfundament mit Kunststoffbahn (ohne bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweis).....	73
5.2.6	Gruppe 6.....	74
5.3	Besonderheiten	86
5.3.1	Lagerung von Schmelzen	86
5.3.2	Produktwechsel	86
5.4	Weiterbetrieb bestehender Tanks nach Umrüstungsmaßnahmen	86
5.4.1	Allgemeines	86
5.4.2	Einbringen einer Innenbeschichtung	87
5.4.3	Sperrschicht zwischen Tank und Fundament	87
5.4.4	Streifenfundament, Trägerrost	88
5.4.5	Doppelboden	88
	Anhang A (informativ) Als geeignet geltende Anlagenteile bei Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen	90
	Vorbemerkung.....	90
A.1	Europäisch harmonisierte Bauprodukte	90
A.2	Nationale Bauprodukte und Bauarten	91
A.3	Druckgeräte und Baugruppen nach Druckgeräterichtlinie	92
A.4	Maschinen nach Maschinenrichtlinie	92
A.5	Nach Gefahrgutrecht zulässige Behälter und Verpackungen	92
	Quellen und Literaturhinweise	93

Bilderverzeichnis

Bild K.1:	Nahtausführungen für Tankboden	14
Bild K.2:	Flachbodentank mit kegelförmigem Dach und schematischer Verteilung der Untergrundbelastung	14
Bild K.3:	Bodenecke.....	15
Bild K.4:	Druckverlauf in Abhängigkeit von der Tankhöhe und Flüssigkeitsdichte mit abgestufter Wanddicke	16
Bild K.5:	Bodenblech von unten.....	17
Bild K.6:	Muldenkorrosion der Unterseite eines Tankbodens	17
Bild K.7:	Verschiedene Ausführung von Tankschürzen	18
Bild K.8:	Schematische Darstellung eines Doppelbodens (Neubau)	42
Bild K.9:	Schematische Darstellung von Wanddickenmessungen und der daraus ermittelten Abtragsrate.....	81
Bild 1:	Schematischer Ablauf einer Lebensdauerabschätzung und Prüfintervall-Ermittlung	85
Bild K.10:	Schematische Darstellung eines Doppelbodens (Nachrüstung)	89

Tabellenverzeichnis

Tabelle K.1:	Dynamische Viskosität unterschiedlicher Stoffe bei 20 °C.....	21
Tabelle 1:	Aufstellungsarten von Flachbodentanks (Neuanlagen) in beispielhafter Darstellung.....	40
Tabelle 2:	Aufstellungsarten von Flachbodentanks (bestehende Anlagen).....	51
Tabelle 3:	Prüfintervall in Jahren für die wiederkehrende innere Prüfung von Flachbodentanks der Gruppe 3	63
Tabelle 4:	Prüfintervall in Jahren für die wiederkehrende innere Prüfung von Flachbodentanks der Gruppe 4	65
Tabelle K.2:	Durchlässigkeitsbeiwerte nach DIN 18130-1:1998	68
Tabelle K.3:	Durchlässigkeitsbeiwerte verschiedener Bodenarten	68
Tabelle 5:	Prüfintervalle in Jahren für die wiederkehrende innere Prüfung von Flachbodentanks der Gruppe 5	72
Tabelle 6:	Maximales Prüfintervall in Jahren für die wiederkehrende innere Prüfung von Flachbodentanks der Gruppe 6	83

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.

Einleitung

Der Erarbeitung des Arbeitsblatts DWA-A 788 (TRwS 788) liegen die Anforderungen der Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV) zugrunde. Weitergehende Anforderungen der AwSV, z. B. § 16 (behördliche Anordnungen) und §§ 49 bis 51 (Anlagen in Schutzgebieten) der AwSV, sowie Anforderungen aus anderen Rechtsbereichen, z. B. der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV), bleiben unberührt.

In der TRwS 788 werden Ausführungsarten von Flachbodentanks zweier Kategorien behandelt:

- a) Ausführungsarten von Flachbodentanks, die neu errichtet werden und die die wasserrechtlichen Vorschriften erfüllen (siehe Abschnitt 4).
- b) Ausführungsarten von Flachbodentanks, die den wasserrechtlichen Vorschriften nicht entsprechen, aber durch zusätzliche Maßnahmen die Voraussetzungen für einen vergleichbar sicheren Betrieb gewährleisten (siehe Abschnitt 5).

Es werden keine Aussagen über die Dauer des Zeitraums bis zu einer Anpassung bzw. bis zur Stilllegung gemacht. Hier sind die entsprechenden Regelungen des Bundes / der Länder zu beachten und das Vorgehen mit der zuständigen Behörde abzustimmen.

1 Anwendungsbereich

- (1) Die TRwS 788 gilt für Flachbodentanks aus metallischen Werkstoffen in Anlagen zur Lagerung von wassergefährdenden Flüssigkeiten und Schmelzen.
- (2) Die TRwS 788 zeigt in der Praxis umsetzbare Maßnahmen auf, die für den sicheren Betrieb erforderlich sind und die sich aus den wasserrechtlichen Anforderungen an die Gestaltung von Tankböden und Fundamenten bei der Lagerung von wassergefährdenden Flüssigkeiten und Schmelzen in Flachbodentanks ableiten lassen.

Kommentar zum DWA-A 788 (TRwS 788)

- (3) Es werden Maßnahmen für Neuanlagen aufgezeigt, die die schnelle und zuverlässige Erkennbarkeit von Undichtheiten des Tankbodens gewährleisten. Für bestehende Anlagen wird aufgezeigt, mit welchen Maßnahmen Undichtheiten des Tankbodens schnell und zuverlässig erkannt werden können, sodass ein sicherer Betrieb gewährleistet wird.
- (4) Die Anforderungen der TRwS 779, die nicht in dieser TRwS behandelt werden, bleiben unberührt. Flachbodentanks aus metallischen Werkstoffen in JGS-Anlagen und in Biogasanlagen mit Gärsubstraten landwirtschaftlicher Herkunft werden in der TRwS 792 bzw. TRwS 793 geregelt.
- (5) Die Standsicherheit der Flachbodentanks ist nicht Gegenstand dieser Technischen Regel. Dazu wird auf die baurechtlichen technischen Baubestimmungen verwiesen.

Der Anwendungsbereich dieser TRwS ist auf Flachbodentanks aus metallischen Werkstoffen, die der Lagerung von wassergefährdenden Flüssigkeiten und Schmelzen dienen, begrenzt. Nicht metallische Werkstoffe wurden nicht berücksichtigt, weil

- sie eine große Bandbreite von Werkstoffeigenschaften besitzen (z. B. Thermoplaste und Duroplaste, die sich in ihrer Struktur und damit in ihren Werkstoffeigenschaften grundlegend voneinander unterscheiden),
- andere Bemessungs-, Konstruktions- und Errichtungsregeln anzuwenden sind als für metallische Werkstoffe,
- die Schädigungsmechanismen und die daraus folgenden Notwendigkeiten und Möglichkeiten der Prüfung ganz andere sind als bei metallischen Werkstoffen,
- die Bauart von Tanks aus nicht metallischen Werkstoffen einschließlich ihrer Aufstellung in allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen des DIBt geregelt sind.

Diese Eigenheiten der nicht metallischen Werkstoffe haben Auswirkungen auf mögliche Aufstellungsarten und damit verbundene Ausrüstungen und Prüfungen, deren Berücksichtigung den Rahmen der TRwS 788 gesprengt hätte.

Die Lagerung von Flüssigkeiten und Schmelzen in Flachbodentanks ist die ganz überwiegende Anwendung dieser Bauart. Die Lagerung von tiefkalten Gasen ist ein vergleichsweise seltener Sonderfall, dessen Berücksichtigung wegen der Eigenschaften von Gasen ebenfalls den Umfang dieser Regel gesprengt hätte.

Der statische Vorteil des vollflächig auf einem ausreichend tragfähigen Untergrund aufliegenden Bodens, nur das Gewicht der gelagerten Flüssigkeit weiterzuleiten, ohne selbst durch Zug- oder Biegespannungen (abgesehen vom Randbereich) belastet zu werden, wird dadurch erkauft, dass dieser Boden nicht ohne technische oder organisatorische Maßnahmen auf Undichtheiten überwacht werden kann. Dies verlangt jedoch § 17 Absatz 1 AwSV:

"Anlagen müssen so geplant und errichtet werden, beschaffen sein und betrieben werden, dass

1. [...]
2. *Undichtheiten aller Anlagenteile, die mit wassergefährdenden Stoffen in Berührung stehen, schnell und zuverlässig erkennbar sind,*
3. *austretende wassergefährdende Stoffe schnell und zuverlässig erkannt und zurückgehalten sowie ordnungsgemäß entsorgt werden;*
4. [...]"

Die TRwS 788 hat den Zweck, Bauweisen von Tankböden sowie technische und organisatorische Maßnahmen zu ihrer Überwachung zu beschreiben, die die schnelle und zuverlässige Erkennbarkeit von Leckagen im Sinne von § 17 Absatz 1 Nr. 2 AwSV sicherstellen und es somit ermöglichen, Flachbodentanks in Übereinstimmung mit dem Besorgnisgrundsatz zu betreiben. Die Anforderung des § 17 Absatz 2 AwSV

„Anlagen müssen dicht, standsicher und gegenüber den zu erwartenden mechanischen, thermischen und chemischen Einflüssen hinreichend widerstandsfähig sein“

ist nicht Gegenstand der TRwS 788, muss aber selbstverständlich durch entsprechende Werkstoffwahl, Bemessung und Konstruktion erfüllt werden. Diesbezüglich wird auf die einschlägigen Normen und Regelwerke hingewiesen.

Nicht von dieser TRwS erfasst sind Flachbodentanks, für die speziellere Regelungen getroffen wurden, wie zum Beispiel in TRwS 792 für JGS-Anlagen und TRwS 793 für Biogasanlagen.

§ 18 Absatz 5 AwSV schreibt vor:

„Einwandige Behälter, Rohrleitungen und sonstige Anlagenteile müssen von Wänden, Böden und sonstigen Bauteilen sowie untereinander einen solchen Abstand haben, dass die Erkennung von Leckagen und die Zustandskontrolle, insbesondere auch der Rückhalteeinrichtungen, jederzeit möglich sind.“

Dies ist bei einigen der in dieser TRwS beschriebenen Bauarten nicht der Fall. Zwar ist die schnelle und zuverlässige Erkennbarkeit von Undichtheiten des Tankbodens gegeben (dies zu beschreiben ist Zweck dieser TRwS), jedoch entziehen sich die Dichtflächen, d. h. hier das Fundament als Teil der Rückhalteeinrichtung, und die Unterseite des Tankbodens der Möglichkeit, eine Zustandskontrolle durchzuführen. Für diese Aufstellungsarten ist dann streng formal betrachtet eine Ausnahmezulassung nach § 16 Absatz 3 AwSV erforderlich. Auch hat der Sachverständige, der Prüfungen an Anlagen mit Flachbodentanks durchführt, dies, sofern zutreffend, als Abweichung zu vermerken. Die teilweise zu beobachtende Umsetzung des § 18 Absatz 5 AwSV in die Praxis führt teilweise zu unerwünschten Ergebnissen, wenn etwa aus Brandschutzgründen mit Kies gefüllte Gruben unter Transformatoren oder mit Schotter gefüllte Gleistragwannen zum Zwecke der Prüfung ausgehoben werden sollen. Aus technischer Sicht wird in Fachkreisen überwiegend die Ansicht vertreten, dass das Freilegen von nicht einsehbaren Bereichen einer Rückhalteeinrichtung in vielen Fällen unverhältnismäßig ist. Daher soll § 18 Absatz 5 AwSV im zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Kommentars vorliegenden Entwurf einer 1. Änderungsverordnung zur AwSV um den Satz

„Teile der Rückhalteeinrichtung, die aus sicherheitstechnischen Gründen oder konstruktionsbedingt nicht zugänglich sind, müssen nicht kontrolliert oder geprüft werden“

ergänzt werden. Diese Ergänzung ist weitgehend unumstritten, aus verschiedenen Gründen zum Zeitpunkt der Drucklegung dieses Kommentars aber noch nicht erfolgt.

Da die in dieser TRwS beschriebenen Aufstellungsarten die allgemein anerkannten Regeln der Technik einhalten, auch wenn der Zustand der Dichtflächen nicht unmittelbar kontrollierbar ist, und unter Berücksichtigung der geplanten Ergänzung des § 18 Absatz 5 AwSV, dürfte ein Anspruch auf die Ausnahmezulassung nach § 16 Absatz 3 AwSV bestehen.

Auch Anlagen, in denen Flachbodentanks aufgestellt sind, benötigen einen ausreichend bemessenen, flüssigkeitsdichten Auffangraum. Davon ausgenommen sind nur die doppelwandigen Behälter. Bei Tanks mit überwachbarem Doppelboden genügt es, wenn das Fundament nur ausreichend tragfähig ist. Bei allen anderen Aufstellungsarten muss das Fundament darüber hinaus als Teil der Rückhalteeinrichtung auch flüssigkeitsdicht ausgeführt sein. Die TRwS 788 beschäftigt sich jedoch weder mit der Größe der Rückhalteeinrichtung noch mit ihrer Bauweise; sie verweist dieserhalb auf die entsprechenden TRwS. Lediglich für bestehende Flachbodentanks werden Anforderungen an die Fundamente gestellt, da von deren Ausführung die Maßnahmen, die einen Weiterbetrieb ermöglichen, abhängen.

Lageranlagen und Lagertanks unterliegen auch anderen Rechtsvorschriften als WHG/AwSV. Insbesondere wenn entzündbare Flüssigkeiten gelagert werden, sind neben dem Wasserrecht auch die GefStoffV mit den TRGS und die BetrSichV mit den TRBS zu befolgen. Auch Vorschriften der TA-Luft können einschlägig sein. Je nach der Menge und den Gefährlichkeitsmerkmalen der Stoffe, die gelagert werden, können Anlagen auch dem BImSchG unterliegen. All diese Vorschriften gelten parallel zueinander, d. h. eine Anlage muss alle Anforderungen der auf sie zutreffenden Rechtsvorschriften und technischen Regeln gleichzeitig erfüllen.

2 Begriffe

2.1 Definitionen

2.1.1 Flachbodentanks

Flachbodentanks im Sinne dieser Technischen Regel sind oberirdische stehende Behälter, die mit ihren flachen Böden vollflächig oder auf Stützkonstruktionen (z. B. Trägerrosten, Streifenfundamenten) aufgestellt sind.

Flachbodentanks sind Bauwerke, die aus einem ebenen, vollflächig auf dem Untergrund aufliegenden Boden und einem meistens zylindrischen Mantel bestehen. Sie können Durchmesser von mehr als 100 m und ein Fassungsvermögen von mehr als 100.000 m³ erreichen. Es gibt sie mit Dächern in Form eines flachen Kegels oder eines Kugelsegments mit und ohne Gespärre, mit Schwimmdach oder auch offen. Die Gespärre bei festen Dächern können außen oder innen angeordnet sein. Jede dieser Dachkonstruktionen erfordert eine entsprechende Bemessung und Gestaltung des Tanks.

Der Tankboden, der Tankmantel und das Tankdach bestehen aus miteinander verschweißten Blechen. Diese können stumpf (beim Boden mit Badsicherung) miteinander verbunden werden oder überlappend durch Kehlnähte (Bild K.1). Die Bleche des Tankmantels werden üblicherweise stumpf ohne Badsicherung miteinander verschweißt. Es existieren jedoch auch noch sehr alte Tanks, bei denen die Bleche des Tankmantels miteinander vernietet sind.



a) Stumpfnahat auf Badsicherung



b) Überlappnahat

Bild K.1: Nahtausführungen für Tankboden

Der ebene Boden liegt vollflächig auf dem Untergrund auf. Er gibt das Gewicht der gelagerten Flüssigkeit an den Untergrund weiter, ohne selbst belastet zu werden (Bild K.2). Lediglich im Bereich der Bodenecke treten durch den Einfluss des dort aufgeschweißten Tankmantels erhöhte Gewichte, d. h. Bodenpressungen, und sekundäre Biegespannungen auf. Daher muss der Tankboden in diesem Bereich dicker ausgeführt werden als in der Tankmitte (Bild K.3). Dort hat der Boden lediglich eine Dichtheitsfunktion.

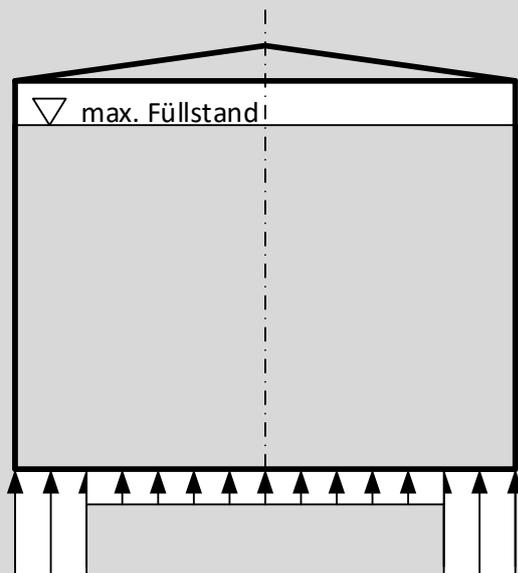


Bild K.2: Flachbodentank mit kegelförmigem Dach und schematischer Verteilung der Untergrundbelastung

Dies bedeutet, dass der Untergrund ausreichend tragfähig sein muss und nur zu geringen Setzungen neigen darf. Tanks mit vergleichsweise kleinem Durchmesser stehen im Regelfall auf Betonfundamenten, die als Block ausgebildet werden oder je nach den statischen Erfordernissen als Betonring mit einer Betonplatte oder einer Schotterfüllung. Sehr große Tanks stehen auf einem Ringfundament mit Kieskern. Der Fundamentring aus Beton ist dabei unter dem Tankmantel angeordnet, um dessen Gewicht aufzunehmen. Um Setzungen auszugleichen, sind gemäß DIN 4119 Durchhänge oder Überhöhungen des Bodens in gewissen Grenzen zulässig. Als Ausgleichsschicht wird zwischen Fundament und Tankboden eine ca. 30 mm bis 50 mm dicke bituminöse Schicht eingebaut. Diese dient zum Ausgleich von Unebenheiten des Fundaments und vor allem als Korrosionsschutz für den aufliegenden Tankboden.

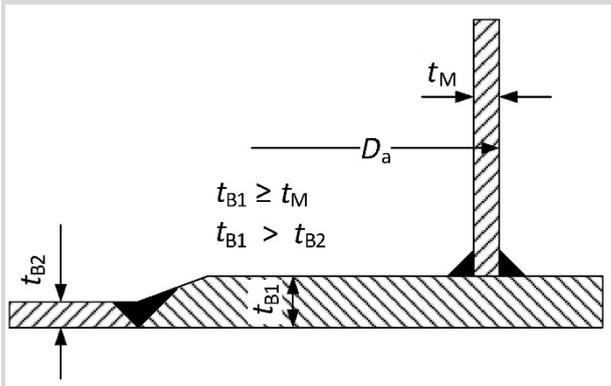


Bild K.3: Bodenecke (D_a Außendurchmesser, t_M Blechdicke des Mantels, t_{B1} Dicke der Bodenrandbleche; t_{B2} Dicke der Bodenmittenbleche)

DIN 4119 gibt für Tankböden aus perlitisch-ferritischen Stählen Mindest-Blehdicken vor. Für die Bodenmittenbleche betragen die Minstdicken bei Verbindung der Bleche durch Stumpfschweißung 5 mm, bei überlappender Schweißung 6,5 mm. Die Dicke der Bodenrandbleche hängt von der Blechdicke des untersten Mantelschusses ab. Auf jeden Fall darf das Randblech nicht dünner als 6,5 mm und nicht dünner als die Bodenmittenbleche ausgeführt werden. Für austenitische Stähle und Aluminium sind keine Mindestwanddicken vorgegeben. Die Festlegung der Blehdicken erfolgt für diese Werkstoffe nach statischen und konstruktiven Erfordernissen.

Der zylindrische Mantel kann verhältnismäßig dünnwandig ausgeführt werden. In ihm treten, abgesehen von Störstellen wie Bodenecke, Ausschnitte und Beulsteifen, nur Spannungen überwiegend in Umfangs- und Längsrichtung auf, die sich nach der Kesselformel berechnen lassen. Die hauptsächliche Belastung wird durch den Druck der Flüssigkeitssäule verursacht, der von der Tankhöhe und der Dichte der gelagerten Flüssigkeit abhängt und einen linearen Verlauf zeigt. Dazu kommt der Berechnungsdruck, der jedoch im Vergleich zum hydrostatischen Druck der gelagerten Flüssigkeit eher gering ist. Dies gestattet, die einzelnen Schüsse des Tankmantels entsprechend ihrer Belastung in unterschiedlichen Wanddicken auszuführen (Bild K.4). Als Auslegungsdruck sind -10 mbar und $+20$ mbar üblich, jedoch können auch andere Berechnungsdrücke gewählt werden. Als dünnwandige Schale sind die Tankmäntel jedoch recht empfindlich gegen Stabilitätsversagen durch Unterdruck (Einbeulen). Ein Unterdruck entsteht durch den Winddruck bzw. -sog, durch Abkühlung bei witterungsbedingten Temperaturänderungen und durch die Entnahme von Flüssigkeit, insbesondere bei hohen Förderaten. Überdruck führt zum Abheben der Bodenecke; hier kann man durch eine Verankerung mit dem Fundament entgegenwirken. Als Maßnahme gegen unzulässige Über- und Unterdrücke sind ausreichend bemessene Belüftungsöffnungen vorzusehen bzw. bei inertisierten Tanks eine ausreichende Inertgasversorgung (siehe hierzu TRGS 722 Unterabschnitt 4.3).

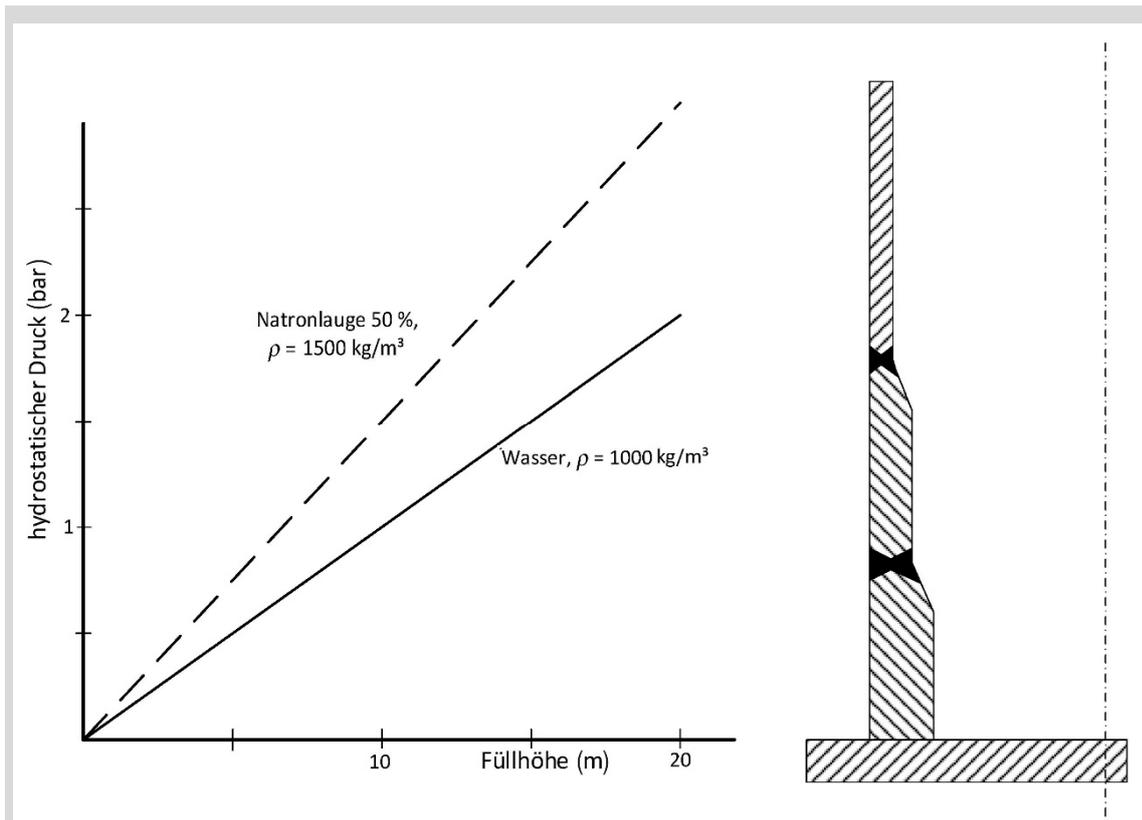


Bild K.4: Druckverlauf in Abhängigkeit von der Tankhöhe und Flüssigkeitsdichte mit abgestufter Wanddicke

Die auch für Flachbodentanks geltende Grundsatzanforderung nach ausreichender Widerstandsfähigkeit gegen mechanische, chemische und thermische Einwirkungen verlangt die Verwendung von geeigneten Werkstoffen. Hierunter fällt zum einen die Beständigkeit eines Werkstoffs gegen die gelagerten Stoffe. Dazu ist DIN 6601 (zurückgezogen, ersetzt durch DIN EN 12285-1 Anhang B) heranzuziehen. Auch andere Quellen wie die DECHEMA-Tabellen, Beständigkeitslisten der BAM oder Literaturangaben können verwendet werden. Desgleichen kann auch eine ausreichend lange, durch Wanddickenmessungen bewiesene Erfahrung eines Anlagenbetreibers als Nachweis der Werkstoffbeständigkeit dienen, wenn die Betriebsweise des zum Nachweis herangezogenen Anlagenteils vergleichbar ist. Die Vergleichbarkeit muss insbesondere für den Werkstoff, die Zusammensetzung des Lagerguts und die Lagertemperatur gegeben sein.

Ein Problem für Flachbodentanks aus ferritischen Werkstoffen (z. B. RSt 37-2, HII, S235, P265GH, P355GH u. Ä.) ist die Korrosion der Unterseite des Tankbodens (Bild K.5). Diese stellt sich als besonders wirksame Spaltkorrosion dar und wird durch Wasser verursacht, welches am Tankrand zwischen den Tankboden und das Fundament gerät. Folgerichtig nimmt die Korrosion zur Tankmitte hin schnell ab. Im Regelfall ist ein ungefähr 0,5 m breiter Streifen am Tankrand durch diese Unterrostung besonders gefährdet (Bild K.6). Die Bitumen-Zwischenlage wirkt hier nur eingeschränkt als Korrosionsschutz. Die Korrosion kann durch verunreinigtes Wasser oder Lagergut, auch in verdünnter Form, deutlich verstärkt werden (in Bild K.5 und K.6 Natriumchlorid-Lösung). In der Mitte zeigen auch jahrzehntealte Tankböden oftmals keinerlei Korrosionsangriff von unten.



Bild K.5: Bodenblech (ursprüngliche Dicke 10 mm) von unten; Muldenkorrosion



Bild K.6: Muldenkorrosion der Unterseite eines Tankbodens (ursprüngliche Dicke 10 mm)

Es ist daher wichtig, das Eindringen von Wasser unter den Tankboden zu verhindern. Dazu leisten Tankschürzen gute Dienste (Bild K.7). Sie sollten jedoch so konstruiert werden, dass die Kontrollierbarkeit der Bodenecknaht erhalten bleibt (linke und rechte Darstellung in Bild K.7). Man findet auch häufig eine Abdichtung des Spalts zwischen Tankboden und Auflagefläche durch Kunststoffbeschichtungen. Diese neigen jedoch dazu, sich im Laufe der Zeit durch den Einfluss der Sonnenstrahlung und den Temperaturwechseln zwischen Tag und Nacht bzw. zwischen Sommer und Winter abzulösen. Der dann entstehende Spalt fördert die Korrosion.

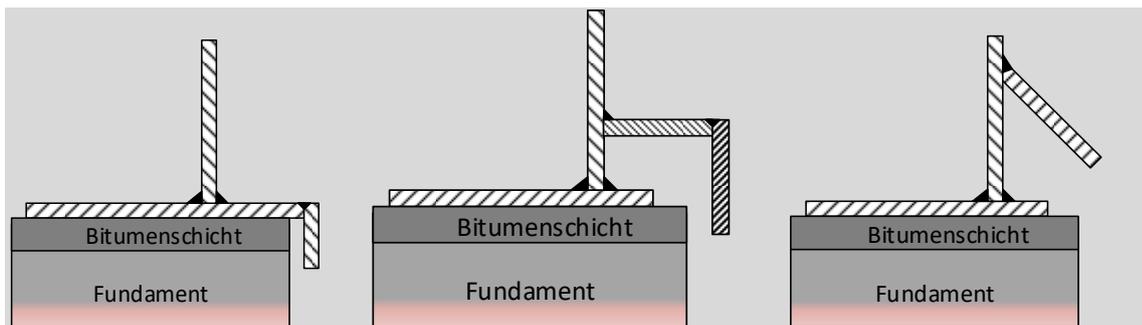


Bild K.7: Verschiedene Ausführung von Tankschürzen

Solche Regenschürzen verhindern jedoch nicht, dass im Schadensfall ausgetretene wassergefährdende Flüssigkeiten oder mit diesen belastetes Löschwasser unter den Tankboden gelangen. Dies kann zu erheblichen Schäden am Tankboden führen (Bild K.5 und K.6). Da eine Reinigung des Spalts mit einem sehr hohen Aufwand (z. B. Abheben des Tanks, Herausschneiden des Bodens) verbunden sein kann, empfiehlt es sich, das Tankfundament so hoch zu bauen, dass seine Oberfläche höher angeordnet ist als der höchste Flüssigkeitsstand im Auffangraum im Schadensfall.

Als technische Regel für Flachbodentanks ist DIN 4119 durch die MVV TB: 2019 in der Fassung vom 07. August 2020 bauaufsichtlich eingeführt:

- DIN 4119-1:1979 „Oberirdische zylindrische Flachboden – Tankbauwerke aus metallischen Werkstoffen; Grundlagen, Ausführung, Prüfungen“,
- DIN 4119-2:1980 „Oberirdische zylindrische Flachboden – Tankbauwerke aus metallischen Werkstoffen; Berechnung“.

Zum einen geschieht dies in MVV TB:2019 in A 1.2 „Technische Anforderungen hinsichtlich Planung, Bemessung und Ausführung an bestimmte bauliche Anlagen und ihre Teile gem. § 85a Absatz 2 MBO“ Unterabschnitt A 1.2.4 „Bauliche Anlagen im Metall- und Verbundbau“ unter Nr. A 1.2.4.4 in Verbindung mit Anlage A 1.2.4/7. Die Anlage verweist auf die „Anpassungsrichtlinie Stahlbau mit Änderung und Ergänzung“ Ausgabe Dezember 2001, die bei der Anwendung von DIN 4119 zu beachten ist.

Zum anderen ist DIN 4119 in MVV TB:2019 in C 2.15 „Bauprodukte für ortsfest verwendete Anlagen zum Lagern, Abfüllen und Umschlagen von wassergefährdenden Stoffen“ unter Nr. C 2.15.14 „Stehende vorgefertigte zylindrische Behälter aus metallischen Werkstoffen mit flachem Boden und festem Dach zur oberirdischen Lagerung von Flüssigkeiten oder von gekühlten Gasen“ in Verbindung mit der Anpassungsrichtlinie Stahlbau (Stand: Oktober 1998) mit Änderung und Ergänzung (Stand: Dezember 2001) eingeführt. Als Nachweis für die Übereinstimmung eines Tanks mit DIN 4119 ist ein Übereinstimmungszertifikat durch eine anerkannte Zertifizierungsstelle (ÜZ) auszustellen. Zusätzlich gilt Anlage C 2.15.3, die wegen ihrer Bedeutung für die wasserrechtliche Brauchbarkeit folgend wiedergegeben wird:

„Die Blechdicken (Nettowanddicken) sind erforderlichenfalls um Korrosionszuschläge zu erhöhen, die in Abhängigkeit von der geplanten Lebensdauer, der konkreten Lagerflüssigkeit und der zugehörigen Abtragsrate, den zu erwartenden Materialabbau infolge Korrosion berücksichtigen. Dabei darf auf die vorgenannten Korrosionszuschläge nur verzichtet werden, wenn für die konkrete Flüssigkeit-Werkstoff-Kombination unter Berücksichtigung der geplanten Lebensdauer und der geplanten Betriebsbedingungen kein Korrosionsabtrag erwartet wird. Dies ist für jeden konkreten Anwendungsfall durch ein Gutachten einer unabhängigen Materialprüfanstalt nachzuweisen.“

An Blechen von statisch relevanten Bauteilen, die von der Lagerflüssigkeit bzw. deren Dämpfen oder Kondensat berührt sind, muss die Einhaltung der Nennblechdicken in regelmäßigen Abständen durch Blechdickenmessungen geprüft werden. Ist die Nennblechdicke erreicht, sind die Bauprodukte außer Betrieb zu nehmen.“

Besonderheiten, wie z. B. erhöhter korrosiver Angriff bei Lagerung von hygroskopischen Medien und gleichzeitiger Belüftung im sogenannten Dampfraum über dem Flüssigkeitsspiegel, Wasseransammlungen am Boden bei Medien mit Dichten $< 1,0 \text{ kg/l}$, die sich nicht mit Wasser mischen, sind gesondert zu berücksichtigen.

Die Außenkorrosion der Bauprodukte und deren Auflagerkonstruktionen durch korrosiven Angriff aufgrund der Umgebungsbedingungen am Aufstellungsort ist durch geeignete Maßnahmen (z. B. ein Beschichtungssystem mit einer auf die geplante Lebensdauer abgestimmten Wirkungsdauer des Schutzes) auszuschließen.

Der Hersteller muss die für die ordnungsgemäße Herstellung des Bauproduktes erforderlichen Verfahren nachweislich beherrschen. Der Nachweis ist durch ein Schweißzertifikat für die Ausführungskategorie EXC 2 oder höher nach DIN EN 1090-2:2018-09 für Bauprodukte aus Stahl bzw. nach DIN EN 1090-3:2019-07 für Bauprodukte aus Aluminium zu führen. Abweichend von DIN EN 1090-2:2019-07, Tabelle 14 bzw. DIN EN 1090-3:2019-07, Tabelle 7 muss das für die Koordinierung der Herstellungsprozesse des Bauproduktes verantwortliche Schweißaufsichtspersonal mindestens über spezielle technische Kenntnisse nach DIN EN ISO 14731:2006-12 verfügen.

Für die zur Herstellung des Bauproduktes verwendeten Konstruktionsmaterialien ist die vollständige Rückverfolgbarkeit sicherzustellen.

Die Schweißverfahren sind nach DIN EN ISO 15614-1:2017-12 zu qualifizieren. Die Prüfung von Schweißern hat auf Grundlage der DIN EN ISO 9606-1:2017-12 zu erfolgen.“

DIN 4119 stammt ursprünglich aus dem Jahr 1961 und ist inzwischen zurückgezogen worden. Sie wurde ersetzt durch:

- DIN EN 1993-4-2:2017 „Eurocode 3: „Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 4-2: Tankbauwerke“,
- DIN EN 14015:2005 „Auslegung und Herstellung standortgefertigter, oberirdischer, stehender, zylindrischer, geschweißter Flachboden-Stahl tanks für die Lagerung von Flüssigkeiten bei Umgebungstemperatur und höheren Temperaturen“,
- DIN EN 14620, Teile 1 bis 5 „Auslegung und Herstellung standortgefertigter, stehender, zylindrischer Flachboden-Stahl tanks für die Lagerung von tiefkalt verflüssigten Gasen bei Betriebstemperaturen zwischen 0 °C und -165 °C .

Diese Normen sind jedoch (noch) nicht bauaufsichtlich eingeführt und entsprechen damit in Deutschland nicht den allgemein anerkannten Regeln der Technik. Auch die in Anlage C 2.15.3 der MVV-TB genannte DIN 6601 ist zurückgezogen und durch die DIN EN 12285-1:2018 Anhang B ersetzt.

Einen Sonderfall des Tanks mit flachem Boden stellen rechteckige Tanks nach DIN 6625 dar:

- DIN 6625-1:2013 „Eckige Behälter aus Stahl für die oberirdische Lagerung von Flüssigkeiten mit einem Flammpunkt von mehr als 55 °C – Teil 1: Bau- und Prüfgrundsätze“,
- DIN 6625-2:2013 „Eckige Behälter aus Stahl für die oberirdische Lagerung von Flüssigkeiten mit einem Flammpunkt von mehr als 55 °C – Teil 2: Berechnung“.

Die Größe von rechteckigen Behältern ist jedoch aufgrund der statisch wenig belastbaren ebenen Böden und Wände beschränkt, die statisch gesehen Platten sind. Je größer die Wandflächen werden, desto aufwendiger werden die erforderlichen Verstärkungen. Rechteckige Behälter nach DIN 6625 werden oft als vor Ort gefertigte Tanks zur Lagerung von Heizöl EL verwendet („geschweißte Kellertanks“).

DIN 6625 ist bauaufsichtlich eingeführt durch die MVV-TB Nr. C 2.15.8 in Verbindung mit Anlage C 2.15.6.

Der große statische Vorteil des Flachbodentanks – nur geringe Belastung des Tankbodens im Randbereich – ist aus Sicht des Gewässerschutzes sein großer Nachteil. Die Unterseite des vollflächig auf dem Untergrund aufliegenden Bodens ist durch Augenschein nicht auf Undichtheiten oder Korrosion kontrollierbar, sodass die Grundsatzanforderung des § 17 Absatz 1 Nr. 2 AwSV nach schneller und zuverlässiger Erkennbarkeit von Undichtheiten nur durch technische Maßnahmen erfüllt werden kann. Je nach Gestaltung und Aufbau des Fundaments ist auch die Grundsatzanforderung des § 17 Absatz 1 Nr. 3 AwSV nach schneller und zuverlässiger Erkennung und Rückhaltung nicht ohne Weiteres einzuhalten.

2.1.2 Schmelzen

Schmelzen sind Stoffe, die gemäß § 2 Absatz 7 AwSV als fest gelten, aber im flüssigen Aggregatzustand, d. h. in der Regel mit Beheizung, gelagert werden.

Schmelzen sind gemäß der Definition feste Stoffe, die im Normalbetrieb der Anlage in geschmolzenem, also flüssigem Zustand vorliegen. Dies geschieht, um diese Stoffe in fließfähigem Zustand fördern und verarbeiten zu können. Oft handelt es sich dabei um langkettige organische Verbindungen wie zum Beispiel Wachse. Die Lagertemperatur muss dabei oberhalb des Schmelzpunkts oder Schmelzbereichs der gelagerten Stoffe liegen. Da mit zunehmender Temperatur die Festigkeit der Konstruktionswerkstoffe abnimmt, ist die erhöhte Temperatur bei der statischen Bemessung des Tanks und seiner Konstruktion zu berücksichtigen. Die Beheizung geschieht je nach Wärmebedarf mittels Wasserdampf (Regelfall in Betrieben, in denen Dampf ohnehin vorhanden ist) durch im Tank verlegte Rohrschlangen oder sogenannte Einsteckvorwärmer (U-Rohr Wärmetauscher, die in einen großen Stutzen eingebaut werden). Man findet auch die Beheizung durch elektrischen Strom. Nicht zu den Schmelzen gehören Stoffe, die zur Vermeidung von Auskristallisation bei erhöhten Temperaturen gelagert werden, wie zum Beispiel 50%ige Natronlauge.

Feste Stoffe sind nicht fließfähig. Sie vermögen deshalb nur durch Einwirkungen von außen (z. B. Verwehen, Lösen durch zutretendes Regenwasser) Gewässer zu erreichen und damit zu gefährden. Feste Stoffe versickern auch nicht; selbst poren- und rissbehaftete Untergründe sind dicht gegen feste Stoffe. Im Falle von Schmelzen liegen die Stoffe zwar betriebsmäßig in flüssigem Zustand vor, jedoch kühlen sie nach Austreten aus einem Leck verhältnismäßig schnell ab und gehen in den festen Zustand über. Auch in einem solchen Fall ist eine Gewässergefährdung nicht zu erwarten. Daher erlaubt die TRwS 788 für die Lagerung von Schmelzen in Flachbodentanks Erleichterungen bei den organisatorischen Maßnahmen wie der Häufigkeit und Art von Prüfungen. Nichtsdestotrotz gelten auch für Schmelzen die Grundsatzanforderungen des § 17 Absatz 1 AwSV.

2.1.3 Hochviskose Flüssigkeit

Flüssigkeiten sind hochviskos, wenn sie bei 20 °C eine dynamische Viskosität größer als 1.000 mPa·s (Millipascalsekunde) aufweisen.

Für Flüssigkeiten, deren Schergeschwindigkeit proportional zur Scherspannung ist (Newton'sche Fluide) ist die Viskosität eine charakteristische Größe für das Fließverhalten. Die Bewegung solcher Flüssigkeiten wird durch die Navier-Stokes-Gleichungen beschrieben. Für eine grobe Beschreibung werden qualitativ bisweilen die Begriffe „dünnflüssig“ und „dickflüssig“ oder „zähflüssig“ verwendet. Die Viskosität geht in die Berechnung der Eindringtiefe von Flüssigkeiten in Beton ein. Je größer die Viskosität, desto geringer sind Fließgeschwindigkeit und Eindringtiefe einer Flüssigkeit.

Die Viskosität von Flüssigkeiten kann mit einem Viskosimeter, zum Beispiel gemäß EN ISO 3219, gemessen werden. Sie nimmt bei den meisten Flüssigkeiten mit steigender Temperatur zum Teil deut-

lich ab, d. h. sie werden dünnflüssiger. SI-Einheit für die dynamische Viskosität ist $\text{N}\cdot\text{s}/\text{m}^2$. Gebräuchlich ist $\text{mPa}\cdot\text{s}$. Eine ältere Einheit, die man noch gelegentlich findet, ist das Poise (P); $1 \text{ N}\cdot\text{s}/\text{m}^2 = 1 \text{ Pa}\cdot\text{s} = 10 \text{ P}$; $1 \text{ cP} = 1 \text{ mPa}\cdot\text{s}$.

Es gibt keine scharfe Grenze zwischen flüssigen und festen Stoffen, die über die Viskosität definiert ist; der Übergang ist allmählich. Hochviskose Flüssigkeiten sind zwar Flüssigkeiten im Sinne der Definition des § 2 Absatz 6 AwSV, sind aber nur eingeschränkt fließfähig und dringen kaum in Beton ein. Es ist daher gerechtfertigt, sie den Schmelzen gleichzustellen, wenn auch die physikalischen Hintergründe für ihr Verhalten andere sind. Für die Grenze von $1.000 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ gibt es keine wissenschaftlich/technische Begründung; der Wert ist pragmatisch gewählt.

Im Folgenden werden Werte für die dynamische Viskosität bei $20 \text{ }^\circ\text{C}$, sofern nicht anders angegeben, aus verschiedenen Tabellenwerken aufgeführt, um – unabhängig davon, ob eine der genannten Flüssigkeiten für die Lagerung in Flachbodentanks in Frage kommt oder nicht – eine Vorstellung zu geben, was die Einheit $\text{mPa}\cdot\text{s}$ aussagt.

Tabelle K.1: Dynamische Viskosität unterschiedlicher Stoffe bei $20 \text{ }^\circ\text{C}$

Stoff	Dynamische Viskosität $\text{mPa}\cdot\text{s}$
n-Pentan	0,22
Diethylether	0,24
Dichlormethan	0,44
Trichlorethylen	0,55
Petroleum	0,6
Tetrachlorethylen	0,88
Wasser	1,0
Ethanol	1,19
Quecksilber	1,5
Motoröl ($150 \text{ }^\circ\text{C}$)	ca. 3
Liköre	10 – 100
Ethylenglycol	20,8
Schweröl RMA 30 ($50 \text{ }^\circ\text{C}$)	30
Olivenöl	ca. 100
Motoröl ($25 \text{ }^\circ\text{C}$)	ca. 100
Schweröl RMK 700 ($50 \text{ }^\circ\text{C}$)	700
Glycerin	1480
Bienenhonig	ca. 3000
Bitumen (je nach Sorte)	ca. $10^7 - 10^{14}$

Die Angabe eines Viskositätswerts bei Substanzen mit Viskositäten über $10.000 \text{ Pa}\cdot\text{s}$ ist nicht mehr sinnvoll, da mehr und mehr die Eigenschaften des Festkörpers überwiegen, zum Beispiel die Elastizität.

2.1.4 Schnelle und zuverlässige Erkennbarkeit

Eine Undichtheit des Tankbodens ist **schnell und zuverlässig erkennbar**, wenn

- die Zeit von der Entstehung einer Undichtheit bis zum Wirksamwerden von Maßnahmen ausreicht, eine Verunreinigung der Gewässer zu verhindern

und

- das Lagermedium nach Austritt aus dem Tank (im Allgemeinen auf der Bodenbefestigung) sichtbar wird und dies durch organisatorische (z. B. Begehung) oder technische Maßnahmen (z. B. Standmessung in einem Tiefpunkt, messtechnische Überwachung des überstehenden Luftraums durch Gasspürgeräte) vom Betreiber erkannt wird, oder
- das Lagermedium nach Austreten aus dem Tank im Überwachungsraum des Doppelbodens zurückgehalten wird, der auf seinen Inhalt kontrolliert wird, z. B. durch Messen des Drucks im Überwachungsraum oder durch ein Schauglas, oder
- das ausgetretene Lagermedium durch andere Leckageerkennungssysteme gemäß TRwS 779:2018 Entwurf Unterabschnitt 7.3 unter dem Tank, z. B. Sensoren, Dränagesysteme mit Detektor, erkannt und angezeigt wird.

Die zugrunde liegende Grundsatzanforderung § 17 Absatz 1 Nr. 1 AwSV hat den Wortlaut:

„Anlagen müssen so geplant und errichtet werden, beschaffen sein und betrieben werden, dass

- 1. wassergefährdende Stoffe nicht austreten können,*
- 2. Undichtheiten aller Anlagenteile, die mit wassergefährdenden Stoffen in Berührung stehen, schnell und zuverlässig erkennbar sind,*
- 3. austretende wassergefährdende Stoffe schnell und zuverlässig erkannt und zurückgehalten sowie ordnungsgemäß entsorgt werden; dies gilt auch für betriebsbedingt auftretende Spritz- und Tropfverluste, und*
- 4. [...]“*

Was genau „schnell“ in Tagen oder Stunden bedeuten soll, bleibt offen. Aus dem Schutzziel der AwSV – dem Schutz der Gewässer vor nachteiligen Veränderungen – kann geschlossen werden, dass alle Maßnahmen, beginnend mit dem Auftreten einer Undichtheit und endend mit der Beseitigung der ausgelaufenen Flüssigkeit, abgeschlossen sein müssen, bevor eine Gewässerschädigung eintritt. Daher unterscheidet die TRwS 785 „Bestimmung des Rückhaltevermögens bis zum Wirksamwerden geeigneter Sicherheitsvorkehrungen – R1 –“ zwischen der Zeit bis zum Erkennen einer Undichtheit und der Zeit bis zu deren Beseitigung. Beides ist jedes für sich durch technische und organisatorische Maßnahmen beeinflussbar. Diesem Ansatz folgt auch die TRwS 788. Während der erste Spiegelstrich klarstellt, wie die Grundsatzanforderung nach schneller Erkennbarkeit von Leckagen zu verstehen ist, beschreiben die folgenden Spiegelstriche technische und/oder organisatorische Maßnahmen, die die ausreichend schnelle Erkennbarkeit ermöglichen.

2.1.5 Abtrag

Abtrag ist der Materialverlust bei Betriebstemperatur durch Flächenkorrosion. Lokale Korrosionserscheinungen sind gesondert zu bewerten.

Der Abtrag ist im Rahmen der wiederkehrenden Prüfung reell zu bestimmen. Wenn dieses nicht möglich ist (z. B. weil eine Zerstörung der Innenbeschichtung notwendig wäre), sind Werte aus Werkstofftabellen, aus Laboruntersuchungen oder aus nachgewiesener Betriebserfahrung (z. B. durch Messungen ermittelte Abtragsraten an baugleichen Tanks mit vergleichbarer Medienbeaufschlagung) heranzuziehen.

Abtrag im Sinne dieser TRwS ist der Materialverlust der Konstruktionswerkstoffe, aus denen ein Tankboden hergestellt wurde, durch Flächenkorrosion. Flächenkorrosion bedeutet, dass der Abtrag gleichmäßig, d. h. ohne örtliche Abweichungen, voranschreitet. Flächenkorrosion ist mit dem Auge schwer festzustellen, da Referenzpunkte wie Vertiefungen zur Beurteilung fehlen. Eventuell zeigt das Schweißgut der Schweißnähte Veränderungen, die eine Flächenkorrosion anzeigen. Sichere Auskunft über die Restwanddicke gibt allerdings nur die Wanddickenmessung.

Der Korrosionsmechanismus hängt im Wesentlichen vom Tankbodenwerkstoff und vom Lagergut ab (Korrosionssystem). Praktisch bedeutsamer als die genannte Flächenkorrosion ist die Muldenkorrosion. Sie wird insbesondere durch Ausscheidungen und Ablagerungen gefördert, die sich auf den Wänden bzw. dem Boden bilden (Wasser, Feststoffe aus Verunreinigungen oder Kristallisation, Korrosionsprodukte).

Die Korrosion zeigt im Allgemeinen im Gasraum eines Tanks andere Erscheinungen und Schädigungsgeschwindigkeiten als im Spiegel- oder im Flüssigkeitsbereich; Beispiel gesättigte NaCl-Lösung: ferritische Stähle sind im Flüssigkeitsbereich beständig (sofern die Lösung sauerstofffrei bzw. -arm ist), im Spiegelbereich (wechselnde Beaufschlagung mit Luft und Flüssigkeit) unbeständig und im Gasraum mäßig beständig.

Zum Abtrag zählt auch die Korrosion von außen bzw. die des Tankbodens von der Unterseite. Schädigungsmechanismen wie Lochfraß oder Spannungsrisskorrosion führen nicht zu einem Abtrag, obwohl sie die Konstruktionswerkstoffe so schwer schädigen können, dass die Möglichkeit ihres Auftretens die Verwendung eines solchermaßen gefährdeten Werkstoffs ausschließt. Spannungsrisskorrosion tritt plötzlich ohne Warnzeichen auf. Lochfraß kann, wenn er einmal ausgelöst ist, sehr schnell voranschreiten.

Abtrag führt über kurz oder lang zu Undichtheiten des Tanks oder zum Verlust der Standsicherheit. Da dünnwandige Schalen wie die Mäntel von Flachbodentanks empfindlich gegen Unterdrücke sind, wird es bei fortgeschrittener Flächenkorrosion zunächst zum Stabilitätsversagen, d. h. Einbeulen des Mantels, kommen. Muldenkorrosion führt zu einer zunächst geringen örtlichen Undichtheit des Bodens oder des Mantels, die gemäß AwSV schnell erkannt werden muss. Im Bereich des Tankmantels geschieht dies durch regelmäßige aufmerksame Inaugenscheinnahme, beim Tankboden hängen die Maßnahmen von der Aufstellung des Tanks ab und sind in dieser TRwS beschrieben. Es ist üblich, zur Verlängerung der Gebrauchsdauer einen Abnutzungszuschlag vorzusehen, d. h. die Bleche dicker zu machen als es statisch oder konstruktiv nötig ist.

Verfolgt man den Abtrag durch Wanddickenmessungen zu verschiedenen Zeitpunkten, kann man die Abtragsrate ermitteln und abschätzen, wann die Wanddicken ihr Grenzmaß erreichen. 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. Der Abtrag darf innerhalb der Prüfintervalle zu keiner unzulässigen Schwächung des Tankbodens führen. Nicht zeitabhängige Schädigungsme-

chanismen (also Schädigungsmechanismen, die sich nicht zeitlich vorhersagen lassen), wie zum Beispiel Lochfraß, Spannungsrisskorrosion oder interkristalline Korrosion, müssen nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik bzw. nach Betriebserfahrung ausgeschlossen sein.

Bei Flachbodentanks, 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 für alle weiteren Betrachtungen, in dem alle Materialtoleranzen und Abweichungen von der Planung enthalten sind.

Liegen solche Erstmessungen nicht vor, ist auch die Bestimmung der Abtragsrate gegen die Soll-Wanddicken ausreichend zuverlässig möglich. Die Fertigungstoleranzen von Blechen sind recht gering und beeinflussen die ermittelte Abtragsrate mit zunehmenden Alter des Tanks immer weniger, da der immer größer werdende Abtrag bei gleichbleibender Blechtoleranz das Ergebnis mehr und mehr bestimmt. Die Plus-Toleranzen ergeben ein Ergebnis auf der sicheren Seite, da der tatsächliche Abtrag um diese Toleranz höher ist als errechnet. Minus-Toleranzen täuschen eine zu geringe Abtragsrate vor. Zwingende Voraussetzung für ein belastbares Ergebnis ist, dass keine Bleche mit andere Wanddicken eingebaut wurden als dokumentiert.

Die Forderung, dass der Abtrag „reell zu bestimmen“ sei, heißt, dass Wanddickenmessungen an repräsentativen Stellen des jeweiligen Tanks (objektgebundene Prüfung) durchgeführt und ausgewertet werden müssen. Wenn die zu prüfenden Wandungen besichtigt werden können, werden die Messpunkte entsprechend dem Ergebnis der Besichtigung, d. h. bevorzugt an augenscheinlich auffälligen Stellen ausgewählt. Sowohl die Planung und Durchführung der Messung als auch ihre Auswertung gehört in die Hand von Fachleuten.

Die Unterstützung von Messungen durch Besichtigung ist beim Tankboden von der Unterseite her nicht möglich. Es besteht bei örtlichen Korrosionserscheinungen, wie Muldenkorrosion, eine verhältnismäßig große Wahrscheinlichkeit, dass ein Teil der geschwächten Stellen nicht erkannt wird. Der Tankboden muss daher möglichst flächendeckend vermessen werden. Dies geschieht mit speziell dafür entwickelten Prüfgeräten, die nach dem Magnetstreiffluss-, dem Ultraschall- oder dem Wirbelstromverfahren arbeiten. Die Messungen werden durch dafür ausgerüstete und ausgebildete Dienstleister angeboten. Diese Verfahren ergeben aber keine bzw. keine zuverlässige Aussage in unmittelbarer Nähe zur Bodenecke, im Bereich von aufgeschweißten Flickern und je nach Ausführung des Tankbodens im Bereich von Schweißnähten. Aus dem Gesamtergebnis können jedoch Rückschlüsse auf den Zustand dieser „blinden“ Stellen gezogen werden. Im Regelfall werden an Stellen, die bei der flächendeckenden Messung auffällig geworden sind, und in den nicht erfassten Bereichen stichprobenartig Handmessungen mit einem Ultraschall-Senkrecht-Prüfkopf gemacht; damit erhält man eine zuverlässige Aussage über die Restwanddicke.

Manche Tanks sind mit einer Innenbeschichtung ausgerüstet. Dies geschieht

- a) zum Schutz der Tankwandungen, wenn deren Werkstoff nicht oder nur bedingt beständig gegen das Lagergut ist oder die Gebrauchsdauer verlängert bzw. der Korrosionszuschlag verringert werden soll;
- b) zum Schutz des Lagerguts vor unerwünschten Veränderungen durch den Einfluss der Tankwerkstoffe, zum Beispiel Verfärbungen.

Zu a):

Es gibt viele Stoffe, gegen die sowohl ferritische als auch austenitische Stähle nicht oder nicht ausreichend korrosionsbeständig sind. Gemäß DIN 6601 wird die Beständigkeit von Werkstoffen über eine in Versuchen ermittelte Abtragsrate klassifiziert:

- I geeignet Abtrag durch Flächenkorrosion $\leq 0,1$ mm/a sowie keine Neigung zu lokalen Schädigungsmechanismen wie Lochfraß oder Spannungsrisskorrosion,

■ bedingt geeignet	Abtrag durch Flächenkorrosion $> 0,1 \text{ mm/a}$ und $\leq 0,5 \text{ mm/a}$ sowie keine Neigung zu lokalen Schädigungsmechanismen wie Lochfraß oder Spannungsrisskorrosion; es sind angemessene Abnutzungszuschläge vorzusehen,
■ nicht geeignet	Abtrag durch Flächenkorrosion $> 0,5 \text{ mm/a}$; nur in Ausnahmefällen mit hohen Abnutzungszuschlägen, angemessener messtechnischer Überwachung und begrenzter Gebrauchsdauer einsetzbar,
■ nicht geeignet	Neigung zu lokalen Schädigungsmechanismen wie Lochfraß oder Spannungsrisskorrosion; nicht verwendbar.

Andere Korrosionsmechanismen, wie zum Beispiel Korrosion unter Ablagerungen, Spaltkorrosion, Muldenkorrosion, sind bei der Auswahl der Werkstoffe und bei den wiederkehrenden Prüfungen bezüglich Prüfmethode und Prüfzeiten zu berücksichtigen.

Sofern metallische Werkstoffe als ungeeignet eingestuft werden müssen, können Kunststoffe als Tankwerkstoff gewählt werden, von denen jedoch aufgrund seiner recht hohen Festigkeit nur GfK größere Tankdurchmesser und -höhen, d. h. Lagervolumina, gestattet. Eine andere geeignete Maßnahme ist die Verwendung von Beschichtungen, die den eigentlich ungeeigneten Konstruktionswerkstoff vor dem Angriff des Lagerguts schützen. Das angreifende Lagermedium und der nicht beständige Tankwerkstoff werden durch die Beschichtung voneinander getrennt. Die Auskleidung stellt dabei die Beständigkeit sicher, der Stahl die mechanische Tragfähigkeit. Der Nachweis der Beständigkeit von Beschichtungen wird am einfachsten durch die Verwendung von Beschichtungen mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung erbracht, unabhängig vom gesetzlichen Erfordernis einer solchen Zulassung.

Es sind folgende Beschichtungsarten gebräuchlich:

- Hartgummierung,
- Weichgummierung,
- 2-Komponenten-Beschichtungen auf Epoxidharzbasis, mit und ohne Verstärkung durch Glasmatten,
- Anstriche,
- Auskleidungen aus austenitischem Edelstahl; diese werden meistens nachträglich eingebaut, da es bei Neubauten im Allgemeinen zweckmäßiger und wirtschaftlicher ist, gleich den ganzen Tank aus austenitischen Stählen zu bauen.

Bekanntere Beispiele für Stoffe, die in Tanks aus beschichteten metallischen Werkstoffen gelagert werden, ist die als Grundchemikalie für viele Prozesse verwendete konzentrierte Salzsäure oder auch verdünnte Schwefelsäure. Die hierfür geeigneten metallischen Elemente (z. B. Platinmetalle) sind sehr selten und damit äußerst teuer sowie teilweise nur schwer zu verarbeiten. Sie kommen damit für den Bau eines Flachbodentanks nicht in Frage.

Zu b):

Es gibt Stoffe, gegen die ein Tankwerkstoff beständig ist, die aber mit dem Werkstoff von Tanks unerwünschte Verbindungen eingehen oder sonst wie reagieren können (z. B. Verfärbungen des Produkts, Zersetzung oder Schutz aus hygienischen Gründen). Auch in solchen Fällen werden die Tankböden und -wandungen beschichtet. Hier hat die Beschichtung jedoch lediglich die Aufgabe, den Tankinhalt zu schützen, also keine Sicherheitsfunktion. Aus Sicht der AwSV kann eine solche Beschichtung als nicht vorhanden gewertet werden.

Einige Innenbeschichtungen sind empfindlich gegen Dehnungen (spröde Beschichtungen, z. B. Hartgummi). Die Tanks dürfen dann nicht mit der zulässigen Festigkeit des Werkstoffs berechnet werden, sondern nach der zulässigen Dehnung der Auskleidung. Darauf ist auch bei der nachträglichen Beschichtung von Tanks Rücksicht zu nehmen, etwa durch Auswahl einer ausreichend dehnfähigen Beschichtung.

Innenbeschichtungen haben auch den Nachteil, dass sie Wanddickenmessungen je nach Beschichtungsart und -dicke erschweren bis unmöglich machen können. Am Tankmantel (der jedoch nicht Gegenstand dieser TRwS ist) können ohne größere Probleme Messungen von außen gemacht werden. Bei vollflächig auf einem Fundament aufliegenden Tankböden scheidet diese Möglichkeit aus. Eine zur Messung erforderliche örtliche oder vollständige Zerstörung der Beschichtung ist wirtschaftlich indiskutabel und technisch fragwürdig. Zur Beurteilung des Korrosionsverhaltens des Tankbodens verbleiben dann nur Werkstofftabellen oder Laboruntersuchungen. Vorrang hat jedoch, wenn irgendwie möglich, die Ermittlung der vorhandenen Blechdicken durch Messung. Die Forderung nach dem Rückgriff auf Literaturwerte kommt nur dann zum Tragen, wenn eine Dickenmessung des Bodens wegen einer Beschichtung nicht möglich ist. Das Ermitteln von Abtragsraten aus der Literatur kann sich dann auf das Korrosionsverhalten des Bodenwerkstoffs von unten beschränken, da die chemische Beständigkeit des Tankwerkstoffs gegen das Lagergut durch die Innenbeschichtung sichergestellt wird. Maßgebender Korrosionsmechanismus ist die Spaltkorrosion durch Wasser. Die gängigen Tabellenwerke wie DIN 6601 geben zu dieser Fragestellung keine Auskunft; man wird auf entsprechende spezielle Literatur zurückgreifen müssen. In einem solchen Falle kann der Einbau eines kathodischen Korrosionsschutzes für den Tankboden geprüft werden.

Einen ersten Hinweis über den Zustand des Tankbodens am gefährdeten Rand gibt die Besichtigung des Bodenüberstands. Wenn dieser korrodiert ist, muss man damit rechnen, dass die Korrosion auch Bereiche im flüssigkeitsbeaufschlagten Bereich des Tankbodens erreicht hat. Andererseits ist ein intakter Bodenüberstand ein Indiz, aber keine Garantie für einen unbeeinträchtigten Tankboden.

2.1.6 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 in Verantwortung des Betreibers sind von Fachpersonal durchzuführen. Bei bestehender Prüfpflicht nach § 46 Absatz 2 bzw. Absatz 3 AwSV sind Prüfungen von Sachverständigen (siehe 2.1.11) 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 obige 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, gefolgt von der Bewertung dabei festgestellter Abweichungen. Sofern erforderlich, sind Korrekturmaßnahmen festzulegen. Letzteres ist jedoch nicht mehr Teil der Prüfung, sondern eine Instandsetzung. Sofern eine Prüfung durchgeführt wird, ob erforderliche Korrekturmaßnahmen erfolgreich und regelwerkskonform durchgeführt worden sind, handelt es sich um eine erneute Prüfung (Prüfung nach Mangelbeseitigung, eventuell Prüfung nach wesentlicher Änderung).

Im Sinne der Definition sind auch Prüfungen Dritter und Prüfungen nach anderen Rechtsvorschriften erfasst. Prüfgegenstand muss nicht eine gesamte Anlage sein, sondern er kann auch nur ein oder mehrere Anlagenteile umfassen (Teilprüfung).

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 einschließlich der Dokumentation über durchgeführte wesentliche Änderungen.

Flachbodentanks, in denen wassergefährdende Stoffe gelagert werden, sind im Regelfall Arbeitsmittel oder, sofern entzündbare Flüssigkeiten gelagert werden, Teil von überwachungsbedürftigen Anlagen gemäß BetrSichV, die durch eine zugelassene Überwachungsstelle (ZÜS) oder durch zur Prüfung befähigte Personen gemäß § 2 Absatz 6 BetrSichV in Verbindung mit TRBS 1203 geprüft werden. Bei Flachbodentanks, 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. Es wird daran erinnert, dass der Besorgnisgrundsatz und die daraus folgenden materiellen Anforderungen an eine Anlage bzw. an Anlagenteile auch für solche Anlagen gelten, die nicht der Prüfpflicht durch den Sachverständigen nach AwSV unterliegen.

2.1.7 Nullprüfung

Die **Nullprüfung** dient der Aufnahme und Dokumentation des Istzustands bei bestehenden Anlagen als Grundlage zur Festlegung der Prüfintervalle der inneren Prüfung und Wanddickenmessung für den Weiterbetrieb bestehender Flachbodentanks.

Bei der Aufnahme des Istzustands können entsprechende Prüfergebnisse aus der Vergangenheit herangezogen werden, wenn hierbei auch die Gefährdung durch Außenkorrosion berücksichtigt ist. Der Prüfumfang richtet sich nach der Eingruppierung des Tanks.

Unter „Nullprüfung“ wird eine erstmalige systematische Ermittlung und Dokumentation des Zustands eines Prüfgegenstands – hier des Bodens eines Flachbodentanks – verstanden. Sie kann zu jedem beliebigen Zeitpunkt in der Lebenszeit eines Tanks durchgeführt werden. Sie bildet, wenn sie nicht schon bei einem neu errichteten Tank durchgeführt wird, die Summe der Auswirkungen der bis dahin erfolgten Betriebseinflüsse ab, insbesondere die dem Auge verborgene Schwächung des Tankbodens durch Korrosion von der Unterseite.

Ergebnis der Nullprüfung ist die Beschreibung des Zustands des Tankbodens zum Zeitpunkt der Prüfung. Dieses Ergebnis muss unter Zugrundelegung des Regelwerks, im Allgemeinen DIN 4119, und der vorhandenen Dokumentation, insbesondere der Unterlagen die Errichtung betreffend, bewertet werden. Bereits aus der Nullprüfung kann sich die Notwendigkeit von weiteren Prüfungen oder Ausbesserungen ergeben. Im Regelfall dient das Ergebnis der Nullprüfung jedoch der Planung von wiederkehrenden Prüfungen, sowohl hinsichtlich der Fristen als auch des Prüfumfanges und der Prüfmethoden.

Die Ergebnisse dieser Nullprüfung sind auch die Basis für die Verfolgung der Veränderungen des Tankbodens, insbesondere für die Bestimmung von Abtragsraten, und erlauben es bei richtiger Durchführung, Veränderungen in gewissem Maße vorherzusagen und bei einem sich ankündigenden unzulässigen Zustand (prognostiziertes Erreichen eines Grenzmaßes) rechtzeitig korrigierend einzuschreiten mit dem Ziel, das Erreichen eines Grenzmaßes zu verlangsamen oder eine Instandsetzung einzuleiten. Voraussetzung ist, dass die wiederkehrenden Prüfungen nach der gleichen Systematik, d. h. nach den gleichen Prüfverfahren und an den gleichen Stellen wie die Nullmessung, durchgeführt werden. Daher ist eine Einmessung von Messpunkten und Schadstellen erforderlich derart, dass diese Stellen bei Folgeprüfungen wiedergefunden werden können. Besonderheiten im Tankinneren, wie Korrosionsmulden, Befunde an Schweißnähten u. Ä. werden zweckmäßigerweise fotografisch dokumentiert, wobei zu einer Ermittlung des Maßstabs ein Maßband oder Ähnliches mit abgebildet werden muss. Nur so ist eine quantitative Auswertung der Aufnahmen möglich.

Den Begriff „Nullprüfung“ gibt es seit der ersten Fassung der TRwS 788. Er meint eine Prüfung, deren Ergebnisse der Ausgangszustand für alle folgenden Bewertungen und Maßnahmen sind. Aus dieser Bezeichnung darf nicht geschlossen werden, dass diese Prüfung nur bei neu errichteten Tanks durchgeführt werden muss oder sinnvoll ist. Der stattdessen diskutierte Begriff „Erstprüfung“ ist irreführend. Die Nullprüfung ist eine umfangreiche, systematische Feststellung des Zustands eines Tankbodens zum

Zeitpunkt ihrer Durchführung. Es können durchaus schon vorher Prüfungen durchgeführt worden sein, die jedoch den Umfang einer Nullprüfung nicht erreicht haben. Dies kann zum Beispiel der Fall sein, wenn Wanddickenmessungen nicht oder an zu wenigen Messpunkten durchgeführt wurden.

Für neu errichtete Anlagen ist es aufgrund der vorschriftenkonformen Ausführung und des dokumentierten Istzustands nicht in jedem Fall erforderlich, eine Nullprüfung durchzuführen. Diese gilt als Basis für wiederkehrende Prüfungen, die aber nicht generell vorgesehen sind, sondern von der Bauweise und der Aufstellung eines Flachbodentanks abhängen. Wenn mit nachteiligen Einwirkungen auf den Tankboden gerechnet werden muss, ist es ratsam, auch bei neu errichteten Tanks eine Nullmessung durchzuführen, um eventuelle Planabweichungen und Toleranzen zu ermitteln. Dies ist insbesondere bei Tanks mit voll aufliegenden Böden aus ferritischen Stählen empfehlenswert.

Die Nullprüfung beschreibt den Istzustand zum Zeitpunkt der Prüfung. Prüfergebnisse aus der Vergangenheit sind dafür nur dann brauchbar, wenn die Betriebsweise eines Tanks einschließlich der Wechsel des Lagerguts lückenlos dokumentiert ist. Falls die vergangene Prüfung ausreichenden Umfang und Prüftiefe aufwies und sich am Betrieb des Tanks nichts geändert hat, kann sie als Nullprüfung die Grundlage für wiederkehrende Prüfungen sein. Eine nachvollziehbare und auswertbare Dokumentation solcher in der Vergangenheit durchgeführten Prüfungen ist dabei Voraussetzung.

2.1.8 Wiederkehrende innere Prüfung

Die **wiederkehrende innere Prüfung** ist eine Inaugenscheinnahme auf ordnungsgemäßen inneren Zustand. Dazu zählt die Zustandsprüfung einer eventuell vorhandenen Beschichtung. Die Inaugenscheinnahme durch persönliches Befahren kann durch andere Maßnahmen ersetzt werden, wenn diese Maßnahmen gleichwertig sind (z. B. geeigneter Roboter-/Kameraeinsatz).

Eine Inaugenscheinnahme auf ordnungsgemäßen inneren Zustand erfordert eine unmittelbare Besichtigung der produktberührten Flächen eines Tanks, insbesondere des Bodens, mit im Regelfall unbewaffnetem Auge. Die Besichtigung kann durch vorher geplante oder aufgrund der Sichtprüfung angeordnete weitere Prüfungen und Messungen unterstützt werden. Eine solche Sichtprüfung durch ein geübtes Auge, eventuell mit zielgerichteter technischer Unterstützung, ist nur mit mehr oder weniger großen Abstrichen zu ersetzen. Die innere Prüfung ist jedoch aufwendig und je nach Tankinhalt (Reinigungs- und Entsorgungskosten) kostspielig, da der Tank

- außer Betrieb genommen und entleert werden muss,
- für eine gewisse Zeit nicht genutzt werden kann,
- befahrbar gemacht werden muss,
- prüffähig hergerichtet werden muss, d. h. Entfernen und Entsorgen von Ablagerungen an den Wänden und auf dem Boden,
- eventuell zur Befundung von zylindrischem Mantel und Dach eingerüstet werden muss; bisweilen werden solche Tanks beim Befüllen oder Ablassen des zur Dichtheitsprüfung verwendeten Wassers auch mit Schlauchbooten befahren, was aus Arbeitsschutzgründen recht aufwendig ist, aber eine sorgfältige und vollständige Prüfung der Tankwandungen und des Dachs erlaubt.

Die innere Besichtigung kann jedoch nicht die Korrosion des Tankbodens von unten feststellen. Hierzu ist eine Besichtigung des Bodenüberstands hilfreich, die eine erste Einschätzung einer möglichen Schädigung im Randbereich zulässt. Eine sichere Beurteilung ist allerdings nur durch Messungen möglich.

Zum Zwecke der Prüfung befährt der Prüfer einen Tank im Regelfall. Die TRwS 788 gestattet aber auch gleichwertige Maßnahmen. Da die wiederkehrende Prüfung im Sinne der TRwS 788 als „Inaugenscheinnahme“ definiert ist, kommen zunächst als gleichwertige Maßnahmen nur solche in Frage, die eine Besichtigung durch geeignete Hilfsmittel (mittelbare Inaugenscheinnahme) ermöglichen. Es

sind dies Befahrungen mit hochwertigen Kamerasystemen. Es gibt hochauflösende Optiken mit großer Beweglichkeit und eigener Lichtquelle bzw. elektronischer Lichtverstärkung, die auch auf größere Entfernungen eine hervorragende Bildqualität liefern, ohne große Anforderungen an die Zugänglichkeit zu stellen. Jedoch ist die Darstellung auf einem Bildschirm nicht immer eindeutig genug für eine sichere Bewertung. Manchmal muss ein Tank wegen unklarer Befunde bei einer Untersuchung mit einer Kamera doch noch zusätzlich vom Prüfer persönlich befahren werden. So ist auf einem Bildschirm wegen der zweidimensionalen Darstellung eines dreidimensionalen Reliefs nicht immer klar, ob ein Schatten durch eine Korrosionsmulde oder eine Ablagerung hervorgerufen wird. Der Einsatz von Kamerasystemen entbindet jedoch nicht von der Notwendigkeit, einen Tank außer Betrieb zu nehmen und prüffähig herzurichten, d. h. zu reinigen. Im Falle von entzündbaren Stoffen ist eine Inertisierung oder ein Gasfreimachen des Tanks erforderlich, wenn man keine explosionsgeschützten Kamerasysteme zur Verfügung hat. Ein Tank muss auch für die Kamerabefahrung geöffnet werden, sodass eine Vereinfachung bei der Vorbereitung und Durchführung der Prüfung eher nicht zum Tragen kommt. Es gibt auch mit Kameras ausgerüstete Drohnen, mit denen ein Tank befliegen werden kann, und Kameras mit Klettereinrichtungen, die an der Tankwandung empor klettern können. Die Auswahl der Prüfmethode sollte mit dem Prüfer abgestimmt werden.

Sofern ein Tank beschichtet ist, sind nur größere Fehlstellen wie Ablösungen (z. B. Blasenbildung, größere Risse, Veränderungen der Oberfläche) mit dem Auge einigermaßen sicher feststellbar. Kleine Poren und Mikrorisse sind durch eine Sichtprüfung nicht erkennbar. Im Falle von nicht ableitfähigen Beschichtungen sollte immer eine Hochspannungsprüfung gemäß DIN EN 14879-4:2008 Unterabschnitt 9.4.6 durchgeführt werden. Aus diesem Grund sollten nicht ableitfähige Beschichtungen bevorzugt werden und ableitfähige Beschichtungen nur dort verwendet werden, wo es aus Sicherheitsgründen unabdingbar ist, etwa bei der Lagerung von entzündbaren Flüssigkeiten. Bei allen Tätigkeiten im Tank, insbesondere beim Auf- und Abbau von Gerüsten, muss sorgfältig darauf geachtet werden, dass die Beschichtung nicht beschädigt wird.

2.1.9 Wanddickenmessung

Wanddickenmessung im Sinne dieser TRwS bedeutet eine flächendeckende Wanddickenmessung der zu prüfenden Bereiche.

Flächendeckend bedeutet, dass eine Zustandsbeurteilung der gesamten zu beurteilenden Fläche durch den Sachverständigen erfolgt.

Durch die Auswahl der Messverfahren, der Messstellen und die Zahl und Lage der Messpunkte oder -flächen muss eine Bewertung des gesamten Tankbodens oder des zu beurteilenden Tankbodenabschnitts möglich sein.

Gegenstand der TRwS 788 ist im Wesentlichen die schnelle und sichere Erkennung von Undichtheiten des Tankbodens. Daher beschränkt sich diese TRwS auf Bauarten und Prüfungen von Tankböden. Eine der Prüfungen ist die Bestimmung der Dicke der Bodenbleche durch Messung. Folglich ist in dieser TRwS mit „Wanddickenmessung“ die Messung der Blechdicken des Tankbodens gemeint. Der gewohnte Begriff „Wanddickenmessung“ wurde beibehalten, obwohl darunter oftmals nur die Messung des Tankmantels verstanden wird.

Trotz der Bitumenschicht zwischen Fundament und dem Tankboden, bei Doppelböden dem unteren Tankboden, ist die Korrosion der Unterseite des Tankbodens ein großes Problem für Flachbodentanks aus ferritischen Werkstoffen. Diese Korrosion stellt sich als besonders wirksame Spaltkorrosion dar und äußert sich in zufällig verteilten mehr oder weniger großen Korrosionsmulden, die am Tankrand in eine mehr oder weniger gleichmäßige Korrosion übergehen kann. Die zu erwartenden Schäden haben örtlichen Charakter. Insbesondere bestehende Tanks, die nicht von vorneherein mit Regenschürzen ausgerüstet waren, können betroffen sein.

Dementsprechend ist eine flächendeckende Wanddickenmessung des Tankbodens gefordert. Dies geschieht mit speziell dafür entwickelten Prüfgeräten, die nach dem Magnetstreiffluss-, dem Ultraschall- oder dem Wirbelstromverfahren arbeiten. Es bleiben jedoch aus unterschiedlichen Gründen bei jedem Messverfahren „blinde Flecken“. Ursachen können sein

- die Baumaße der Prüfgerätschaften, die im Bereich der Bodenecke eine vollständige Annäherung an die Tankwand nicht gestatten,
- Schweißnähte aufgrund ihrer Ausführung (Stumpfnähte auf Badsicherung oder Überlappnähte, Schuppung, Decklagenüberhöhung u. Ä.),
- aufgesetzte Flicker, Einbauten wie zum Beispiel Heizrohre.

„Flächendeckend“ ist damit dahingehend zu verstehen, dass es das Gesamtergebnis erlauben muss, mit ausreichender Sicherheit Rückschlüsse auf den Zustand dieser „blinden“ Stellen zu ziehen. Am Tankrand und an Tiefpunkten, zum Beispiel Entwässerungen, ist wegen der dort erhöhten Korrosionsgefährdung ein Rückschluss aus den Messwerten, die in der Tankmitte ermittelt wurden, gegebenenfalls fehlerträchtig. Daher kann bei Bedarf hier als Ergänzung eine Ultraschall-Punktmessung in ausreichend dichtem Abstand der Messpunkte durchgeführt werden.

Die klassische Ultraschall-Wanddickenmessung mit einem Senkrecht-Prüfkopf ist eine Punktmessung. Bei solchen örtlichen Messungen ist entweder ein sehr dichtes Messraster erforderlich, welches eine statistisch abgesicherte Aussage erlaubt, oder es besteht die Gefahr, Schadstellen außerhalb des Rasters nicht zu erkennen. Bei kleineren Tankdurchmessern, bei denen eine Gewässergefährdung aufgrund ihrer Aufstellung nicht zu befürchten ist und deren Bodenüberstände keine Anzeichen schwerwiegender Korrosion zeigen, kann jedoch ein ausreichend dichtes Messraster bei einer der Problemstellung angepassten Verteilung der Messpunkte (viele Punkte außen, innen weniger) eine statistisch ausreichend abgesicherte Aussage ergeben.

Eine Wanddickenmessung kann bei beschichteten Tanks je nach Art und Dicke der Beschichtung nur eingeschränkt bis überhaupt nicht möglich sein. Hierzu wäre in den meisten Fällen die (unverhältnismäßige und technisch nachteilige) Entfernung der Beschichtung erforderlich.

2.1.10 Schallemissionsprüfung

Eine **Schallemissionsprüfung** ist die Ermittlung und Beurteilung von Korrosionsaktivitäten am Tankboden und eine Leckageprüfung mittels Auswertung von Schallemissionen eventuell austretender Leckagen (siehe DIN EN 13554:2011).

Die Schallemissionsprüfung beruht darauf, dass Veränderungen im Gefüge eines Werkstoffs, zum Beispiel Rissbildung, Rissfortschritt, Phasenumwandlung, Korrosionsprozesse u. a., mit einer Energiefreisetzung verbunden sind. Die freigesetzte Energie breitet sich in Form von Schallwellen im Werkstoff aus und kann durch eine geeignete Messtechnik nach Ort, Höhe und Häufigkeit der Energiefreisetzung ausgewertet werden.

Die Schallemissionsaktivität ist ein Maß für die Zahl der Bruch- und Ablösungsvorgänge und somit ein Maß für die Stärke des Korrosionsangriffs. Es wird aktive Korrosion gemessen, d. h. Korrosionsschäden, die während der Messung zu einer Energiefreisetzung = Schallaussendung angeregt werden. In Abhängigkeit von der Stärke, Häufigkeit und Konzentration der Schallemissionssignale werden die Tanks in verschiedene Schadensklassen eingestuft, die derzeit nicht vereinheitlicht sind.

Das Verfahren ist empfindlich gegen Störungen von außen, zum Beispiel Maschinengeräusche, Strömungsgeräusche aus benachbarten Leitungen und auch Windwirkung auf den Tank. Dies und die Datenmenge verlangen eine aufwendige Auswertung. Zudem können statische Defekte nicht festgestellt werden; es wird nur aktive Korrosion erfasst. Der Zustand des Bodens muss daher vor oder unmittelbar nach einer ersten Schallemissionsmessung bekannt sein.

Die Schallemissionsprüfung von Tankböden ist eine recht neue Methode, mit der nicht jeder Sachverständige nach AwSV vertraut sein dürfte. Aber nur dieser ist berechtigt, einen Tank als Teil einer prüfpflichtigen AwSV-Anlage zu prüfen, sei es durch eigene Auswertung der Messung, sei es dadurch, dass er sich den Prüfbericht des Dienstleiters mehr oder weniger vollständig und mit mehr oder weniger Erklärungsbedarf betreffend Methode, Auswertalgorithmus und Kriterien der Befundbewertung zu eigen macht. Auf jeden Fall ist es ratsam, bei geplanter Anwendung der Schallemissionsprüfung Einvernehmen mit dem Sachverständigen nach AwSV herzustellen. Insbesondere ist vorher abzuklären, ob der Sachverständige die Schallemissionsprüfung als Ersatz für eine eventuell vorgeschriebene wiederkehrende innere Prüfung akzeptiert. Ein Ersatz für die Wanddickenmessung gemäß 2.1.9 kann die Schallemissionsprüfung nicht sein.

2.1.11 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, BauO) 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.

2.2 Abkürzungen

Abkürzung	Erläuterung
API	engl. <i>American Petroleum Institute</i>
AwSV	Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen
aBG	allgemeine Bauartgenehmigung
abZ	allgemeine bauaufsichtliche Zulassung
BetrSichV	Betriebssicherheitsverordnung
BImSchG	Bundes-Immisionsschutzgesetz
CE-Kennzeichen	Symbol der Freiverkehrsfähigkeit in der Europäischen Union
DIBt	Deutsches Institut für Bautechnik
DIN	Deutsches Institut für Normung e. V.
DWA (ehem. ATV-DVWK)	Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.
EEMUA	<i>Engineering Equipment and Materials Users Association</i>
EN	Europäische Norm

Kommentar zum DWA-A 788 (TRwS 788)

Abkürzung	Erläuterung
ETA	engl. <i>European Technical Assessment</i> ; Europäische Technische Bewertung
EU-BauPVO	EU-Bauproduktenverordnung
GefStoffV	Gefahrstoffverordnung
GfK	Glasfaserverstärkter Kunststoff
HBV-Anlagen	Anlagen zum Herstellen, Behandeln und Verwenden
IBC	engl. <i>Intermediate Bulk Container</i> ; Großpackmittel
IBQ	Innenbeschichtung mit Qualitätsfunktion
IBS	Innenbeschichtung mit Sicherheitsfunktion
JGS-Anlagen	Anlagen zum Lagern oder Abfüllen von Jauche, Gülle oder Silagersickersaft
LAU-Anlagen	Anlagen zum Lagern, Abfüllen und Umschlagen
MBO	Musterbauordnung
MT-Verfahren	Magnetpulverprüfung, magnetisches Streuflussverfahren
MVV TB	Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen
NPD	engl. <i>No Performance Determined</i> ; keine Leistung festgestellt
PS	maximal zulässiger Druck
PT-Verfahren	Farbeindringprüfung für nicht magnetische Werkstoffe
TA Luft	Technische Anleitung Luft
TRbF	Technische Regeln für brennbare Flüssigkeiten
TRGS	Technische Regeln für Gefahrstoffe
TRwS	Technische Regel wassergefährdender Stoffe
ÜZ	Übereinstimmungszertifikat
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
WU	wasserundurchlässig
ZÜS	zugelassene Überwachungsstelle

2.3 Symbole

Kurzzeichen	Einheit	Erläuterung
A	cm	Abstand zwischen Tank und Betonfundament
C .../...	-	Betonkennwert: Druckfestigkeitsklasse
D	m	Durchmesser
k_f	m/s	Durchlässigkeitsbeiwert
$a = \Delta s / \Delta t$	mm/a	Abtragsrate
L	a	Restlebensdauer
R	mm	Abtragsreserve
s_e	mm	ausgeführte Wanddicke
s_{min}	mm	Mindestwanddicke (konstruktiv vorgegeben oder statisch erforderlich)
s_{min}	mm	minimale gemessene Wanddicke
$s_{min,stat}$	mm	Erforderliche Mindestwanddicke
t	a	Zeit
Z	mm	Korrosionszuschlag
Z	mm	Wanddickenzuschlag

3 Formale Eignung von Anlagenteilen

Hinweise zur formalen Eignung von Anlagenteilen können Anhang A entnommen werden.

Anlagen zum Lagern, Abfüllen und Umschlagen von wassergefährdenden Stoffen (LAU-Anlagen) unterliegen einer behördlichen Vorkontrolle, Eignungsfeststellung genannt, bevor sie errichtet, betrieben oder wesentlich geändert werden dürfen. Die entsprechenden Vorschriften finden sich in § 63 WHG und § 41 AwSV.

Die Eignungsfeststellung ist unter Beifügung von Beschreibungen des Vorhabens, Nachweisen über die Eignung von Anlagenteilen und Bauarten sowie Gutachten zu beantragen. § 63 WHG normiert eine Eignungsfiktion, d. h. bei Übereinstimmung mit den dort genannten Vorschriften gilt ein Anlagenteil bzw. eine Bauart als geeignet, die Anforderungen des Gewässerschutzes zu erfüllen, ohne dass es weiterer Nachweise bedarf.

Anhang A versucht, die schwierigen Zusammenhänge zwischen europäischer Bauproduktenverordnung, deutschem Baurecht und dem Wasserrecht zu beschreiben.

4 Aufstellung von Flachbodentanks (Neuanlagen)

4.1 Allgemeines

4.1.1 Allgemeingültige Regelungen

- (1) Die in Tabelle 1 gezeigten Aufstellungsarten und in 4.2 genannten zugehörigen technischen und organisatorischen Maßnahmen von Flachbodentanks gewährleisten eine schnelle und zuverlässige Erkennbarkeit von Undichtheiten im Bereich des Tankbodens.
- (2) Wird eine andere Aufstellungsart gewählt, ist die schnelle und zuverlässige Erkennbarkeit im Einzelfall nachzuweisen.
- (3) Für alle Aufstellungsarten sind die folgenden Regelungen zu beachten.

Der vollflächig auf dem Untergrund aufliegende Boden eines Flachbodentanks bietet zwar statische Vorteile, erfüllt aber nicht die Grundsatzanforderung gemäß § 17 Absatz 1 Nr. 2 AwSV nach schneller und zuverlässiger Erkennung von Undichtheiten im Bereich des Tankbodens. Zur Erfüllung dieser Forderung sind angepasste Tankkonstruktionen und organisatorische Maßnahmen zur Überwachung der Tankböden erforderlich.

Die Abschnitte 4 und 5 dieser TRwS beschreiben Ausführungen von Böden für Flachbodentanks einschließlich der Gestaltung der Fundamente und der nötigen organisatorischen Maßnahmen wie Prüfung und Überwachung, die die schnelle und sichere Erkennbarkeit von Undichtheiten im Bereich des Tankbodens sicherstellen. Die beschriebenen Boden- und Fundamentausführungen brauchen immer auch eine Rückhalteeinrichtung, deren Bau und Bemessung aber nicht Gegenstand der vorliegenden TRwS ist (siehe hierzu TRwS 785 und 786).

Abschnitt 4 beschreibt beispielhaft einige konstruktive Ausführungen von Tankböden, die für Neubauten gewählt werden sollen. Nicht in dieser TRwS geregelt sind Einzelheiten der Herstellung, wie zum Beispiel Bemessung, Werkstoffe, Anforderungen an Schweißarbeiten u. Ä. sowohl den Boden als auch den gesamten Tank betreffend. Hierzu ist DIN 4119 in Verbindung mit der „Anpassungsrichtlinie Stahlbau mit Änderung und Ergänzung“ (Ausgabe Dezember 2001) als bauaufsichtlich eingeführte Regel anzuwenden. Ein Tank erfüllt die Anforderungen des Wasserrechts nur, wenn neben dieser TRwS auch DIN 4119 nachweislich eingehalten ist.

Diese TRwS trifft keine Aussage über die Art der Aufstellung und Anordnung der Tanks in einem Auffangraum. Je nach Konzeption der Anlage kann im Schadensfall der Flüssigkeitsstand im Auffangraum höher sein als die Höhe des Fundaments. Dies hat die folgenden nachteiligen Auswirkungen:

- Aufschwimmen des Tanks, dem durch eine ausreichende ständige Teilbefüllung und/oder eine Verankerung entgegengewirkt werden muss.
- Stabilitätsversagen des Tankbodens (Beulen nach innen unter dem hydrostatischen Druck der im Auffangraum stehenden Flüssigkeit); ebene Tragwerke wie ein flacher Tankboden sind sehr empfindlich gegen diese Schädigung, sie verformen sich je nach Tankdurchmesser schon bei wenigen mbar Überdruck. Verstärkungen durch aufgeschweißte Rippen sind aufwendig und zum Beispiel bei der Reinigung eines Tankbodens sehr hinderlich.
- Unter den Boden gelaufene Flüssigkeit, welcher Art auch immer, ist nur schwer wieder zu entfernen und kann mehr oder weniger schnelle Korrosion des Tankbodens von unten auslösen.

Es wird daher empfohlen, die Tankfundamente so hoch zu bauen, dass die Aufstellfläche des Tanks über dem höchstmöglichen Füllstand des Auffangraums liegt. Andernfalls ist im Rahmen der Betriebsanweisung gemäß § 44 Absatz 1 AwSV festzulegen, welche Maßnahmen und insbesondere welche Sonderprüfungen der Anlage und Anlagenteile (nicht nur des Tanks!) nach einem solchen Schadensfall durchzuführen sind.

Die TRwS der DWA sind keine gesetzlichen Vorschriften und nicht zwingend anzuwenden. Sie stellen jedoch als allgemein anerkannte Regeln der Technik im Sinne von § 15 Absatz 1 AwSV den Maßstab für ordnungsgemäßes Handeln dar. Andere Lösungen als die hier beschriebenen sind möglich, jedoch muss der Anlagenbetreiber dann im Rahmen der Eignungsfeststellung nachweisen, dass auch seine von den TRwS abweichende Lösung den Ansprüchen des Besorgnisgrundsatzes hinsichtlich des Gewässerschutzes genügt. Dieser Weg ist nur anzuraten, wenn einer Lösung nach TRwS unabweisliche technische oder betriebliche Hindernisse entgegenstehen.

Für die Lagerung entzündbarer Flüssigkeiten sind die Vorschriften der GefStoffV und der zugehörigen TRGS zusätzlich zu den Vorschriften und Regeln des Gewässerschutzes zu erfüllen. Insbesondere sind dies Abstandsvorschriften, die die Tanks untereinander und zur Nachbarschaft einhalten müssen.

4.1.2 Mindestwanddicke des Tankbodens

- (1) Die erforderliche Mindestwanddicke der Stahlblechtafeln des Tankbodens (bzw. bei der Aufstellungsart Nr. 4.2.2 des oberen Tankbodens) ist erforderlichenfalls um Korrosionszuschläge zu erhöhen, die in Abhängigkeit von der geplanten Lebensdauer und der Lagermedien den zu erwartenden Materialabbau infolge Korrosion berücksichtigen.
- (2) Für den Betrieb und die Überwachung nach den Regelungen dieser TRwS werden 3 mm Mindestwanddicke für Tankböden gefordert, sofern die statische Berechnung oder Korrosionszuschläge zu keinen höheren Werten führen.

Siehe hierzu auch den Kommentar zu 2.1.1

Auch wenn die TRwS 788 sich nur mit dem Tankboden beschäftigt, wurde der eingeführte Begriff „Wanddicke“ auch für die Blechdicke des Bodens belassen. Im Sinne einer Umschließung ist auch der Tankboden eine Wand, wenn auch eine spezielle Konstruktion und Funktion vorliegt.

DIN 4119 gibt für perlitisch-ferritische Stähle Mindest-Blechdicken vor. Für die Bodenmittenbleche betragen die Minstdicken bei Verbindung der Bleche durch Stumpfschweißung 5 mm, bei überlappender Schweißung 6,5 mm. Die Dicke der Bodenrandbleche hängt von der Blechdicke des untersten Mantelschusses ab. Auf jeden Fall darf das Randblech nicht dünner als 6,5 mm und nicht dünner als die Bodenmittenbleche ausgeführt werden. Für austenitische Stähle und Aluminium sind keine Mindestwanddicken vorgegeben; daraus folgt, dass für diese Werkstoffe immer ein rechnerischer Nachweis der ausreichenden Bemessung des Bodens erfolgen muss. Die Festlegung der Blechdicken erfolgt nach statischen und konstruktiven, insbesondere schweißtechnischen Erfordernissen. In Abhängigkeit vom Tankwerkstoff, der erwarteten Abtragsrate und der geplanten Gebrauchsdauer ist ein Korrosionszuschlag vorzusehen, d. h. die Bleche sind entsprechend dicker als das rechnerische Mindestmaß auszuführen:

$$s_e = s_{\min} + Z \quad \text{(K.1)}$$

mit

s_e ausgeführte Wanddicke

s_{\min} Mindestwanddicke (konstruktiv vorgegeben oder statisch erforderlich)

Z Korrosionszuschlag

Es können unterschiedliche Korrosionszuschläge für Boden, Mantel und Dach vorgesehen werden. Der Korrosionszuschlag geht nicht in die Standsicherheitsnachweise ein.

Ein Boden gilt als abgängig, wenn der Korrosionszuschlag großflächig aufgebraucht ist, d. h. der Boden nur noch die statisch erforderliche Mindestwanddicke hat. Wenn die Dicke der Bodenbleche nach konstruktiven Gesichtspunkten gewählt wurde, also nicht durch eine Berechnung nachgewiesen

wurde, gilt als Mindestwanddicke für die Bodenmittebleche der in dieser TRwS genannte Wert von 3 mm als Grenzmaß. Wegen der Belastung der Bodenrandbleche durch den Einfluss des Mantels kann dieser Wert jedoch aus statischen Gründen zu gering sein und muss in jedem Fall rechnerisch nachgewiesen werden.

Um beurteilen zu können, ob die Mindestwanddicken noch vorhanden sind, ist eine Wanddickenmessung erforderlich. Örtliche Unterschreitungen der Mindestwanddicke sind gesondert zu beurteilen bzw. auszubessern. Im Regelfall wird ein Tankboden zunächst flächendeckend mit einem schnellen, jedoch mit größeren Messtoleranzen behafteten Verfahren wie der Wirbelstrommessung geprüft. Auffällige Stellen werden dann örtlich mit einem Ultraschallprüfkopf mit einer geringen Messtoleranz nachgeprüft.

Das in dieser TRwS vorgegebene Mindestmaß von 3 mm wurde auf Basis des Eurocode gewählt. Im Ausland gebräuchliche Regelwerke, wie zum Beispiel API oder EEMUA, lassen (geringfügig) kleinere Mindestwanddicken für den Boden zu. Es ist jedoch fraglich, ob diese Regelwerke allgemein anerkannte technische Regeln im Sinne von § 15 AwSV darstellen. Zumindest sind solche Regelwerke nicht bauaufsichtlich eingeführt. Weiter ist zu berücksichtigen, dass jedes Regelwerk einem eigenen in sich geschlossenen Konzept folgt. Aus einem Regelwerk einen genehm scheinenden Punkt ohne Berücksichtigung des Ganzen herauszugreifen, ist ohne weitere vertiefende Betrachtungen sicherheitstechnisch bedenklich.

4.1.3 Schutz des Randbereichs gegen Außenkorrosion

Die Randbereiche des Tankbodens sind gegen das Eindringen von Feuchtigkeit zu schützen, um Außenkorrosion zu vermeiden (z. B. durch geeignete Werkstoffe, Beschichtungen, Schürzen).

Wie im Kommentar zu 2.1.1 ausgeführt, führt Feuchtigkeit, die zwischen die Bitumenschicht des Fundaments und die Unterseite des Tankbodens gerät, zu Spaltkorrosion. Das Ergebnis sind mehr oder weniger große, unregelmäßig verteilte Korrosionsmulden. Ursache dieser Feuchtigkeit können Regen- oder Reinigungswasser sein. Auch wenn hydraulische Über-/Unterdruckabsicherungen oder Abgaswäscher auf einem Tank montiert sind, kann daraus austretende Flüssigkeit, die dann am Tankmantel hinunterläuft, zu Schäden des Tankbodens führen. Daher ist das Eindringen von Flüssigkeiten unter den Tankboden durch geeignete Vorrichtungen, wie zum Beispiel Regenschürzen, zu verhindern.

Wenn die Oberkante des Fundaments niedriger liegt als der Füllstand des Auffangraums im Schadensfall, gerät ausgelaufenes Lagergut unter den Tankboden. Je nach Stoff wird dann der Tankboden mehr oder weniger schnell zerstört, da ein vollständiges Entfernen der eingedrungenen Stoffe nicht vollständig möglich ist, ohne den ganzen Tank von seinem Fundament abzuheben (was bei kleineren Tanks auch schon gemacht worden ist).

4.1.4 Prüfungen

(1) Flachbodentanks sind vor der Inbetriebnahme und wiederkehrend insbesondere auf ordnungsgemäße Umsetzung der Regelungen dieser TRwS zu prüfen. Bei Flachbodentanks, die als Teil einer LAU- oder HBV-Anlage der Prüfpflicht gemäß § 46 AwSV unterliegen, ist die Prüfung durch den Sachverständigen durchzuführen. Bei nach AwSV nicht durch den Sachverständigen prüfpflichtigen Flachbodentanks sind die Prüfungen durch den Betreiber durchzuführen oder durchführen zu lassen. Aufzeichnungen/Bescheinigungen über baubegleitend durchgeführte (Teil-)Prüfungen nach anderen Rechtsbereichen (z. B. Baurecht) oder über einzelne Prüfaufgaben (z. B. Wanddickenmessung nach 2.1.9) sind dem die Anlage prüfenden Sachverständigen vorzulegen.

Der Sachverständige kann sich entsprechende Aufzeichnungen/Bescheinigungen zu eigen machen, wobei ihm die Bewertung der Ergebnisse und der Grad der Berücksichtigung obliegen.

Dem Sachverständigen ist die Möglichkeit zu geben, an den Prüfaufgaben (z. B. Wanddickenmessung) teilzunehmen.

Prüfungen sind organisatorischer Teil der Errichtung und des Betriebs eines Flachbodentanks, siehe auch den Kommentar zu 2.1.6 bis 2.1.10.

Prüfungen werden nach dem Zeitpunkt ihrer Durchführung unterschieden. Dieser Zeitpunkt wird durch den Zweck der Prüfung bestimmt:

I Entwurfsprüfung

- Prüfung der Planungsunterlagen auf Übereinstimmung mit den anzuwendenden bautechnischen Regeln (ersetzt nicht eine eventuell erforderliche Eignungsfeststellung!),
- erfolgt durch einen Prüfstatiker;

I Bau- und Dichtheitsprüfung

- Prüfung, ob der Tank entsprechend den geprüften Planungsunterlagen und regelwerkskonform errichtet wurde, insbesondere bezüglich der Werkstoffe, Abmessungen und der Schweißarbeiten; abschließend erfolgt eine Dichtheitsprüfung mit Wasser mit einem Füllstand oberhalb des zulässigen Füllstands,
- wird meistens als Bauüberwachung durchgeführt (Kontrolle durch den Prüfer bei unterschiedlichen Stadien des Tankbaus),
- im Rahmen der Bauprüfung kann eine Nullprüfung gemäß 2.1.7 durchgeführt werden;

I Prüfung vor der Inbetriebnahme

- Prüfung, ob der Tank ordnungsgemäß errichtet wurde anhand der Bescheinigung über die Bau- und Dichtheitsprüfung nebst den zugehörigen Unterlagen,
- Prüfung, ob der Tank mit den für den Betrieb erforderlichen und geeigneten Ausrüstungsteilen ausgestattet ist (z. B. Absperrarmaturen, Überfüllsicherung, Füllstandsanzeige, Be- und Entlüftungseinrichtungen usw.; bei Lagerung entzündbarer Flüssigkeiten auch Inertisierungseinrichtung oder Flammendurchschlagsicherungen),
- Prüfung der Aufstellung (Auffangraum bzgl. Bauweise und Fassungsvermögen, Maßnahmen zur Erkennung von Leckagen im Bodenbereich wie in TRwS 788 beschrieben, Abstände, Bauart des Fundaments, Wirksamkeit der Überwachungsmaßnahmen),
- Prüfungen der organisatorischen Maßnahmen wie Betriebsanweisung, Alarm- und Maßnahmenplan, Fristen und Prüfmethode für die wiederkehrenden Prüfungen auf Übereinstimmung mit der TRwS 788 usw.,
- zusätzlich eventuell erforderliche Prüfungen nach anderen Rechtsbereichen,
- die Prüfung vor der Inbetriebnahme kann mit einer Nullprüfung gemäß 2.1.7 verbunden werden, falls nicht im Rahmen der Bauprüfung bereits geschehen;

I Wiederkehrende Prüfungen

- Fristen und Prüfmethode gemäß Anforderungen der TRwS 788,
- soweit erforderlich, ergänzende Prüfungen aufgrund des vorgefundenen Zustands,
- zusätzlich eventuell erforderliche Prüfungen nach anderen Rechtsbereichen.

Wer eine Prüfung durchführen darf, richtet sich nach der Stufe des Gefährdungspotenzials gemäß § 39 AwSV der Anlage, deren Teil ein Flachbodentank ist. Flachbodentanks gelten gemäß § 2 Absatz 15 AwSV als oberirdische Anlagenteile, sodass sich bei der Lagerung von Flüssigkeiten folgende Zuständigkeiten ergeben:

I Prüfung vor der Inbetriebnahme

- Stufe B, C, D Sachverständiger nach AwSV,
- Stufe A Betreiber oder, wenn der Betreiber nicht über die nötige Sachkunde verfügt, ein entsprechend befähigter Beauftragter;

I Wiederkehrende Prüfung

- Stufe C, D Sachverständiger nach AwSV,
- Stufe A, B Betreiber oder, wenn der Betreiber nicht über die nötige Sachkunde verfügt, ein entsprechend befähigter Beauftragter.

Auch der Betreiber muss für seine Prüfungen die Anforderungen der AwSV und der einschlägigen Regelwerke zugrunde legen.

Prüfungen nach anderen Rechtsbereichen werden durch die dort als befugt bezeichneten Personen durchgeführt. Sofern diese Personen nicht auch gleichzeitig Sachverständige nach AwSV sind und eine Prüfbescheinigung nach AwSV ausstellen, gelten die von ihnen durchgeführten Prüfungen nicht als Prüfungen nach AwSV. Der beauftragte AwSV-Sachverständige kann aber auf die Prüfergebnisse dieser anderen Prüfer zurückgreifen, wobei er über den Umfang des Rückgriffs entscheidet und die Prüfergebnisse Dritter bewertet („sich zu eigenen machen“). Um Doppelprüfungen zu vermeiden, empfiehlt es sich, dass der Betreiber eine Abstimmung zwischen den Prüfern bzw. Sachverständigen herbeiführt bzw. klärt, an welchen Messungen der Sachverständige nach AwSV teilnehmen möchte.

- (2) In die Prüfungen sind die erforderlichen Rückhalteeinrichtungen (sofern in Abhängigkeit von der Aufstellungsart vorhanden) einzubeziehen. Daher sind insbesondere Anlagenteile mit Dichtfunktionen, die später nicht mehr einsehbar sind, baubegleitend durch den Sachverständigen im Rahmen der Inbetriebnahmeprüfung zu prüfen.

Die Prüfung ist die Ermittlung des Istzustands und dessen Vergleich mit dem Sollzustand, siehe auch den Kommentar zu 2.1.6. Da die Bauart des Tankbodens, die Aufstellung des Tanks und die Überwachung des Tankbodens auf Undichtheiten eine in dieser TRwS beschriebene Einheit zum Zwecke der schnellen und zuverlässigen Erkennbarkeit von Undichtheiten bilden, sind auch die Rückhalteeinrichtungen mit in die Prüfung einzubeziehen. Dies gilt insbesondere für Fundamente und Zwischenlagen zwischen Fundament und Tankböden, wenn diese eine in dieser TRwS beschriebene Dichtfunktion wahrnehmen. Wenn solche Dichtflächen oder Zwischenlagen nach der Aufstellung des Tanks nicht mehr einsehbar sind, muss eine baubegleitende Prüfung durch einen Sachverständigen nach AwSV durchgeführt werden, sofern die zugehörige Anlage von einem solchen zu prüfen ist. Dies ist Teil der Prüfung vor der Inbetriebnahme. Bei wiederkehrenden Prüfungen müssten nach dem Wortlaut des § 18 Absatz 5 AwSV auch diejenigen Teile der Rückhalteeinrichtung, die konstruktionsbedingt oder aus sonstigen Gründen nicht einsehbar sind, geprüft werden. Die TRwS 788 lässt jedoch Bauweisen zu, bei denen der Tank auf der Dichtfläche der Rückhalteeinrichtung steht, sodass diese nur durch umfangreiche bauliche Maßnahmen für eine Prüfung zugänglich gemacht werden kann. Da dies im Allgemeinen nur durch Abheben des Tanks geschehen kann, dürfte eine solche Maßnahme unverhältnismäßig sein.

- (3) Prüfungen sind zu dokumentieren.

Durchgeführte Prüfungen und ihre Ergebnisse sind so zu dokumentieren, dass auch Personen, die nicht bei der Prüfung und eventuellen mündlichen Erläuterungen der Prüfergebnisse anwesend waren, nachvollziehen können, was mit welchen Prüfverfahren geprüft wurde, welches die Prüfergebnisse waren und welche Maßnahmen aufgrund des Prüfbefunds ergriffen wurden. Insbesondere ist hier an Sachverständige, Betreiber und Instandhaltungsverantwortliche zu denken, die mehr oder weniger häufig andere Aufgaben übernehmen und dann dankbar für aussagekräftige Dokumentationen über Maßnahmen an ihnen zunächst fremden Betriebsmitteln sind.

4.1.5 Infrastrukturelle Maßnahmen am Flachbodentank

Der ordnungsgemäße Betrieb eines Flachbodentanks erfordert immer eine betriebliche Überwachung durch mindestens eine selbsttätige Störmeldeeinrichtung in Verbindung mit einer ständig besetzten Betriebsstätte oder eine Überwachung mittels arbeitstäglicher Kontrollgänge und Aufzeichnung der Abweichung vom bestimmungsgemäßen Betrieb.

Die schnelle und zuverlässige Erkennbarkeit von Leckagen eines Flachbodentanks – wie auch anderer Anlagen – erfordert immer ein Zusammenspiel zwischen technischen und organisatorischen Maßnahmen. Auf welcher Seite der Schwerpunkt der Maßnahmen liegt, hängt von der Anlagenkonzeption und der Betriebsweise ab. Wo immer technisch möglich und wirtschaftlich zumutbar, sollten technische Maßnahmen bevorzugt werden gemäß dem TOP-Prinzip der Sicherheitstechnik: technisch vor organisatorisch vor persönlich.

Zur Überwachung der Flachbodentanks, deren Aufstellungsarten in dieser TRwS beschrieben sind, bedarf es neben den beschriebenen technischen Ausführungen auch begleitender Maßnahmen. Diese sind:

I mindestens eine selbsttätige Störmeldeeinrichtung

Zur Überwachung des Zwischenraums zwischen den beiden Böden eines Tanks mit Doppelboden werden zum Beispiel Unterdruck-Leckanzeiger eingesetzt, die einen Alarm auslösen, wenn der Druck einen eingestellten Grenzwert überschreitet. Andere Überwachungssysteme zeigen zum Beispiel an, wenn sich Flüssigkeit in einer Auffangeinrichtung ansammelt.

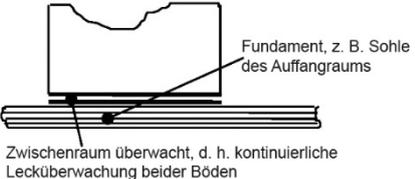
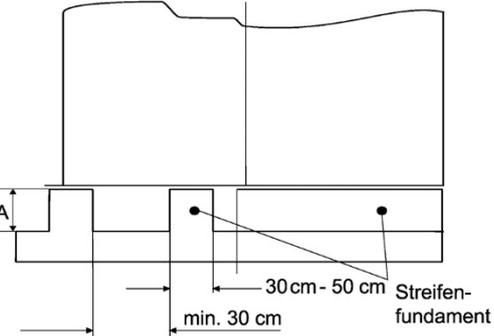
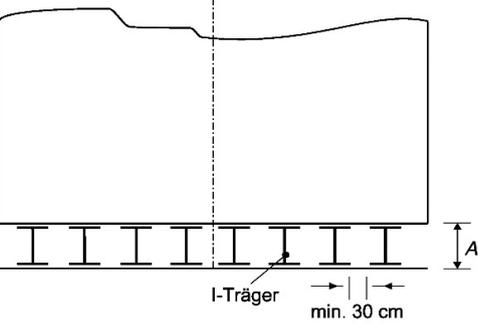
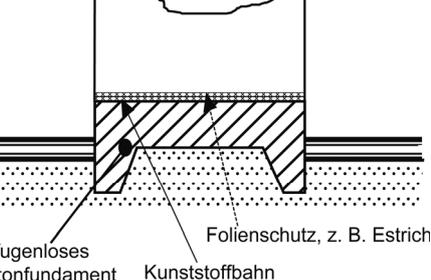
Das Alarmsignal, welches solche selbsttätigen Störmeldeeinrichtungen aussenden, erfüllt seinen Zweck allerdings nur, wenn es erkannt wird und unverzüglich zur Einleitung von Maßnahmen zur Beseitigung der Störung und ihrer Folgen führt. Daher muss es zu einer ständig besetzten Betriebsstätte geschaltet werden. Es ist nicht erforderlich, dass es sich um eine Betriebsstätte des Betreibers handelt. Es kann sich auch um den Pförtner, die Werkfeuerwehr oder Ähnliches handeln. Entscheidend ist, dass die Stelle ständig besetzt ist (auch über arbeitsfreie Tage, wie zum Beispiel Wochenenden, gesetzliche Feiertage oder Betriebsferien) und dort Anweisungen hinterlegt sind, was im Alarmfall zu tun ist.

I arbeitstägliche Kontrollgänge, mit dem Zweck, Abweichungen vom bestimmungsgemäßen Betrieb festzustellen

Ein Arbeitstag ist ein Tag, an dem üblicherweise gearbeitet wird. Sonn- und Feiertage sind im Regelfall keine Arbeitstage. Unabhängig von der rechtlichen Definition des Arbeitstages werden Anlagen in vollkontinuierlich arbeitenden Betrieben täglich mindestens einmal kontrolliert, in nicht vollkontinuierlich arbeitenden Betrieben können sich bei dieser Art der Überwachung zeitliche Lücken von bis zu fünf Tagen ergeben. Es reicht jedoch aus, Undichtheiten der Tanks zu erkennen, bevor sie ein Gewässer schädigen können. Ob vor diesem Hintergrund die arbeitstägliche Überwachung ausreichend ist, hängt von den Umständen des Einzelfalls ab, insbesondere der Größe und Bauart der Rückhalteeinrichtung, und muss jeweils individuell beurteilt werden.

In jedem Falle sind Abweichungen vom bestimmungsgemäßen Betrieb zu dokumentieren. Die einzuleitenden Maßnahmen werden zunächst darin bestehen, die Ursachen des Alarms bzw. der Abweichung vom bestimmungsgemäßen Betrieb festzustellen und dann entsprechend zu handeln. Bestenfalls handelt es sich um einen Fehlalarm (der eventuell zu einer Wartung oder Instandsetzung des Geräts führt) oder um einen echten Alarm, der mehr oder weniger schnelle und umfangreiche Maßnahmen zum Gewässerschutz erfordert (z. B. Außerbetriebnahme und Entleeren des Tanks). Wie auf einen Alarm bzw. auf eine Abweichung vom bestimmungsgemäßen Betrieb zu reagieren ist, muss, einschließlich der Alarmierungs- und Meldewege, Teil der Betriebsanweisung bzw. der Anlagendokumentation sein.

Tabelle 1: Aufstellungsarten von Flachbodentanks (Neuanlagen) in beispielhafter Darstellung

Aufstellungsarten von Flachbodentanks (Neuanlagen)	Aufstellungsart gemäß 4.2	Schematische Darstellung
Doppelboden	4.2.2	
Streifenfundamente	4.2.3	
Trägerrost/ I-Träger	4.2.4	
Fugenloses Betonfundament mit zusätzlicher Sperrschicht (Kunststoffbahn oder -platte)	4.2.5 ¹⁾	

1) Aufstellungsarten der Systeme 4.2.5 bis 4.2.8 bedürfen wegen der Abweichung von § 18 Absatz 5 AwSV in der Fassung vom 18. April 2017, geändert am 19. Juni 2020 (BGBl. I S. 1328), hinsichtlich der Zustandskontrolle einer Ausnahme im Einzelfall nach § 16 Absatz 3 AwSV durch die zuständige Behörde.

Tabelle 1 (Ende)

Aufstellungsarten von Flachbodentanks (Neuanlagen)	Aufstellungsart gemäß 4.2	Schematische Darstellung
Fugenloses Betonfundament mit zusätzlicher Sperrschicht (Metallplatte aus nicht rostendem Stahl)	4.2.6 ²⁾	
Fugenloses Betonfundament ohne zusätzliche Sperrschicht, Tankboden aus nicht rostendem Stahl	4.2.7 ²⁾	
Tank in Tanktasse; Tank- und Tanktassenboden aus nicht rostendem Stahl auf Ringfundament mit Gefälle zum Tiefpunkt	4.2.8 ²⁾	

2) Aufstellungsarten der Systeme 4.2.5 bis 4.2.8 bedürfen wegen der Abweichung von § 18 Absatz 5 AwSV in der Fassung vom 18. April 2017, geändert am 19. Juni 2020 (BGBl. I S. 1328), hinsichtlich der Zustandskontrolle einer Ausnahme im Einzelfall nach § 16 Absatz 3 AwSV durch die zuständige Behörde.

4.2 Technische und organisatorische Maßnahmen

4.2.1 Allgemeines

Mit den in 4.2.2. bis 4.2.8 beschriebenen technischen und organisatorischen Maßnahmen wird für die jeweilige Aufstellungsart von Flachbodentanks nach Tabelle 1 eine schnelle und zuverlässige Erkennbarkeit von Undichtheiten im Bereich des Tankbodens gewährleistet.

Die in Tabelle 1 dargestellten und nachfolgend beschriebenen Aufstellungsarten von Flachbodentanks ermöglichen in der Kombination von technischen und darauf abgestimmten organisatorischen Maßnahmen die von der AwSV geforderte schnelle und sichere Erkennbarkeit von Undichtheiten des Tankbodens ohne Einschränkungen. Daher können diese Aufstellungsarten für den Neubau von Flachbodentanks verwendet werden.

4.2.2 Doppelboden

Beschreibung der Aufstellungsart

- Tankinnenboden aus metallischen oder nicht metallischen Werkstoffen,
- Zwischenraum,
- Tankaußenboden aus metallischen Werkstoffen,
- falls erforderlich: Zwischenschicht zum Ausgleich von Unebenheiten, z. B. Streifen aus dauerelastischem Material,
- Fundament (z. B. Ringfundament, durchgehendes Fundament, Sohle des Auffangraums).

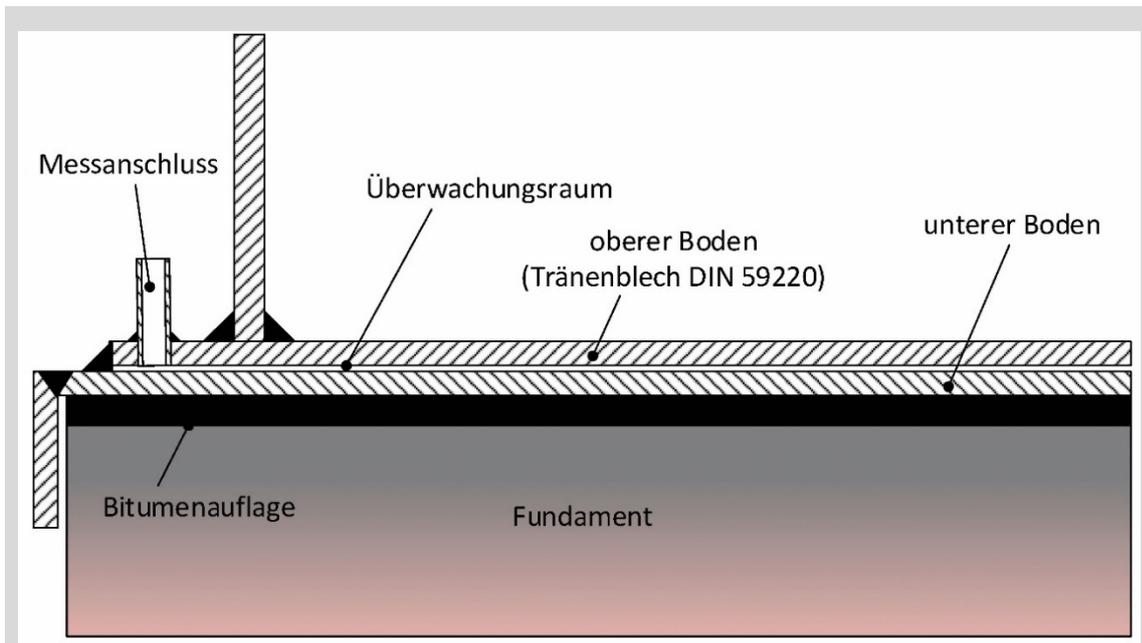


Bild K.8: Schematische Darstellung eines Doppelbodens (Neubau)

Die Konstruktion des Doppelbodens zeichnet sich dadurch aus, dass zwei ebene Böden mit etwas Abstand zueinander eingebaut werden. Der Raum zwischen diesen beiden Böden bildet einen Zwischenraum (Überwachungsraum), dessen Dichtheit überwacht wird. Üblich sind Bauweisen, bei denen beide Böden aus Metall bestehen und miteinander verschweißt sind (Bild K.8). Es begegnet keinen technischen Bedenken, einen der Böden aus einem austenitischen Edelstahl herzustellen und den anderen aus einem un- oder niedriglegierten Baustahl. Es gibt auch Kunststofftanks aus GfK oder Thermoplasten mit überwachbarem Zwischenraum. Diese sind jedoch nicht Gegenstand dieser TRwS.

Der Überwachungsraum bildet zugleich den Auffangraum für aus dem oberen Tankboden austretende Flüssigkeiten. Daher muss auch der untere Boden ausreichend beständig gegen das Lagergut sein. „Ausreichend“ bedeutet, dass er in der Zeit vom Auftreten einer Leckage bis zu deren Beseitigung nicht durch Korrosion derart stark angegriffen wird, dass auch er undicht wird. Nur dann kann der Vorteil eines Doppelboden-Tanks genutzt und auf das flüssigkeitsdichte Fundament verzichtet werden. Nichtsdestotrotz benötigt auch der Doppelboden-Tank eine flüssigkeitsdichte Rückhalteinrichtung wegen des einwandigen zylindrischen Bereichs. Sofern das Fundament im Schadensfall von wassergefährdenden Flüssigkeiten überflutet werden kann, ist auch das Fundament flüssigkeitsdicht auszuführen. Es empfiehlt sich also besonders beim Doppelbodentank, eine Fundamenthöhe oberhalb des Flüssigkeitsstands im Schadensfall vorzusehen.

Ein Tank mit Doppelboden weicht in seinen Anforderungen bezüglich der statischen und konstruktiven Durchbildung von Fundament und Tankmantel/Tankdach nicht vom Tank mit einfachem Boden nach DIN 4119 ab. Auch er braucht ein tragfähiges Fundament bzw. einen tragfähigen Untergrund und auch eine Ausgleichsschicht zwischen unterem Tankboden und Untergrund, zum Beispiel die allseits bekannte und meistens verwendete Zwischenlage aus Bitumen, kann zweckmäßig oder sogar erforderlich sein.

Die Konstruktion des lecküberwachten Doppelbodens erfüllt die Forderung der AwSV nach schneller und zuverlässiger Erkennbarkeit und Rückhaltung von Leckagen vollumfänglich. Die betriebliche Überwachung kann sich auf die übliche Kontrolle und Wartung beschränken.

Besonderheit bei Aufstellung auf Ringfundamenten

Bei der Aufstellung von Tanks mit Doppelboden muss der Spalt zwischen Boden und Fundament flüssigkeitsundurchlässig verschlossen werden, wenn wassergefährdende Flüssigkeiten unter den Tank gelangen können (z. B. durch Aufstau oder Leckagen). Die Dauer der Beanspruchung ergibt sich aus den organisatorischen Maßnahmen und örtlichen Gegebenheiten (z. B. Standmessung in dem Auffangraum, Alarmierung, Besetzung der Messwarte, Kontrollgänge, Werkfeuerwehr, Umpumpmöglichkeiten).

Wie unter 2.1.1 ausgeführt, kann ein Eindringen von Regenwasser oder im Schadensfall wassergefährdenden Flüssigkeiten in den Spalt zwischen Boden und Fundament für den unteren Boden problematisch sein. Dies ist jedoch bei der Verwendung von flüssigkeitsdichten Fundamenten ein betriebliches Problem. Wenn jedoch das Fundament aufgrund seiner Bauweise ein Eindringen wassergefährdender Stoffe in den Untergrund nicht verhindern kann, ist dies ein Umweltproblem. Das Ringfundament ist eine solche Bauart. Es besteht aus einem Ring aus Beton, der mit verdichtetem Kies oder Ähnlichem gefüllt und mit einer Bitumenschicht abgedeckt ist. Daher verlangt die TRwS 788, dass bei Ringfundamenten der Spalt zwischen Tankboden und Fundament flüssigkeitsundurchlässig abgedichtet wird, sofern der Flüssigkeitsstand im Schadensfall höher sein kann als der Tanksockel. Da die dauerhafte Erhaltung der Flüssigkeitsdichtheit einer solchen Versiegelung aufwendig sein kann, wird empfohlen, den Tanksockel ausreichend hoch zu bauen.

Wenn mehrere Tanks in einem gemeinsamen Auffangraum aufgestellt sind, kann es sich empfehlen, auch bei allen anderen Fundamentarten im Schadensfall ein Eindringen wassergefährdender Stoffe zwischen Tankboden und Auflage zu verhindern, da ansonsten der untere Tankboden je nach ausgetretenem Stoff recht schnell abgängig werden kann.

Überwachung der Bodendichtheit während des Betriebs

Der Zwischenraum muss überwacht werden, d. h. kontinuierliche Lecküberwachung **beider** Böden, z. B.

- durch ein Leckanzeigesystem nach DIN EN 13160-2:2016 Klasse I oder
- durch ein Unterdruckmanometer mit Alarmierung in der Messwarte oder
- durch ein Unterdruckmanometer in Verbindung mit mindestens monatlicher Ablesung und Protokollierung.

Leckanzeigesysteme der Klasse I zeigen ein Leck oberhalb oder unterhalb des Flüssigkeitsspiegels in einem doppelwandigen System an, bevor ein Produkt in die Umwelt gelangen kann. Sie arbeiten auf der Basis von Über- oder Unterdruck. Ein Überdrucksystem ist für Flachbodentanks nicht einsetzbar, da die mechanische Belastbarkeit des flachen Bodens bei leerem Tank nur sehr gering ist (wenige mbar) und mit zunehmendem Tankdurchmesser abnimmt.

Systeme der Klassen II bis V zeigen Leckagen bzw. Flüssigkeitsverluste oberhalb und unterhalb des Flüssigkeitsspiegels an. Der Überwachungsraum ist mit einer Leckanzeigeflüssigkeit gefüllt. Im Falle einer Undichtheit kommt es zu einem Flüssigkeitsverlust, der messtechnisch erfasst wird und zu einer Alarmierung führt. Bei einer Undichtheit der äußeren Tankwand läuft die Leckanzeigeflüssigkeit in die Umgebung. Die verwendeten Leckanzeigeflüssigkeiten sind aufgrund ihres hohen Gehalts an Frostschutzmitteln seit 1999 als „schwach gewässergefährdend“ (WGK 1) eingestuft und dürfen zumindest für unterirdische Anlagen nicht mehr verwendet werden. Bis 1999 war die Verwendung aufgrund der Einstufung als „im Allgemeinen nicht wassergefährdend“ (WGK 0) ohne Einschränkung erlaubt. Die TRwS 788 stellt klar, dass Leckanzeigesysteme, deren Überwachungsraum mit Flüssigkeiten gefüllt ist, für Flachbodentanks nicht zugelassen sind.

Ein Leckanzeigesystem nach dem Unterdruckverfahren besteht im Regelfall aus einem Druckmesser, einem Umformer und einer Alarmierungseinrichtung vor Ort und/oder in einer Messwarte. Es gibt zwei grundsätzlich verschiedene Ausführungen. Zum einen werden Systeme verwendet, bei denen eine Vakuumpumpe den Unterdruck in vorgegebenen Grenzen hält. Erst wenn ein Leck so groß ist, dass die Pumpe den eindringenden Massenstrom nicht mehr abpumpen, also den vorgegebenen Unterdruck nicht mehr halten kann, erfolgt eine Alarmierung. Diese Bauart erfordert eine Energieversorgung und eine Signalübertragung an eine Messwarte. Aufgrund der vielen Verschraubungen der zugehörigen Leitungen ist sie recht wartungsaufwendig. Eine andere Bauart besteht in einem einfachen Kontaktmanometer, dessen Signal in eine Messwarte übertragen wird. Der Überwachungsraum wird einmalig evakuiert und sich selbst überlassen. Im Regelfall ist er so dicht, dass allenfalls einmal im Jahr der Unterdruck korrigiert werden muss. Im Alarmfall wird der Unterdruck wiederhergestellt und der Druckanstieg beobachtet. Daraus kann man zweifelsfrei erkennen, ob ein Leck vorliegt oder es sich um einen Fehlalarm handelt. Der Alarm in einer Messwarte kann auch durch regelmäßiges Ablesen des Manometers in nicht zu langen Zeitabständen ersetzt werden. Da auch der untere Boden des Tanks beständig gegen das Lagergut sein muss, kann er durchaus eine längere Zeit mit dem Lagergut in Kontakt stehen, ohne dass ein Gewässerschaden zu besorgen ist. Daher ist eine monatliche Ablesung, die zum Beispiel im Schichtbuch dokumentiert werden muss, ausreichend.

Systembedingt ist bei einem Verlust des Unterdrucks nicht zu unterscheiden, ob eine Undichtheit des oberen oder des unteren Bodens vorliegt. Die Suche nach der undichten Stelle und die Ausbesserung können sich, insbesondere wenn der untere Boden betroffen ist, schwierig gestalten.

4.2.3 Streifenfundamente

Beschreibung der Aufstellungsart

- Tankboden aus metallischen Werkstoffen,
- falls erforderlich: Zwischenschicht zum Ausgleich von Unebenheiten, z. B. Streifen aus dauerelastischem Material,
- Streifenfundamente, um die Besichtigung des Tankbodens von außen zu ermöglichen,

Abmessungen:

- lichter Abstand der Streifen mindestens 30 cm,
- Abstand zwischen Tank und Betonfundament (A): Bis 5 m Tankdurchmesser beträgt der Abstand mindestens 10 cm. Bei Tankdurchmessern > 5 m beträgt der Abstand 1/50 des Tank-

durchmessers. Bei Einsatz von technischen Hilfsmitteln ist der Abstand im Einzelfall festzulegen. Das Gleiche gilt für die kleinere Kantenlänge bei rechteckigen Tanks (ermöglicht Beurteilung von außen).

- fugenloses Betonfundament gemäß TRwS 786 „Ausführung von Dichtflächen“.

Beim Streifenfundament ist die Unterseite des Tankbodens zumindest zum Teil einsehbar. Damit dies in dem Umfang möglich ist wie zur Erkennung von Leckagen erforderlich, ist vorgeschrieben, welcher Abstand zwischen Tankboden und dem Auffangraum einzuhalten ist. Diesem Zweck dient auch der vorgegebene Mindestabstand der Streifen; die zur Kontrolle offen bleibenden Kanäle dürfen zur Sicherstellung der Erkennbarkeit von Leckagen nicht zu schmal werden. Die Einsehbarkeit der Räume zwischen den Streifen darf nicht durch eine Einschränkung des Arbeitsraums desjenigen, der die Sichtkontrolle durchführt, eingeschränkt werden, etwa durch zu hohe oder zu nah liegende Aufkantungen der Rückhalteinrichtungen oder sonstige bauliche Einrichtungen.

Die Breite der Streifen ist auf 30 cm bis 50 cm begrenzt. Damit wird erreicht, dass eine etwa in der Mitte eines Streifens austretende Flüssigkeit ausreichend schnell deren Rand erreicht, um sichtbar zu werden. Zusätzlich ist zu beachten, dass eine statisch erforderliche Bewehrung des Betons zum Schutz vor Korrosion nicht zu nah an der Oberfläche liegen darf. Daher ist in den Bauvorschriften, zum Beispiel in der DAfStb-Richtlinie „Betonbau beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen“, eine Mindestdicke der Betonschicht über der Bewehrung vorgeschrieben (Überdeckung).

Da das Bodenblech nun nicht mehr vollflächig auf dem Untergrund aufliegt, wird es auf Biegung belastet und stellt somit eine Platte dar. Die für den flachen vollflächig aufliegenden Boden gültigen Bemessungsregeln nach DIN 4119 sind nun nicht mehr gültig. Der Boden kann zum Beispiel nach AD 2000-Merkblatt B 5 als eingespannte rechteckige Platte berechnet werden. Indes verlässt man damit zumindest teilweise den Geltungsbereich der bauaufsichtlich eingeführten DIN 4119; streng genommen bräuchte es für diese Konstruktion eine bauaufsichtliche Zustimmung im Einzelfall.

Sofern der Tank verankert werden muss, sind Tankverankerung und die Ausführung der Streifen aufeinander abzustimmen, insbesondere bezüglich der statischen Auslegung und der Konstruktion, um die erforderlichen Abstände zwischen den Ankern und den Rändern der Streifen einzuhalten.

Der Tank muss in einem flüssigkeitsdichten Auffangraum stehen, für dessen Bauausführung die TRwS 786 anzuwenden ist.

4.2.4 Trägerrost/I-Träger

Beschreibung der Aufstellungsart

- Tankboden aus metallischen Werkstoffen,
- falls erforderlich: Zwischenschicht zum Ausgleich von Unebenheiten, z. B. Streifen aus dauerelastischem Material,
- Trägerrost aus geeignetem Werkstoff; I-Profile oder andere geeignete Formen,
Abmessungen:
 - lichter Abstand der Träger mindestens 30 cm,
 - Abstand zwischen Tank und Betonfundament (A): Bis 5 m Tankdurchmesser beträgt der Abstand mindestens 10 cm. Bei Tankdurchmessern > 5 m beträgt der Abstand 1/50 des Tankdurchmessers. Bei Einsatz von technischen Hilfsmitteln ist der Abstand im Einzelfall festzulegen. Das Gleiche gilt für die kleinere Kantenlänge bei rechteckigen Tanks (ermöglicht Beurteilung von außen).
- Fugenloses Betonfundament gemäß TRwS 786 „Ausführung von Dichtflächen“.

Die Bauart entspricht der Bauart des Tanks auf Streifenfundamenten mit dem Unterschied, dass statt der Betonstreifen Stahlträger als Abstandhalter verwendet werden. Diese Lösung ist bautechnisch einfacher, jedoch besteht die Gefahr, dass die Stahlträger im Laufe der Zeit durch Korrosion, trotz eines anfänglich guten Korrosionsschutzes, derart geschwächt werden, dass sie der Belastung durch das Gewicht des Tanks und seiner Füllung nicht mehr standhalten.

4.2.5 Fugenloses Betonfundament mit zusätzlicher Sperrschicht (Kunststoffbahn oder -platte)

Beschreibung der Aufstellungsart

- Tankboden aus metallischen Werkstoffen,
- falls erforderlich: Auflage zum Ausgleich von Unebenheiten des Fundaments und gegebenenfalls auch als Korrosionsschutz, z. B. Bitumenkies,
- falls erforderlich: Schutz der Sperrschicht gegen mechanische Einwirkungen, z. B. Estrich,
- Kunststoffbahn oder -platte als Sperrschicht, Bauausführung gemäß TRwS 786 „Ausführung von Dichtflächen“,
- fugenloses, gegenüber der Sohle des Auffangraums erhöhtes Betonfundament gemäß TRwS 786 „Ausführung von Dichtflächen“.

Bei den Bauweisen 4.2.5 und 4.2.6 handelt es sich um Tanks mit einfachem Boden aus einem ferritischen Stahl, die nur mittelbar überwacht werden können. Die Sperrschicht sorgt dafür, dass aus dem Tankboden austretende wassergefährdende Flüssigkeiten am Tankrand austreten und dort erkannt werden können, bevor sie das Fundament durchdringen und einen Gewässerschaden verursachen. Dazu muss die Sperrschicht ausreichend beständig sein; dies wird erreicht, indem sie die entsprechenden Anforderungen der TRwS 786 erfüllen muss. Für LAU-Anlagen bedeutet dies, dass nur Kunststoffbahnen bzw. -platten mit einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung oder, bei deren Fehlen, mit einer Eignungsfeststellung durch die zuständige Behörde eingesetzt werden dürfen. Das Verfahren der Eignungsfeststellung ist jedoch wegen des Aufwands nicht zu empfehlen, zumal ausreichend Kunststoffbahnen bzw. -platten mit abZ zur Verfügung stehen. Sperrschichten können auch den Tankboden vor Korrosion von unten schützen.

4.2.6 Fugenloses Betonfundament mit zusätzlicher Sperrschicht (Metallplatte aus nicht rostendem Stahl)

Beschreibung der Aufstellungsart

- Tankboden aus metallischen Werkstoffen,
- Trennschicht, z. B. Bitumenkies,
- medienbeständige Metallplatte aus nicht rostendem Stahl gemäß TRwS 786 „Ausführung von Dichtflächen“ als Sperrschicht gegen Bodenleckage,
- falls erforderlich: Auflage zum Ausgleich von Unebenheiten des Fundaments, z. B. Bitumenkies,
- fugenloses, gegenüber der Sohle des Auffangraums erhöhtes Betonfundament gemäß TRwS 786 „Ausführung von Dichtflächen“.

Die Sperrschicht wird bei dieser Bauart durch eine Platte aus einem austenitischen Edelstahl, in der TRwS als nicht rostender Stahl bezeichnet, gebildet. Austenitischer Stahl ist gegen Korrosion unter Umgebungsbedingungen unempfindlich. Es muss allerdings eine elektrisch leitende Verbindung zwischen dem Tankboden aus ferritischem Stahl und der austenitischen Sperrplatte verhindert werden.

Das Ergebnis wäre die sogenannte Kontaktkorrosion, bei der der unedlere Teil – hier der Tankboden – in Lösung gehen und zerstört werden würde. Die geforderte Trennschicht aus Bitumenkies oder Ähnlichem verhindert dies und muss entsprechend dick und gleichmäßig ausgeführt sein.

4.2.7 Fugenloses Betonfundament ohne zusätzliche Sperrschicht (Tankboden aus nicht rostendem Stahl)

Beschreibung der Aufstellungsart

- Tankboden aus nicht rostendem Stahl³⁾ mit bauaufsichtlichem Verwendbarkeitsnachweis (z. B. Z-30.3-6:2018),
- bei Unebenheiten des Betonfundaments elastische Auflage, z. B. Bitumenkies,
- fugenloses, gegenüber der Sohle des Auffangraums erhöhtes Betonfundament gemäß TRwS 786 „Ausführung von Dichtflächen“.

Mit der landläufigen, aber technisch nicht richtigen Bezeichnung „nicht rostender Stahl“ sind im Wesentlichen austenitische Stähle des Typs V2A (CrNi-Stähle) und V4A (CrNiMo-Stähle) sowie höher legierte Eisenbasiswerkstoffe wie CrNiMo-Stähle mit Zusätzen anderer Metalle, zum Beispiel Cu, gemeint. Richtig an dieser Bezeichnung ist, dass keine sichtbaren Korrosionsprodukte auftreten. Die Bezeichnung „nicht rostender Stahl“ bezieht sich darauf, dass eine Korrosion wie bei unlegierten Stählen mit der Bildung von rotbraunen Korrosionsprodukten (Rost) nicht auftritt. Grund ist eine dünne Oxidschicht, die sich bei den austenitischen Stählen ausbildet und vor der weiteren Reaktion mit umgebenden Stoffen schützt. Schädigungsmechanismen, die diese oxidische Schutzschicht ganz oder auch nur stellenweise zerstören, führen zum Verlust der Beständigkeit der „nicht rostenden Stähle“ zum Beispiel durch Lochfraß. Auch führen Einflüsse auf die Oberfläche, die die Ausbildung der schützenden Oxidschicht behindern, zu einem Verlust der Werkstoffbeständigkeit. Zu nennen sind hier insbesondere Fremdrost, thermische Veränderungen durch Schweißspritzer oder Zündstellen sowie unzulässige Anlauffarben. In jedem Fall besonders gefährdet sind Schweißnähte aufgrund der beim Schweißen veränderten chemischen Zusammensetzung und eventueller unzulässig dicker Oxidschichten; Anlauffarben bis hell-goldgelb können im Regelfall akzeptiert werden. Die beste Beständigkeit erreicht man durch das Beizen von Schweißnähten.

Die austenitischen Edelstähle sind, sofern die Voraussetzungen dafür vorliegen, empfindlich gegen spezielle Schädigungsmechanismen. Hauptsächlich sind dies Lochfraß und Spannungsrisskorrosion, die bereits durch eine geringe Menge von zum Beispiel Chloridionen ausgelöst werden können.

Die hier beschriebene Bauart lässt einen einwandigen Tankboden ohne Überwachung zu. Die Beständigkeit der Werkstoffgruppe der nicht rostenden Stähle wird als so hoch angesehen, dass Undichtheiten des Tankbodens nicht erwartet werden. Unter Umgebungsbedingungen ist diese Beständigkeit für die Außenseite des Tanks sowie für die Unterseite des Bodens gegeben. Lediglich in Küstennähe ist an einen Einfluss von Chloriden zu denken, die zu Lochfraß und Spannungsrisskorrosion führen können. Voraussetzung ist in jedem Fall eine ausreichende Beständigkeit gegen das Lagergut.

Auskunft über die Beständigkeit einiger gängiger austenitischer Stähle unter Lagerbedingungen gibt DIN EN 12285-1:2018 Anhang B (sachlich identisch mit der zurückgezogenen DIN 6601). Es muss allerdings nachdrücklich darauf hingewiesen werden, dass Verunreinigungen, insbesondere Chloride, die Beständigkeit nachteilig verändern können bis hin zur Unbrauchbarkeit. Daher sind in DIN EN 12285-1:2018 Anhang B teilweise Randbedingungen für den Einsatz angegeben, die dringend beachtet werden müssen. Eventuelle gegenteilige praktische Erfahrungen stehen dazu nicht im Widerspruch, da das tatsächliche Auftreten von Lochfraß und Spannungsrisskorrosion von vielen Randbedingungen abhängt, deren Auftreten teilweise von Zufälligkeiten bestimmt wird. Da aber diese Randbedingungen

3) Gleichwertig ist eine Lösung, bei der der nicht rostende Einzelboden durch zwei metallische, unter dem Tank passiv gegen Korrosion geschützte Böden ersetzt wird, wobei der untere Boden an den Auffangraum angeschlossen ist.

schwer zu fassen sind, gelten austenitische Stähle als unbrauchbar, wenn die gelagerten Stoffe Lochfraß oder Spannungsrisskorrosion auslösen können.

4.2.8 Tank in Tanktasse, Tank- und Tanktassenboden aus nicht rostendem Stahl auf Ringfundament mit Gefälle zum Tiefpunkt

Beschreibung der Aufstellungsart

- Tank- und Tanktassenboden aus nicht rostendem Stahl einer Korrosionsbeständigkeitsklasse \geq III gemäß der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung Z-30.3-6:2018 oder DIN EN 10088-4:2010 bzw. DIN EN 10088-5:2009. Der Tankboden kann aus einem anderen beständigen Werkstoff bestehen, wenn Kontaktkorrosion zwischen Tankboden, Abstandhalter und Tanktassenboden ausgeschlossen ist,
- Beton-Ringfundament und Auffüllung durch Kiesschüttung sowie mit Asphalt-/Bitumenschicht (und/oder z. B. Schaumglas-Zwischenlage), das Fundament kann auch als Blockfundament ausgeführt sein,
- gleichmäßiges ca. 1%iges Gefälle zum Tanktassen-Tiefpunkt mit dortiger Leckagen-Erkennbarkeit gemäß 2.1.4;
- gleichmäßiger Abstand des Tankbodens zum Tanktassenboden von mindestens 5 mm als Zwischenraum aus nicht rostendem Stahl.

Besondere Überwachungsmaßnahmen:

- Tanktassenboden mit 100%iger ergänzender zerstörungsfreier Prüfung der Fügeverbindungen gemäß DIN EN 1090-2:2018 Ziffer 12.4.2 mit Überwachung durch den Sachverständigen,
- 24h-Wasserstandsprüfung gemäß DIN 4119-1:1979 von Tank und Tanktasse vor Inbetriebnahme,
- maximale Tank- und Tanktassen-Bodenwelligkeit \leq 0,25 % des Tankdurchmessers gemäß DIN 4119-1:1979,
- regelmäßige messtechnische Überprüfung des Bodengefalles auf Setzungserscheinungen.

Die Bauart „Tank in Tanktasse“ wurde neu in die TRwS 788 aufgenommen. Es handelt sich hier um zwei ineinander gestellte Tanks. Der äußere Tank übernimmt gleichzeitig die Funktion der Rückhalteeinrichtung. Daher werden an das Fundament aus Sicht des Gewässerschutzes keine Anforderungen gestellt. Damit ist die insbesondere für Tanks mit großem Durchmesser vorteilhafte Bauart „Ringfundament mit Kieskern“ erlaubt. Die Bauart des Fundaments ist indes nicht wesentlich für diese Aufstellungsart; das Fundament kann, sofern seine Tragfähigkeit gegeben ist, auch anders ausgeführt werden, zum Beispiel als Blockfundament.

Eng verwandt mit der Bauart „Tank in Tanktasse“ ist der Ringmanteltank. Für Tanks mit großem Volumen ist die Bauart als Ringmanteltank oder „Tank in Tanktasse“ wegen des geringen Flächenbedarfs vorteilhaft und bei der Lagerung von entzündbaren Flüssigkeiten üblich ist (bei entzündbaren Flüssigkeiten muss gemäß TRGS 509:2014 Abschnitt 8 der gesamte Tankinhalt zurückgehalten werden). Ringmanteltanks sind früher nur mit einem einfachen Boden gebaut worden. Um die heutigen Anforderungen der AwSV zu erfüllen, müssen sie entsprechend diesem Abschnitt 4 ausgeführt werden.

Beide Tankböden müssen gegen die Lagerflüssigkeit beständig sein und aus einem austenitischen Stahl bestehen. Hierzu wird auf die Ausführungen zu Abschnitt 4.2.7 verwiesen. Es kann sich aber durchaus um verschiedene austenitische Edelmehle handeln, etwa V2A für den unteren Tankboden (Auffangraum) und V4A für den inneren, produktberührten Tank. Es können, sofern die Beständigkeit gegeben ist, auch andere Werkstoffe als Austenite verwendet werden, auch wenn damit der Geltungsbereich der TRwS 788 bezüglich dieser Bauart verlassen wird. Dabei muss eine elektrisch leitende

Verbindung zwischen beiden Böden, etwa durch die Abstandshalter verhindert werden. Ansonsten bildet sich ein Lokalelement, das zur Kontaktkorrosion führt und das unedlere Material auflöst. Da die Beständigkeit beider Böden sichergestellt sein muss, müssen die Abstandshalter zwingend aus einem Kunststoff oder einer Keramik bestehen. Trennende Zwischenlagen müssen so bemessen und gestaltet sein, dass sie im Betrieb nicht unter dem Gewicht des Tanks oder durch thermisch bedingte Relativbewegungen derart beschädigt werden, dass sie ihre isolierende Wirkung verlieren.

Die Mäntel (die nicht Gegenstand der TRwS 788 sind) beider Tanks dürfen, soweit die Beständigkeit gegen das Lagergut gegeben ist, auch aus ferritischen Stählen bestehen. Eine mögliche besondere Anfälligkeit der Mischverbindung Austenit-Ferrit ist bei der Planung wiederkehrender Prüfungen zu berücksichtigen.

Wegen des geringen Abstands beider Böden zueinander ist die Kontrolle des Zwischenraums durch Augenschein nicht möglich. Daher erhält der untere Boden ein Gefälle zu einem Tiefpunkt, an dem sich eventuell austretende wassergefährdende Flüssigkeit ansammelt und erkannt werden kann. Das Gefälle ist mit ca. 1 % (entspricht 1 cm/m) gefordert und darf durch Setzungen nicht verringert werden. Dies ist durch Setzungsmessungen im Rahmen der Inbetriebnahme vor und nach der Wasserstandsprüfung und danach regelmäßig messtechnisch nachzuweisen. Dazu werden Setzungsmarken am Tank angeschweißt und Veränderungen ihrer Höhenlage gegen einen festen Bezugspunkt vermessungstechnisch ermittelt.

5 Weiterbetrieb bestehender Flachbodentanks

5.1 Allgemeines

- (1) Bei bestehenden Flachbodentanks der in Tabelle 2 aufgeführten Gruppen 1 bis 6 ist die schnelle und zuverlässige Erkennbarkeit von Undichtheiten im Bereich des Tankbodens als gleichwertig erreicht anzusehen, wenn ihre Aufstellungsart in Abhängigkeit vom Fundamenttyp spezielle, im Nachfolgenden näher beschriebene Bedingungen erfüllt. Werden diese Bedingungen nicht erfüllt, ist in Abstimmung mit der zuständigen Behörde ein Anpassungskonzept zu erarbeiten. Dabei sind insbesondere Umrüstungsmaßnahmen nach Abschnitt 5.4 zu prüfen.
- (2) Für die Bewertung sind mögliche Aufstellungsarten von bestehenden Flachbodentanks in Tabelle 2 in beispielhafter Darstellung zusammengestellt. Hierbei werden die einzelnen Aufstellungsarten aufgrund ähnlicher Anforderungen zu Gruppen zusammengefasst (der Umfang der erforderlichen Maßnahmen zur Erfüllung der Anforderungen nimmt mit steigender Gruppennummer zu). Nicht ausdrücklich beschriebene Systeme sind der Aufstellungsart zuzuordnen, die sie am ehesten entsprechen.
- (3) Hinsichtlich durchzuführender Prüfungen sind zusätzlich zu 5.2 die Regelungen in 4.1.4 auch bei bestehenden Flachbodentanks zu beachten.

Die überwiegende Zahl der in Deutschland betriebenen Flachbodentanks stammt aus der Zeit, als noch keine derart detaillierten Vorschriften zum Schutz der Gewässer wie heutzutage existierten. Erste Vorschriften für Lageranlagen gab es seit ca. 1965 in Form der „Verordnung über das Lagern wassergefährdender Flüssigkeiten (Lagerbehälter-Verordnung VLwF)“, die zwar den Besorgnisgrundsatz einführt, aber bezüglich der Bauvorschriften auf die Regeln für brennbare Flüssigkeiten verwies. Für Mineralöle, später erweitert auf alle brennbaren Flüssigkeiten mit einem Flammpunkt ≤ 100 °C, gab es bereits seit 1886 Polizeiverordnungen, die einen Auffangraum mit einer „undurchlässigen“ Sohle forderten; Ziel dieser Vorschrift war nicht der Gewässerschutz, sondern die Begrenzung der Ausbreitung brennbarer Flüssigkeiten und damit der Brandgefahr.

Die meisten vor Inkrafttreten der AwSV errichteten Flachbodentanks erfüllen die Forderung nach der schnellen und sicheren Erkennbarkeit von Leckagen und dem Schutz von Gewässern vor einer nachteiligen Veränderung nur mehr oder weniger eingeschränkt. Einer pauschalen Verpflichtung zu einer

aufwendigen Nachrüstung stehen das Verhältnismäßigkeitsprinzip und das Beseitigungs- und Stilllegungsverbot des § 68 Absatz 5 AwSV entgegen (das es auch schon in der VLwF gab). Es war also erforderlich, in der TRwS 788 Randbedingungen für den Weiterbetrieb bestehender Flachbodentanks zu formulieren, die die Anforderungen der AwSV nicht vollständig erfüllen. Damit ist aber nicht ein Bestandsschutz unter allen Umständen und für alle Zeiten verbunden. Je größer die potenzielle Gewässergefährdung ist, desto aufwendiger dürfen die Nachrüstmaßnahmen sein. Als „bestehende“ Tanks gelten Flachbodentanks, die bei Inkrafttreten der AwSV rechtmäßig betrieben wurden und die den zum Zeitpunkt ihrer Errichtung geltenden technischen Regeln entsprachen. Da zu diesen technischen Regeln auch die Vorläuferfassungen der hier vorliegenden Fassung der TRwS 788 gehören, deren grundlegende technische Anforderungen sich bei den Überarbeitungen nicht wesentlich geändert haben, ist – von wenigen Ausnahmen abgesehen – die Anwendung des Abschnitts 5 dieser TRwS auf Tanks beschränkt, die vor 1997 errichtet wurden.

Die häufigsten im Bestand vorhandenen Aufstellungsarten werden bezüglich der schnellen und sicheren Erkennbarkeit bewertet und zu Gruppen zusammengefasst. Gruppe 1 kommt den Anforderungen der AwSV sehr nah, Gruppe 6 erfüllt die Anforderungen der AwSV nur sehr eingeschränkt bzw. nicht. Technische Abweichungen vom durch die AwSV geforderten Zustand, der in Abschnitt 4 der TRwS 788 beschrieben ist, müssen durch organisatorische und/oder technische Maßnahmen ausgeglichen werden. Maßstab ist der Besorgnisgrundsatz. Unter Berücksichtigung des Verhältnismäßigkeitsgrundsatzes muss eine Gewässergefährdung mit hinreichender Sicherheit ausgeschlossen werden können. Aus technischer Sicht können die Anforderungen an neu errichtete Tanks, wie in Abschnitt 4 beschrieben, zur Beurteilung sinngemäß herangezogen werden. Je größer die Abweichung vom geforderten Zustand ist, desto umfassender werden die zu treffenden organisatorischen und/oder technischen Ausgleichsmaßnahmen. Wesentlicher Teil dieser organisatorischen Maßnahmen sind Prüfungen. Je weniger die vorhandenen Tanks die Anforderungen der AwSV erfüllen, desto umfangreicher und aufwendiger werden die Prüfungen. Wenn die Randbedingungen, die in dieser TRwS als Bedingung für die schnelle und zuverlässige Erkennbarkeit von Undichtheiten des Tankbodens nicht eingehalten werden, ist ein Anpassungskonzept zu erarbeiten. In diesem sind bevorzugt technische, aber auch organisatorische Maßnahmen darzulegen, wie beabsichtigt wird, die Anforderungen der AwSV zukünftig zu erfüllen. Wenn es technisch und wirtschaftlich zumutbar ist, sollte dazu die TRwS als Maßstab bzw. Richtlinie für das zu erreichende Ziel herangezogen werden. Dieses Anpassungskonzept ist mit der zuständigen Behörde abzustimmen. Im Regelfall wird es sich um die Bewertung des jeweiligen Einzelfalls handeln. Es können jedoch auch Flachbodentanks mit gleichen bzw. fast gleichen Aufstellungs- und Betriebsbedingungen in einem einzigen Anpassungskonzept behandelt werden. Die Hinzuziehung eines Sachverständigen nach AwSV wird dringend empfohlen.

Bei bestehenden Flachbodentanks wird man bezüglich des Umfangs und der Güte der Dokumentation sowie bezüglich der Person früherer Prüfer Abstriche gegenüber den heutigen Ansprüchen machen müssen. Vieles ist in der Vergangenheit nicht dokumentiert worden oder Dokumente sind verschollen. Eignungsnachweise in Form von allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen, harmonisierten EN-Normen für Bauprodukte u. Ä. gab es noch nicht, als viele Tanks gebaut wurden. Manche Aufzeichnung über Kontrollen, Prüfungen und Feststellungen während des Baus stammt von Polierern und Richtmeistern. Viele Berichte über Besichtigungen, Ausbesserungen, Änderungen usw. wurden vom Personal des Betreibers oder von Dienstleistern erstellt. Nichtsdestotrotz ist es der Sachverständige nach AwSV, der entscheiden muss, inwieweit er solchen Unterlagen vertraut und sie seiner Beurteilung eines Tankbauwerks bzw. Tankbodens zugrunde legt. Diese Entscheidung kann sich jedoch nur nach inhaltlichen Aspekten richten; für eine Zurückweisung von Dokumenten nur aus formalen Gründen ist wegen der anderen Vorschriften der Vergangenheit kein Platz.

Die nachfolgenden Skizzen zeigen die grundsätzlichen Aufstellungsarten von Flachbodentanks und ihre Zuordnung zu den Gruppen. Naturgemäß kann nicht jede seltene Aufstellungsart aufgenommen werden. Wenn eine Aufstellungsart nicht erfasst ist, ist sie einer der Aufstellungsgruppen zuzuordnen, wobei nicht die bautechnische Ausführung maßgeblich ist, sondern die funktionale Wirkung bezüglich der schnellen und sicheren Erkennung von Leckagen und der Schutz von Gewässern gegen eine nachteilige Verunreinigung.

Es gibt zum Beispiel kleinere Flachbodentanks, die auf einer aufgeständerten Betonplatte in einem Auffangraum stehen. Diese Bauart ist funktional mit einem Tank auf Füßen zu vergleichen, auch wenn sich zwischen Tankboden und Auffangraum eine dicke Betonplatte befindet, aber unter der Betonplatte auch ein einsehbarer Freiraum.

Tabelle 2: Aufstellungsarten von Flachbodentanks (bestehende Anlagen)

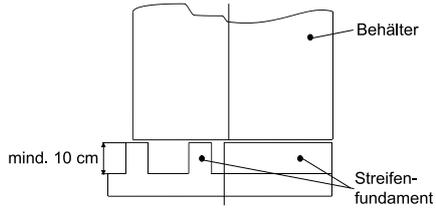
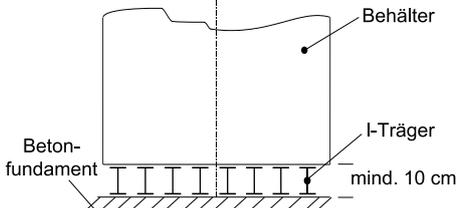
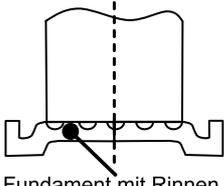
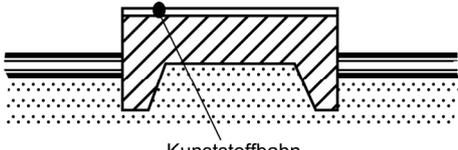
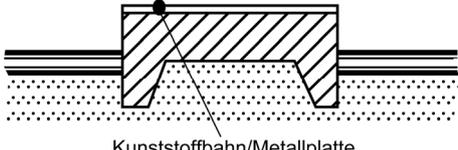
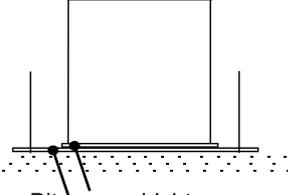
Zusammenfassung einzelner Fundamenttypen	Aufstellungsart gemäß 5.2	Beschreibung der Aufstellungsart	Schematische Darstellung
Gruppe 1	5.2.1	Streifenfundament	
	5.2.1	Trägerrost	
	5.2.1	Fundament mit Rinnen	
Gruppe 2	5.2.2.2	Blockfundament mit zusätzlicher Sperrschicht (Kunststoffbahn mit bauaufsichtlichem Verwendbarkeitsnachweis)	
Gruppe 2	5.2.2.3	Blockfundament mit zusätzlicher Sperrschicht (Metallplatte, Kunststoffbahn ohne bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweis)	
	5.2.2.4	Tank in Tank	

Tabelle 2 (fortgesetzt)

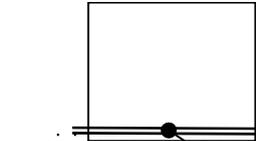
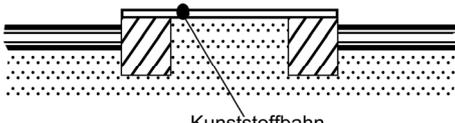
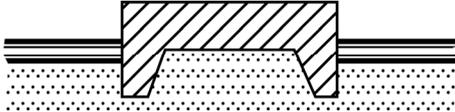
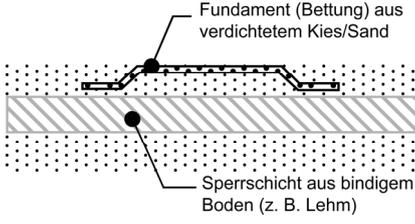
Zusammenfassung einzelner Fundamenttypen	Aufstellungsart gemäß 5.2	Beschreibung der Aufstellungsart	Schematische Darstellung
Gruppe 2	5.2.2.5	Doppelter Boden mitdiskontinuierlicher Überwachung	 <p>doppelter Boden mit diskontinuierlicher Überwachung z. B. mit Kontrollstützen im Doppelboden</p>
Gruppe 3	5.2.3	Ringfundament mit Kunststoffbahn (mit bauaufsichtlichem Verwendbarkeitsnachweis)	 <p>Kunststoffbahn</p>
Gruppe 4	5.2.4.1	Durchgehendes Fundament, das Blockfundament besteht aus Stahlbeton.	
	5.2.4.1	Fundament auf durchgehender Sohle des Auffangraums, das Blockfundament aus Stahlbeton liegt auf einer durchgehenden Sohle des Auffangraums auf.	
	5.2.4.1	Durchgehende Sohle des Auffangraums; die durchgehende Sohle (Stahlbeton) des Auffangraums dient auch als Fundament.	
	5.2.4.2	Ringfundament mit bindigem Boden als Sperrschicht	 <p>Sperrschicht aus bindigem Boden (z. B. Lehm)</p>
	5.2.4.2	Fundament (Bettung) auf verdichtetem Kies/Sand mit bindigem Boden als Sperrschicht	 <p>Fundament (Bettung) aus verdichtetem Kies/Sand Sperrschicht aus bindigem Boden (z. B. Lehm)</p>

Tabelle 2 (Ende)

Zusammenfassung einzelner Fundamenttypen	Aufstellungsart gemäß 5.2	Beschreibung der Aufstellungsart	Schematische Darstellung
Gruppe 5	5.2.5.2	Ringfundament mit Zerrplatte; das Ringfundament ist oben geschlossen unter Ausbildung einer Platte (Stahlbeton, Dicke ca. 15 cm)	
	5.2.5.3	Ringfundament mit Kunststoffbahn (ohne bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweis)	
Gruppe 6	5.2.6	Ringfundament; der Fundamentring kann in der Mitte einen Kern z. B. aus Sand enthalten	
	5.2.6	Ringfundament mit Estrich; der Kern ist mit einem Estrich abgedeckt	
	5.2.6	Fundament aus verdichtetem Sand mit Deckschicht aus Asphaltbeton	
	5.2.6	Mineralölbeständige Schlämme als Sperrschicht	

5.2 Weiterbetrieb bestehender Flachbodentanks mit zusätzlichen Prüfungen

5.2.1 Gruppe 1: Bestehende Flachbodentanks auf Streifenfundamenten, Trägerrosten oder Fundamenten mit Rinnen

Für Tanks auf Streifenfundamenten, Trägerrosten oder Fundamenten mit Rinnen der Gruppe 1 ist die schnelle und zuverlässige Erkennbarkeit von Undichtheiten im Bereich des Tankbodens als gleichwertig erreicht anzusehen, wenn die folgenden Punkte erfüllt sind:

Die ausreichend schnelle und sichere Erkennbarkeit von Leckagen wird bei Tanks der Aufstellungsgruppe 1 angenommen, wenn die nachfolgenden Bedingungen erfüllt sind (siehe auch den Kommentar zu 5.1). Technische Abweichungen im Vergleich zu den Anforderungen an einen Neubau werden durch organisatorische Maßnahmen, hauptsächlich Prüfungen, ausgeglichen, sodass insgesamt ein mit dem Besorgnisgrundsatz zu vereinbarenden Gesamtzustand eintritt. Bei Tanks der Aufstellungsgruppe 1 sind die Abweichungen zu den Anforderungen des Neubaus verhältnismäßig gering.

Anforderungen an das Fundament

Zur schnellen und zuverlässigen Erkennbarkeit der austretenden wassergefährdenden Flüssigkeiten erfüllt das bestehende Fundament folgende Anforderungen:

- die Qualität des Betons entspricht B 25 nach DIN 1045 in der zum Zeitpunkt der Errichtung geltenden Fassung bzw. C20/25 nach DIN 1045-2 in Verbindung mit DIN EN 206-1 oder mehr; dies wird belegt oder durch Entnahme eines Bohrkerns bzw. durch die Methode „Schmidt’scher Rückprallhammer“ geprüft,
- das Fundament hat eine Dicke von mindestens 20 cm und
- nach visueller Beurteilung weist das Fundament keine durchgehenden Risse auf.

Unter diesen Voraussetzungen ist eine Ermittlung der Eindringtiefen der Lagermedien nicht erforderlich. Die Lagerung leichtflüchtiger halogenierter Kohlenwasserstoffe, z. B. 1.1.1-Trichlorethan, Trichlorethylen, Tetrachlorethylen, Dichlormethan ist ohne weitere Nachweise nicht zulässig.

Unter der Voraussetzung, dass der Bereich unterhalb des Tankbodens einsehbar ist, gilt der Abstand zwischen Tank und Fundament als noch ausreichend, wenn bei Tanks mit einem Durchmesser bis $D = 15$ m der Abstand mindestens 10 cm beträgt. Bei Tanks mit einem Durchmesser $D > 15$ m muss der Abstand mindestens $1/50$ des Tankdurchmessers betragen. Bei Einsatz von technischen Hilfsmitteln ist im Einzelfall zu entscheiden.

In der Gruppe 1 sind Aufstellungsarten zusammengefasst, die eine Einsehbarkeit des Tankbodens zulassen, wenn auch beschränkt. Beim Abstand zwischen dem Auffangraum und dem Tankboden werden geringere Werte zugelassen als beim Neubau gemäß Aufstellungsart 4.2.3 und 4.2.4. Beim Fundament mit Rinnen werden keine Abstandsvorgaben gemacht. Insbesondere bei letzterer Aufstellungsart wird sich eine Leckage eher durch den Austritt von Flüssigkeit bemerkbar machen als durch die Kontrolle der Unterseite des Tankbodens durch Hinsehen. Um die Gefahr einer Undichtheit des Tankbodens möglichst gering zu halten, werden besondere Anforderungen an die Prüfung des Tanks gestellt, die über das Maß hinausgehen, was bei den Aufstellungsarten für Neubauten (siehe 4.2) im Regelfall gefordert wird.

Das Fundament ist bei dieser Aufstellungsart (wie auch bei vielen anderen) Teil der Rückhalteeinrichtung, die flüssigkeitsdicht ausgeführt sein muss. Es wird gefordert, dass der vorhandene Beton mindestens der Festigkeitsklasse B25 DIN 1045 (oder nach heutiger Bezeichnung C20/25 DIN 1045-2) entspricht. Ein entsprechender Nachweis ist zu erbringen. Wenn keine belastbaren Bauunterlagen mehr vorliegen, ist die geforderte Betongüte durch Entnahme eines Bohrkerns oder mit dem Schmidt’schen Rückprallhammer zu ermitteln. Bei bestehenden Anlagen, insbesondere, wenn sie nicht nach den Anforderungen der TRwS 786 bzw. deren Vorläufern (d. h. vor 1997) gebaut worden sind, werden Betonlieferscheine und Berichte über die Bauüberwachung nicht mehr auffindbar sein. Als belastbare Bauunterlagen können zum Beispiel statische Nachweise oder Eintragungen in Schal- und Bewehrungsplänen anerkannt werden, insbesondere wenn diese den Prüfvermerk eines Prüfstatikers tragen.

Die Betongüte kann zerstörungsfrei mit dem Schmidt’schen Rückprallhammer bestimmt werden. Dieses Verfahren beruht darauf, dass harte Werkstoffe weniger Schlagenergie absorbieren als weiche und demnach der Rückprall eines Schlagbolzens ein Maß für die Härte eines Werkstoffs und über mehr oder weniger gesicherte Korrelationen auch für die Festigkeit eines Werkstoffs ist. Das Verfahren ist in DIN EN 12504-2:2021 „Prüfung von Beton in Bauwerken – Teil 2: Zerstörungsfreie Prüfung – Bestim-

mung der Rückprallzahl" und DIN EN 13791:2020 „Bewertung der Druckfestigkeit von Beton in Bauwerken und in Bauwerksteilen" genormt. Jedoch gestatten beide Normen keinen Rückschluss auf die Festigkeit eines Betons. Die zurückgezogene DIN 1048-2:1991 „Prüfverfahren für Beton; Festbeton in Bauwerken und Bauteilen" enthält eine Tabelle, die den Zusammenhang zwischen den Ergebnissen der Prüfung mit dem Schmidt'schen Rückprallhammer und der Betonfestigkeitsklasse angibt. Beton ist allerdings ein recht inhomogener Werkstoff. Poren, Sandnester, oberflächennaher Kies u. Ä. beeinflussen die Messung stark. Um einen repräsentativen, aussagefähigen Mittelwert zu erhalten ist eine ausreichende Zahl von Messungen an verschiedenen Stellen zu machen.

Eine zweite Möglichkeit zur Bestimmung der Betongüte ist die Entnahme von Bohrkernen. Dies sollte jedoch an Stellen geschehen, die im Schadensfall nicht von wassergefährdenden Stoffen erreicht werden. Ansonsten ist das Bohrloch flüssigkeitsdicht zu verschließen. Der Bohrkern, an dem die Betonfestigkeit geprüft wird, wird dabei zerstört. Durch Entnahme eines weiteren Bohrkernes kann auch das Eindringverhalten von Flüssigkeiten in einen vorhandenen Beton bestimmt werden. Die Regel, die das Verfahren beschreibt, ist die DAfStb-Richtlinie „Betonbau beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen – Teil 3: Instandsetzung – Anhang A: Prüfverfahren". Ein Bohrkern erlaubt darüber hinaus die Beurteilung der Lage der Bewehrung (Betonüberdeckung) und der Güte der Verarbeitung (Kies- oder Sandnester u. Ä.).

Beton der Festigkeitsklasse B25 DIN 1045 wurde in der Vergangenheit meistens für die Herstellung von Auffangbecken und Tankfundamenten verwendet, teilweise auch in der Ausführung WU (wasserundurchlässig). Die Lagerung von Stoffen, die Beton besonders leicht durchdringen können (z. B. leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe wie 1.1.1-Trichlorethan, Trichlorethylen, Tetrachlorethylen, Dichlormethan u. Ä.) ist nur zulässig, wenn eine ausreichend geringe Eindringtiefe an einem Bohrkern nach dem Verfahren der DAfStb-Richtlinie „Betonbau beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen – Teil 3: Instandsetzung – Anhang A: Prüfverfahren" nachgewiesen wird. Ein alter, gut hergestellter Ortbeton der Festigkeitsklasse B25 wird die Anforderungen im Regelfall erfüllen.

Weiter muss das Fundament nachweislich eine Dicke von mehr als 20 cm haben. Auch dies kann über einen Bohrkern nachgewiesen werden, wenn die Fundamentdicke nicht aus den Bauunterlagen hervorgeht. Weiter darf das Fundament keine durchgehenden Risse aufweisen. Bei einem darauf stehenden Tank kann nur der äußere Rand beurteilt werden. Ist dieser rissfrei, wird angenommen, dass auch das ganze Fundament rissfrei ist.

Zusätzlicher Prüfumfang

I Nullprüfung

- Bei Abtragsraten $> 0,1$ mm/a (ermittelt anhand von Werten aus Werkstofftabellen, aus Laboruntersuchungen oder anhand reell bestimmter Werte) ist eine Nullprüfung erforderlich.
- Der ordnungsgemäße Zustand des Tanks wird durch eine innere Prüfung überprüft.
- Eine Wanddickenmessung zur Bestimmung der Außenkorrosion ist nicht erforderlich.

I Wiederkehrende Prüfungen

- Beträgt die Abtragsrate $> 0,1$ mm/a, sind wiederkehrende innere Prüfungen durchzuführen. Das Prüfintervall für die wiederkehrenden inneren Prüfungen richtet sich nach der aufgrund der statischen Berechnung erforderlichen Mindestwanddicke. In keinem Fall darf der Wert von 3 mm unterschritten werden. Die Abtragsrate darf nicht größer als 0,5 mm/a sein. Eine wiederkehrende Wanddickenmessung zur Bestimmung der Außenkorrosion ist nicht erforderlich. Bei Innenbeschichtungen nach TRbF 401:1981/TRbF 402:1981 oder mit bauaufsichtlichem Verwendbarkeitsnachweis können die inneren Prüfungen entfallen, wenn eine wiederkehrende Prüfung nach 5 Jahren keine Mängel ergeben hat.
- Bei eingeschränkter Nachprüfbarkeit des Zustands des Auffangraums unterhalb des Tankbodens sind innere Prüfungen analog der Gruppe 4 durchzuführen.

Bei der Aufstellungsart der Gruppe 1 ist der Tankboden zu überwachen und sein Verhalten im Betrieb zu verfolgen. Da bei Einhaltung der vorgegebenen Abstände zwischen Tankboden und Fundament die Kontrollierbarkeit des Tankbodens verhältnismäßig gut möglich ist bzw. die schnelle und sichere Erkennbarkeit von Leckagen in ausreichendem Maße gegeben ist, sind Prüfungen nur unter ungünstigen Randbedingungen erforderlich. Diese ungünstigen Randbedingungen sind:

- Abtragsrate größer 0,1 mm/a, ermittelt aus vorhandenen Messwerten oder der Literatur, oder
- die Kontrolle des Tankbodens und des Auffangraums ist nicht sicher möglich, da die Abstände zwischen Tankboden und Fundament geringer sind als für die Aufstellungsgruppe 1 gefordert. Dies dürfte regelmäßig auf das Tankfundament mit Rinnen zutreffen, da die Rinnen oft niedriger als 10 cm sind und einen recht großen Abstand voneinander haben.

An Prüfungen sind durchzuführen:

- eine Nullprüfung (nur erforderlich bei einer Abtragsrate $> 0,1$ mm/a) zur Feststellung eines Referenzzustands als Ausgangsmessung für die Verfolgung des Verhaltens des Tankbodens im Betrieb, siehe den Kommentar zu 2.1.7. Zur Nullprüfung gehört eine innere Prüfung. Auf eine Messung der Blechdicke des Bodens darf verzichtet werden
- wiederkehrende Prüfungen sind durchzuführen, wenn die Abtragsrate $> 0,1$ mm/a beträgt. Es ist eine innere Untersuchung durchzuführen; dies geschieht durch Augenschein. Eine Wanddickenmessung ist nicht gefordert, kann aber zur Unterstützung des optischen Befunds hilfreich sein. Eine solche zusätzliche Wanddickenmessung kann sich auf auffällige Punkte beschränken, muss also nicht flächendeckend sein. Die Prüfintervalle sind für die Aufstellungsgruppe 1 nicht festgelegt. Sie sind vom Betreiber des Tanks, eventuell zusammen mit einem Sachverständigen, so festzulegen, dass die statisch erforderliche Mindestdicke des Bodens bzw. 3 mm nicht unterschritten werden.

Eine Sonderregel gilt für Tanks mit Innenbeschichtung, sofern diese den (aufgehobenen) TRbF 401 oder TRbF 402 entsprechen oder ein bauaufsichtlicher Verwendbarkeitsnachweis des DIBt für sie erteilt worden ist. Innere Prüfungen können entfallen, wenn eine innere Untersuchung nach einer fünfjährigen Betriebszeit der Innenbeschichtung keine Mängel ergeben hat. Auskunft darüber, welche beschichtungsspezifischen Prüfungen durchzuführen sind, geben die genannten TRbF bzw. der Verwendbarkeitsnachweis. Sind nach fünfjährigem Betrieb keine Mängel an der Beschichtung feststellbar, gilt sie als dauernd beständig, solange die Betriebsweise, hier insbesondere das Lagergut, nicht geändert wird.

Beschichtungen, die nicht der TRbF 401 oder TRbF 402 entsprechen bzw. keinen Verwendbarkeitsnachweis haben, erfüllen nicht die Anforderungen dieser TRwS. Wenn sie dem Schutz des Lagerguts vor unerwünschten Veränderungen durch den Tankwerkstoff, zum Beispiel Verfärbungen, bei ansonsten gegebener Beständigkeit des Tankwerkstoffs dienen, können die Prüfintervalle durch den Betreiber nach seinem Ermessen festgesetzt werden. Sind die Beschichtungen jedoch erforderlich, um den Tankwerkstoff vor Abtrag zu schützen, ist ihre Wirksamkeit durch regelmäßige Prüfungen sicherzustellen. Die Art und Fristen der wiederkehrenden Prüfungen der Beschichtung sollten nach den Erfahrungen des Betriebs und eventuell vorhandenen Beständigkeitsangaben bzw. Empfehlungen des Lieferanten in Abstimmung mit dem Sachverständigen festgelegt werden.

Wenn die ermittelte Abtragsrate $\leq 0,1$ mm/a beträgt, sind keine Prüfungen erforderlich. Zusammen mit der – wenn auch nur eingeschränkt – gegebenen Überwachung des Tankbodens und des Fundaments als Teil der Rückhalteeinrichtung werden die Anforderungen der AwSV ohne zusätzliche Maßnahmen als erfüllt angesehen.

Eine Abtragsrate von 0,5 mm/a darf nicht überschritten werden. Wenn dies aber doch der Fall ist, (z. B. eine nur kurzzeitige Nutzung oder regelmäßiges chemisches Reinigen unter Materialabtrag), heißt das nur, dass die Prüfvorgaben für die Aufstellungsgruppe 1 nicht angewandt werden dürfen, sondern verschärft werden müssen. Insbesondere regelmäßige Wanddickenmessungen müssen zur Verfolgung des Abtrages und zur rechtzeitigen Außerbetriebnahme eines solchen Tanks bei Erreichen der Mindestdicken durchgeführt werden. Da Abtragsraten von mehr als

0,5 mm/a aber die Gebrauchsdauer eines Tanks auf ein normalerweise unwirtschaftliches Maß verkürzen, dürfte es sich dabei um seltene Ausnahmefälle handeln.

Infrastrukturelle Maßnahmen am Flachbodentank

Die betriebliche Überwachung erfolgt durch mindestens eine selbsttätige Störmeldeeinrichtung in Verbindung mit einer ständig besetzten Betriebsstätte oder durch Überwachung mittels arbeitstäglichem Kontrollgänge und Aufzeichnung der Abweichung vom bestimmungsgemäßen Betrieb.

Zur betrieblichen Überwachung wird auf 4.1.5 verwiesen.

5.2.2 Gruppe 2

5.2.2.1 Vorbemerkung

Für Tanks der Gruppe 2 ist die schnelle und zuverlässige Erkennbarkeit von Undichtheiten im Bereich des Tankbodens als gleichwertig erreicht anzusehen, wenn für die jeweilige Ausführungsart die nachfolgend aufgeführten Punkte erfüllt sind.

Die ausreichend schnelle und sichere Erkennbarkeit von Leckagen wird bei Tanks der Aufstellungsgruppe 2 angenommen, wenn die nachfolgenden Bedingungen erfüllt sind (siehe auch den Kommentar zu 5.1). Technische Abweichungen im Vergleich zu den Anforderungen an einen Neubau werden durch organisatorische Maßnahmen, hauptsächlich Prüfungen, ausgeglichen, sodass insgesamt ein mit dem Besorgnisgrundsatz zu vereinbarender Gesamtzustand eintritt. Bei Tanks der Aufstellungsgruppe 2 sind die Tankböden einer optischen Kontrolle auf ihren Zustand ebenso entzogen wie das Fundament. Ein sicherer Betrieb wird durch flüssigkeitsbeständige Zwischenlagen zwischen Tankboden und Fundament erreicht. Leckagen im Tankboden machen sich durch einen Flüssigkeitsaustritt am Tankrand bemerkbar. Ähnliche Aufstellungsarten sind auch für den Neubau zugelassen.

5.2.2.2 Blockfundament mit zusätzlicher Sperrschicht (Kunststoffbahn mit bauaufsichtlichem Verwendbarkeitsnachweis)

Anforderungen an die Sperrschicht

Anforderungen an die Sperrschicht sind in dem bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweis geregelt. Der Bericht über den ordnungsgemäßen Einbau der Sperrschicht liegt vor, ansonsten gilt 5.2.2.3.

Der Nachweis der Beständigkeit gegen die gelagerten Flüssigkeiten gilt durch den bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweis als erbracht. Er enthält ebenso Angaben zum Einbau und zur Prüfung während des Einbaus. Dies rechtfertigt die Zuordnung zu einer Aufstellungsgruppe, die die Anforderungen der AwSV weitgehend erfüllt und daher mit verhältnismäßig wenigen zusätzlichen Maßnahmen auskommt. Da der Nachweis der Beständigkeit der Sperrschicht erbracht ist und das Fundament damit nicht in Berührung mit etwa ausgetretenen wassergefährdenden Flüssigkeiten kommt, werden an das Fundament über die ausreichende Tragfähigkeit hinaus keine Anforderungen gestellt.

Es ist nicht unüblich, dass bei Auffangräumen aus Beton, die beschichtet werden, auch die Seitenflächen des Fundaments und die Auflagefläche des Tanks, unter Weglassung der Bitumschicht, mitbeschichtet werden. Sofern für das Beschichtungssystem ein bauaufsichtlicher Verwendbarkeitsnachweis erteilt wurde, wird man diese Aufstellungsart zu den Aufstellungsarten der Gruppe 2 rechnen können.

Schutz des Randbereichs gegen Außenkorrosion

Die Randbereiche des Tankbodens sind gegen das Eindringen von Feuchtigkeit zu schützen, um Außenkorrosion zu vermeiden (z. B. durch geeignete Werkstoffe, Beschichtungen, Schürzen).

Es wird auf den Kommentar zu 4.1.3 verwiesen.

Zusätzlicher Prüfumfang

I Nullprüfung

- Die Abtragsrate ist anhand von Werten aus Werkstofftabellen, aus Laboruntersuchungen oder anhand reell bestimmter Werte zu ermitteln.
- Der ordnungsgemäße Zustand des Tanks wird durch eine innere Prüfung überprüft.
- Eine Wanddickenmessung zur Bestimmung der Außenkorrosion ist nicht erforderlich.

I Wiederkehrende Prüfungen

Beträgt die Abtragsrate $> 0,1$ mm/a, sind wiederkehrende innere Prüfungen durchzuführen. Das Prüfintervall für die wiederkehrenden inneren Prüfungen richtet sich nach der aufgrund der statischen Berechnung erforderlichen Mindestwanddicke. In keinem Fall darf der Wert von 3 mm unterschritten werden. Die Abtragsrate darf nicht größer als 0,5 mm/a sein. Eine wiederkehrende Wanddickenmessung zur Bestimmung der Außenkorrosion ist nicht erforderlich. Bei Innenbeschichtungen nach TRbF 401:1981/TRbF402:1981 oder mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung können die inneren Prüfungen entfallen, wenn eine wiederkehrende Prüfung nach 5 Jahren keine Mängel ergeben hat.

Auf den Kommentar zu 5.2.1 Punkt „wiederkehrende Prüfungen“ wird verwiesen.

Infrastrukturelle Maßnahmen am Flachbodentank

Die betriebliche Überwachung erfolgt durch mindestens eine selbsttätige Störmeldeeinrichtung in Verbindung mit einer ständig besetzten Betriebsstätte oder durch Überwachung mittels arbeitstäglicher Kontrollgänge und Aufzeichnung der Abweichung vom bestimmungsgemäßen Betrieb.

Zur betrieblichen Überwachung wird auf 4.1.5 verwiesen.

5.2.2.3 Blockfundament mit zusätzlicher Sperrschicht (Metallplatte, Kunststoffbahn ohne bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweis)

Anforderungen an die Sperrschicht

Die Kunststoffbahn weist eine Mindestdicke von 0,8 mm auf.

Die Sperrschicht ist gegenüber dem Lagermedium beständig. Der Nachweis der Beständigkeit gegenüber dem Lagermedium wurde beim Einbau durch ein unabhängiges Institut oder Labor geführt und muss von einem Sachverständigen bestätigt worden sein.

Bei Sperrschichten, für die kein bauaufsichtlicher Verwendbarkeitsnachweis vorliegt, müssen die verlangten Eigenschaften anderweitig nachgewiesen werden. Wie genau diese Nachweise aussehen sollen, ist nicht gesagt, jedoch wird man verlangen müssen, dass die ihnen zugrunde liegenden Versuche und Ergebnisse nachvollziehbar und so dokumentiert sind, dass die Anwendbarkeit auf einen bestimmten Anwendungsfall möglich ist. Ein Vorgehen in möglichster Anlehnung an die entsprechenden Bau- und Prüfgrundsätze des DIBt dürfte die Akzeptanz solcher Untersuchungen steigern. Eine Mindestdicke ist im Sinne einer sicheren Verarbeitung, insbesondere der Herstellung dichter Schweißnähte oder Klebverbindungen, und der Empfindlichkeit gegen Beschädigungen, die bei dünnen Kunststoffbahnen besonders hoch ist, gefordert. Alles in allem macht die TRwS 788 deutliche Abstriche bei

der Vertrauenswürdigkeit von Kunststoffbahnen ohne bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweis. Dies schlägt sich auch in den geforderten Prüfungen nieder.

Schutz des Randbereichs gegen Außenkorrosion

Die Randbereiche des Tankbodens sind gegen das Eindringen von Feuchtigkeit zu schützen, um Außenkorrosion zu vermeiden (z. B. durch geeignete Werkstoffe, Beschichtungen, Schürzen).

Es wird auf den Kommentar zu 4.1.3 verwiesen.

Anforderungen an das Fundament

Das bestehende Fundament erfüllt folgende Anforderungen:

- die Qualität des Betons entspricht B 25 nach DIN 1045 in der zum Zeitpunkt der Errichtung geltenden Fassung bzw. C20/25 nach DIN 1045-2 in Verbindung mit DIN EN 206-1 oder mehr; dies wird belegt oder durch Entnahme eines Bohrkerns bzw. durch die Methode „Schmidt’scher Rückprallhammer“ geprüft,
- das Fundament hat eine Dicke von mindestens 20 cm und
- nach visueller Beurteilung weist das Fundament im sichtbaren Bereich keine durchgehenden Risse auf.

Unter diesen Voraussetzungen ist eine Ermittlung der Eindringtiefen der Lagermedien nicht erforderlich. Die Lagerung leichtflüchtiger halogenierter Kohlenwasserstoffe, z. B. 1.1.1-Trichlorethan, Trichlorethylen, Tetrachlorethylen, Dichlormethan, ist ohne weitere Nachweise nicht zulässig.

Da eine Kunststoffbahn ohne bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweis nicht immer dieselbe Sicherheit bezüglich Beständigkeit gegen das Lagermedium bietet und bezüglich der Verarbeitung unregelmäßiger ist als bei Vorliegen eines Verwendbarkeitsnachweises, gilt eine solche Kunststoffbahn nicht als flüssigkeitsdicht. Folgerichtig werden Anforderungen an das Tankfundament als Teil des flüssigkeitsdichten Auffangraums gestellt. Zu den Anforderungen und ihrem Nachweis wird auf den Kommentar zu 5.2.1 verwiesen.

Zusätzlicher Prüfumfang

■ Nullprüfung

Der ordnungsgemäße Zustand des Tanks wird durch eine

- innere Prüfung und
 - Wanddickenmessung des gesamten Tankbodens
- überprüft.

Im Rahmen der Nullprüfung ist eine innere Untersuchung und eine Wanddickenmessung des gesamten Bodens („Floor-Scan“) durchzuführen. Bezüglich der Prüfungen wird auf die Kommentare zu 2.1.6, 2.1.8 und 2.1.9 verwiesen.

■ Wiederkehrende Prüfungen

Beträgt die Abtragsrate $> 0,1$ mm/a, sind wiederkehrende innere Prüfungen durchzuführen. Das Prüfintervall für die wiederkehrenden inneren Prüfungen richtet sich nach der aufgrund der statischen Berechnung erforderlichen Mindestwanddicke. In keinem Fall darf der Wert von 3 mm unterschritten werden. Die Abtragsrate darf nicht größer als 0,5 mm/a sein. Eine wiederkehrende Wanddickenmessung zur Bestimmung der Außenkorrosion ist nicht erforderlich. Bei Innenbeschichtungen nach TRbF 401:1981/TRbF402:1981 oder mit bauaufsichtlichem Verwendbarkeitsnachweis können die inneren Prüfungen entfallen, wenn eine wiederkehrende Prüfung nach 5 Jahren keine Mängel ergeben hat.

Auf den Kommentar zu 5.2.1 Punkt „wiederkehrende Prüfungen“ wird verwiesen.

Infrastrukturelle Maßnahmen am Flachbodentank

Die betriebliche Überwachung erfolgt durch mindestens eine selbsttätige Störmeldeeinrichtung in Verbindung mit einer ständig besetzten Betriebsstätte oder durch Überwachung mittels arbeitstäglicher Kontrollgänge und Aufzeichnung der Abweichung vom bestimmungsgemäßen Betrieb.

Zur betrieblichen Überwachung wird auf 4.1.5 verwiesen.

5.2.2.4 Tank in Tank

Zur Aufstellungsart „Tank in Tank“ wird auf den Kommentar zu 4.2.8 verwiesen.

Schutz gegen Außenkorrosion

Der Boden des inneren Tanks ist auf seiner Unterseite ausreichend gegen Außenkorrosion geschützt, z. B. durch eine Bitumschicht/bituminöses Mischgut. Die Randbereiche des Außentanks sind gegen das Eindringen von Feuchtigkeit zu schützen, um Außenkorrosion zu vermeiden (z. B. durch geeignete Werkstoffe, Beschichtungen, Schürzen).

Es wird auf den Kommentar zu 4.1.3 verwiesen.

Zusätzlicher Prüfumfang

I Nullprüfung

Der ordnungsgemäße Zustand des Tanks wird durch eine

- innere Prüfung und
 - Wanddickenmessung des gesamten Tankbodens
- überprüft.

Bezüglich der Prüfungen wird auf die Kommentare zu 2.1.6, 2.1.8 und 2.1.9 verwiesen.

I Wiederkehrende Prüfungen

Beträgt die Abtragsrate $> 0,1 \text{ mm/a}$, sind wiederkehrende innere Prüfungen durchzuführen. Das Prüfintervall für die wiederkehrenden inneren Prüfungen richtet sich nach der aufgrund der statischen Berechnung erforderlichen Mindestwanddicke. In keinem Fall darf der Wert von 3 mm unterschritten werden. Die Abtragsrate darf nicht größer als $0,5 \text{ mm/a}$ sein. Eine wiederkehrende Wanddickenmessung zur Bestimmung der Außenkorrosion ist nicht erforderlich. Bei Innenbeschichtungen nach TRbF 401:1981/TRbF402:1981 oder mit bauaufsichtlichem Verwendbarkeitsnachweis können die inneren Prüfungen entfallen, wenn eine wiederkehrende Prüfung nach 5 Jahren keine Mängel ergeben hat.

Auf den Kommentar zu Abschnitt 5.2.1 Punkt „wiederkehrende Prüfungen“ wird verwiesen.

Infrastrukturelle Maßnahmen am Flachbodentank

Die betriebliche Überwachung erfolgt durch mindestens eine selbsttätige Störmeldeeinrichtung in Verbindung mit einer ständig besetzten Betriebsstätte oder durch Überwachung mittels arbeitstäglicher Kontrollgänge und Aufzeichnung der Abweichung vom bestimmungsgemäßen Betrieb.

Zur betrieblichen Überwachung wird auf 4.1.5 verwiesen.

5.2.2.5 Doppelter Boden mit diskontinuierlicher Überwachung

Nicht alle vorhandenen Tanks mit doppeltem Boden sind auch mit einer kontinuierlich arbeitenden Leckageerkennungseinrichtung ausgerüstet. Ansonsten entsprechen sie dem üblichen, im Kommentar zu 4.2.2 beschriebenen Aufbau einschließlich der dort genannten Nachteile bezüglich eventueller Ausbesserungen insbesondere des unteren Bodens. Eine Nachrüstung mit einem Unterdruck-Leckanzeigesystem sollte in vielen Fällen recht problemlos möglich sein.

Schutz gegen Außenkorrosion

Der äußere Tankboden ist auf seiner Unterseite ausreichend gegen Außenkorrosion geschützt, z. B. durch:

■ eine Bitumenschicht/bituminöses Mischgut

oder

■ kathodischen Korrosionsschutz.

Die Randbereiche des Tankbodens sind gegen das Eindringen von Feuchtigkeit zu schützen, um Außenkorrosion zu vermeiden (z. B. durch geeignete Werkstoffe, Beschichtungen, Schürzen).

Der Überwachungsraum, d. h. der Raum zwischen den beiden Tankböden, bildet gleichzeitig die Rückhalteeinrichtung unterhalb des Tanks. Es ist dafür unabdingbar, dass der untere Boden dicht ist und nicht durch Korrosion von unten derart geschädigt wird, dass es zu einer örtlichen Zerstörung des unteren Bodens kommt. Daher ist der untere Boden gegen Korrosion zu schützen. Dazu ist entweder eine bituminöse Zwischenlage einzubringen, die auch als Ausgleich für Unebenheiten des Fundaments dient, oder ein kathodischer Korrosionsschutz. Wichtig ist, dass Eindringen von Feuchtigkeit unter den Boden zu verhindern, da ansonsten Spaltkorrosion gefördert wird. Je nach Ausführung dieser Abdichtung benötigt sie einen mehr oder weniger hohen Instandhaltungsaufwand.

Zusätzlicher Prüfumfang

■ Nullprüfung

- Der ordnungsgemäße Zustand des Tanks wird durch eine innere Prüfung überprüft.

■ Wiederkehrende Prüfungen

- Beträgt die Abtragsrate $> 0,1$ mm/a, sind wiederkehrende innere Prüfungen durchzuführen. Das Prüfintervall für die wiederkehrenden inneren Prüfungen richtet sich nach der aufgrund der statischen Berechnung erforderlichen Mindestwanddicke. In keinem Fall darf der Wert von 3 mm unterschritten werden. Die Abtragsrate darf nicht größer als 0,5 mm/a sein. Bei Innenbeschichtungen nach TRbF 401:1981/TRbF402:1981 oder mit bauaufsichtlichem Verwendbarkeitsnachweis können die inneren Prüfungen entfallen, wenn eine wiederkehrende Prüfung nach 5 Jahren keine Mängel ergeben hat.

Im Rahmen der Nullprüfung ist der Zustand des oberen Bodens durch Augenschein festzustellen. Dazu ist er vollständig zu reinigen, sodass eine Beurteilung insbesondere von Stellen, die besonderer Aufmerksamkeit bedürfen (Randbereich, Schweißnähte) möglich ist. Sofern Auffälligkeiten festgestellt werden, wie zum Beispiel Korrosionsmulden, sind weitere Prüfungen wie zum Beispiel Wanddickenmessungen angeraten. Zu den wiederkehrenden Prüfungen wird auf den Kommentar zu 5.2.1 verwiesen.

Infrastrukturelle Maßnahmen am Flachbodentank

Die betriebliche Überwachung erfolgt durch mindestens eine selbsttätige Störmeldeeinrichtung in Verbindung mit ständig besetzter Betriebsstätte oder Überwachung mittels arbeitstäglichem Kontrollgänge und Aufzeichnung der Abweichung vom bestimmungsgemäßen Betrieb.

Zur betrieblichen Überwachung wird auf 4.1.5 verwiesen.

Überwachung der Bodendichtheit während des Betriebs

■ monatliche Kontrollen (z. B. Überwachung mittels Kontrollstutzen)

oder

■ selbstüberwachende Systeme (z. B. Sensorkabel).

Der Raum zwischen den beiden Böden ist regelmäßig daraufhin zu prüfen, ob der Tankinhalt in ihn ausgetreten ist. Dies wäre ein Zeichen für eine Undichtheit des oberen Bodens, worauf unverzüglich Maßnahmen zur Feststellung der Ursache des Austritts zu erfolgen haben. Im Regelfall wird die erste Maßnahme eine innere Untersuchung, begleitet von zerstörungsfreien Prüfungen, sein. Die Kontrolle kann durch das monatliche Öffnen von Kontrollstutzen oder vergleichbarer Einrichtungen erfolgen. Eine bessere Überwachung bieten Sensorkabel, die allerdings schon beim Bau des Tanks eingelegt sein müssen. Sie gestatten auch die Ortung eines Lecks und erleichtern die Suche nach dem Schaden. Alle Überwachungseinrichtungen, sofern sie nicht Über- oder Unterdruck als Messprinzip anwenden, können Undichtheiten des unteren Bodens nicht entdecken.

Besonderheit bei Aufstellung auf Ringfundamenten

Wenn bei einem Auffangraum die Anstauhöhe im Leckagefall größer als die Sockelhöhe des Ringfundaments ist, muss ein für die Dauer der Beanspruchung flüssigkeitsundurchlässiger Anschluss des Tankbodenrands an das Fundament hergestellt werden. Die Dauer der Beanspruchung ergibt sich aus den organisatorischen Maßnahmen und örtlichen Gegebenheiten (z. B. Standmessung im Auffangraum, Alarmierung, Besetzung der Messwarte, Kontrollgänge, Werkfeuerwehr, Umpumpmöglichkeiten).

Ein Ringfundament besteht aus einem Betonring mit einer Erd- oder Kiesfüllung, die mit einer Bitumenschicht als Ausgleich für Unebenheiten und zum Schutz vor Korrosion des Tankbodens von unten aufgebracht wird. Es ist dies keine flüssigkeitsdichte Ausführung im Sinne der AwSV. Es muss daher durch geeignete Maßnahmen verhindert werden, dass im Schadensfall wassergefährdende Flüssigkeiten unter den Tankboden geraten. Am sichersten ist dies gewährleistet, wenn die Sockelhöhe höher ist als die Anstauhöhe der wassergefährdenden Flüssigkeit, die im Schadensfall austritt. Andere Abdichtungen erfordern eine regelmäßige Instandhaltung, damit sie ihrer Aufgabe genügen.

5.2.3 Gruppe 3: Ringfundament mit Kunststoffbahn (mit bauaufsichtlichem Verwendbarkeitsnachweis)

Für Tanks der Gruppe 3 ist die schnelle und zuverlässige Erkennbarkeit von Undichtheiten im Bereich des Tankbodens als gleichwertig erreicht anzusehen, sofern die nachfolgend aufgeführten Punkte erfüllt sind.

Anforderungen an die Kunststoffbahn

Anforderungen an die Kunststoffbahn sind in dem bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweis geregelt.

Der Bericht über den ordnungsgemäßen Einbau der Kunststoffbahn liegt vor, ansonsten gilt 5.2.5.3.

Ein Ringfundament ist aufgrund seiner Bauweise kein Teil der Rückhalteeinrichtung. Die flüssigkeitsdichte Fläche, die unter jedem einfachen Tankboden gefordert ist, muss durch Zwischenlagen erreicht werden. Eine Möglichkeit dazu ist eine Kunststoffbahn, die aber, da sie Teil der Dichtfläche ist, einen bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweis haben muss. Ein Nachweis über den ordnungsgemäßen Einbau muss vorliegen.

Schutz des Randbereichs gegen Außenkorrosion

Die Randbereiche des Tankbodens sind gegen das Eindringen von Feuchtigkeit zu schützen, um Außenkorrosion zu vermeiden (z. B. durch geeignete Werkstoffe, Beschichtungen, Schürzen).

Es wird auf den Kommentar zu 4.1.3 verwiesen.

Zusätzlicher Prüfumfang

I Nullprüfung

Der ordnungsgemäße Zustand des Tanks wird durch eine

- innere Prüfung und
 - Wanddickenmessung des gesamten Tankbodens
- überprüft.

Bezüglich der Prüfungen wird auf die Kommentare zu 2.1.6, 2.1.8 und 2.1.9 verwiesen.

I Wiederkehrende Prüfungen

- Wiederkehrende innere Prüfungen sind entsprechend Tabelle 3 durchzuführen. Zusätzlich richtet sich das Prüfintervall für die wiederkehrende innere Prüfung nach der einzuhaltenden Mindestwanddicke (anhand der statischen Berechnung ermittelt). Der kleinere Wert gilt. In keinem Fall darf der Wert von 3 mm unterschritten werden. Die Abtragsrate darf nicht größer als 0,5 mm/a sein.
- Bei Innenbeschichtungen nach TRbF 401:1981/TRbF402:1981 oder mit bauaufsichtlichem Verwendbarkeitsnachweis können die inneren Prüfungen entfallen, wenn eine wiederkehrende Prüfung nach 5 Jahren keine Mängel ergeben hat.
- Eine wiederkehrende Wanddickenmessung zur Bestimmung der Außenkorrosion ist nicht erforderlich.
- Die Ergebnisse von Schallemissionsprüfungen können als zusätzliche Erkenntnisquelle für die Bewertung des Tankzustands herangezogen werden.

Tabelle 3: Prüfintervall in Jahren für die wiederkehrende innere Prüfung von Flachbodentanks der Gruppe 3

Wiederkehrende innere Prüfung					
Abtrag < 0,01 mm/a hochviskos	Abtrag < 0,01 mm/a nicht hochviskos	Abtrag ≤ 0,1 mm/a hochviskos	Abtrag ≤ 0,1 mm/a nicht hochviskos	Abtrag > 0,1 mm/a hochviskos	Abtrag > 0,1 mm/a nicht hochviskos
Prüfung nicht erforderlich	Prüfung nicht erforderlich	15	10	5	5

Obwohl die zur Abdichtung dienende Kunststoffbahn ihre Brauchbarkeit durch einen bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweis bewiesen hat, werden bei dieser Aufstellungsgruppe darüber hinaus regelmäßige Besichtigungen des Tankbodens vorgeschrieben, um einer Belastung der Folie mit wassergefährdenden Flüssigkeiten möglichst vorzubeugen. Diesem Zweck entsprechend sind die Prüfintervalle der inneren Prüfung nach der zu erwartenden Abtragsrate und dem Fließverhalten der gelagerten Flüssigkeit gestaffelt. Als hochviskos gilt eine Flüssigkeit, wenn ihre dynamische Viskosität bei 20 °C mehr als 1.000 mPa·s beträgt. Eine Wanddickenmessung des Bodens muss nicht erfolgen, ist aber zumindest örtlich angeraten, wenn die innere Untersuchung Korrosion des Tankbodens zeigt.

Tanks mit Innenbeschichtungen sind dabei in jedem Falle, d. h. unabhängig von den in Tabelle 3 gegebenen Fristen, 5 Jahre nach dem Einbau der Beschichtung oder nach einer großflächigen Ausbesserung einer vorhandenen Beschichtung bzw. nach einem Wechsel des Lagerguts einer inneren Untersuchung zuzuführen. Wenn bei dieser Besichtigung keine Mängel festgestellt worden sind, wird die Beschichtung einem Abtrag von $< 0,01$ mm/a gleichgestellt (schließlich wird sie zu dem Zweck des Korrosionsschutzes eingebaut), d. h. weitere innere Prüfungen sind nicht erforderlich.

Eine Schallemissionsprüfung ersetzt die innere Besichtigung nicht, ihre Ergebnisse können jedoch zur Beurteilung des Zustands des Tankbodens herangezogen werden.

Infrastrukturelle Maßnahmen am Flachbodentank

Die betriebliche Überwachung erfolgt durch mindestens eine selbsttätige Störmeldeeinrichtung in Verbindung mit einer ständig besetzten Betriebsstätte oder durch Überwachung mittels arbeitstäglicher Kontrollgänge und Aufzeichnung der Abweichung vom bestimmungsgemäßen Betrieb.

Zur betrieblichen Überwachung wird auf 4.1.5 verwiesen.

5.2.4 Gruppe 4

5.2.4.1 Durchgehendes Fundament, Fundament auf durchgehender Sohle des Auffangraums oder durchgehende Sohle des Auffangraums

Die Aufstellungsgruppe ist in Form des Blockfundaments (durchgehendes Fundament) für Tanks mit kleinem oder mittlerem Durchmesser (bis ca. 25 m) die am häufigsten anzutreffende Aufstellungsart bestehender Flachbodentanks. Fundament und Bodenplatte sind dabei statisch entkoppelt, was die Ausführung sowohl rechnerisch als auch bautechnisch einfacher macht, allerdings um den Preis einer instandhaltungsbedürftigen Fuge. Bei den beiden anderen Ausführungsarten trägt die Bodenplatte zur Lastabtragung bei und muss entsprechend bewehrt werden. Allen drei Aufstellungsarten ist gemeinsam, dass das Fundament aus Beton besteht und Teil der Rückhalteeinrichtung ist.

Für Tanks aus metallischem Werkstoff auf durchgehenden Betonfundamenten der Systeme „Durchgehendes Fundament“, „Fundament auf durchgehender Sohle des Auffangraums“ oder „Durchgehende Sohle des Auffangraums“ ist die schnelle und zuverlässige Erkennbarkeit von Undichtheiten im Bereich des Tankbodens als gleichwertig erreicht anzusehen, wenn die nachfolgenden Punkte erfüllt sind:

Anforderungen an das Fundament

Das bestehende Fundament erfüllt folgende Anforderungen:

- die Qualität des Betons entspricht B 25 nach DIN 1045 in der zum Zeitpunkt der Errichtung geltenden Fassung bzw. C20/25 nach DIN 1045-2 in Verbindung mit DIN EN 206-1 oder mehr; dies wird belegt oder durch Entnahme eines Bohrkerns bzw. durch die Methode „Schmidt'scher Rückprallhammer“ geprüft,
- das Fundament hat eine Dicke von mindestens 20 cm und
- nach visueller Beurteilung weist das Fundament im sichtbaren Bereich keine durchgehenden Risse auf.

Unter diesen Voraussetzungen ist eine Ermittlung der Eindringtiefen der Lagermedien nicht erforderlich. Die Lagerung leichtflüchtiger halogenierter Kohlenwasserstoffe, z. B. 1.1.1-Trichlorethan, Trichlorethylen, Tetrachlorethylen, Dichlormethan, ist ohne weitere Nachweise nicht zulässig.

Zu den Anforderungen und ihrem Nachweis wird auf den Kommentar zu 5.2.1 verwiesen.

Schutz gegen Außenkorrosion

Der Tankboden ist auf seiner Unterseite ausreichend gegen Außenkorrosion geschützt, z. B. durch

- eine Bitumenschicht/bituminöses Mischgut
- oder
- kathodischen Korrosionsschutz.

Die Randbereiche des Tankbodens sind gegen das Eindringen von Feuchtigkeit zu schützen, um Außenkorrosion zu vermeiden (z. B. durch geeignete Werkstoffe, Beschichtungen, Schürzen).

Es wird auf den Kommentar zu 4.1.3 verwiesen.

Zusätzlicher Prüfumfang

■ **Nullprüfung**

Der ordnungsgemäße Zustand des Tanks wird durch eine

- innere Prüfung und
- Wanddickenmessung des gesamten Tankbodens

überprüft.

Bezüglich der Prüfungen wird auf die Kommentare zu 2.1.6, 2.1.8 und 2.1.9 verwiesen.

■ **Wiederkehrende Prüfungen**

- Wiederkehrende innere Prüfungen sind entsprechend Tabelle 4 durchzuführen. Zusätzlich richtet sich das Prüfintervall für die wiederkehrende innere Prüfung nach der einzuhaltenen Mindestwanddicke (anhand der statischen Berechnung ermittelt). Der kleinere Wert gilt. In keinem Fall darf der Wert von 3 mm unterschritten werden. Die Abtragsrate darf nicht größer als 0,5 mm/a sein.
- Eine erste wiederkehrende Wanddickenmessung im Randbereich und gegebenenfalls im Sumpfbereich des Tankbodens ist nach 10 Jahren durchzuführen. Wenn die Nullprüfung ergeben hat, dass ein kürzeres Prüfintervall notwendig ist, gilt dieses. Alle folgenden Wanddickenmessungen sind in Korrelation mit den Prüfzeitpunkten für die inneren Prüfungen festzulegen. Das Prüfintervall kann hierbei auf maximal 20 Jahre verlängert werden (maximales Prüfintervall, wenn vorausgegangene Prüfungen keine Verkürzung des Prüfintervalls erforderlich machen).
- Die Ergebnisse regelmäßiger Schallemissionsprüfungen können als zusätzliche Erkenntnisquelle für die Bewertung des Tankzustands herangezogen werden.

Tabelle 4: Prüfintervall in Jahren für die wiederkehrende innere Prüfung von Flachbodentanks der Gruppe 4

Wiederkehrende innere Prüfung					
Abtrag < 0,01 mm/a hochviskos	Abtrag < 0,01 mm/a nicht hochviskos	Abtrag ≤ 0,1 mm/a hochviskos	Abtrag ≤ 0,1 mm/a nicht hochviskos	Abtrag > 0,1 mm/a hochviskos	Abtrag > 0,1 mm/a nicht hochviskos
10* / 20**	10* / 15**	10* / 15**	10* / 10**	5* / 5**	5* / 5**
ANMERKUNGEN * Erste wiederkehrende innere Prüfung. Wenn die Nullprüfung ergeben hat, dass ein kürzeres Prüfintervall notwendig ist, gilt dieses. ** Maximales Prüfintervall bei weiteren wiederkehrenden inneren Prüfungen, wenn vorausgegangene Prüfungen keine Verkürzung des Prüfintervalls erforderlich machen.					

Da der Beton der Fundamente bestehender Flachbodentanks nicht immer den Ansprüchen der derzeit gültigen TRwS 786 entspricht (d. h. Betongüte B35 bzw. C30/37 mit Bauüberwachung ÜK 2 DIN 1045-3 durch eine anerkannte Überwachungsstelle), muss zusätzlich durch entsprechende Prüfungen sichergestellt werden, dass der Tankboden seine Funktion der Einschließung der wassergefährdenden Flüssigkeit nicht verliert. Diesem Zweck entsprechend sind die Prüfintervalle der inneren Prüfung nach der zu erwartenden Abtragsrate und dem Fließverhalten der gelagerten Flüssigkeit gestaffelt. Als hochviskos gilt eine Flüssigkeit, wenn ihre dynamische Viskosität bei 20 °C größer als 1.000 mPa·s beträgt. Eine Wanddickenmessung des Bodens muss zunächst nach 10 Jahren und danach regelmäßig in den in Tabelle 4 gegebenen Zeitintervallen erfolgen. Die Prüfintervalle sind zu verkürzen, wenn erwartet werden muss, dass der Tankboden bei Anwendung des längeren Regelprüfintervalls die statisch erforderliche bzw. die Mindestdicke von 3 mm erreicht oder unterschreitet. Die Abschätzung ist anhand von Abtragsraten zu führen, die aus der Literatur oder aus Messungen ermittelt wurden. Wenn im Rahmen der Nullprüfung erstmals eine Wanddickenmessung durchgeführt wird, kann die Abtragsrate durch Vergleich mit den in den Zeichnungen vermerkten Blechdicken erfolgen. Das Prüfintervall kann entsprechend der Tabelle 4 verlängert werden, wenn nicht zu erwarten steht, dass die Mindest-Blechdicke bis zur nächsten Prüfung unterschritten wird.

Eine Schallemissionsprüfung ersetzt die innere Besichtigung und die Wanddickenmessung nicht, ihre Ergebnisse können jedoch zur Beurteilung des Zustands des Tankbodens herangezogen werden.

Besonderheiten

Bei Behältern aus nicht rostendem Stahl oder Aluminium entfallen die Korrosionsschutzbeschichtungen. Bei solchen Behältern ist die Abtragsrate an der Bodenunterseite durch geeignete stichprobenartige Untersuchungen an aussagekräftigen Stellen zu bestimmen, sofern Außenkorrosion nicht ausgeschlossen werden kann.

Austenitische Edelstähle (in der TRwS 788 als nicht rostender Stahl bezeichnet) und Aluminium sind gegen die Einflüsse der Umgebung, sei es aus der Atmosphäre oder aus feuchtem Untergrund weitgehend beständig, sodass im Regelfall Korrosionsschutzmaßnahmen, wie sie für Tankböden aus ferritischen Stählen unverzichtbar sind, nicht erforderlich sind. Es ist lediglich dafür zu sorgen, dass sie nicht mit Chloriden in Kontakt kommen. Bei Tankböden ist demnach darauf zu achten, dass für die Auflagefläche chloridfreie Materialien verwandt werden.

Bei Innenbeschichtungen nach TRbF 401:1981/TRbF402:1981 oder mit bauaufsichtlichem Verwendbarkeitsnachweis gelten für die innere Prüfung die Prüfintervalle der Spalte „Abtrag < 0,01 mm/a“, wenn eine wiederkehrende Prüfung nach 5 Jahren keine Mängel ergeben hat.

Tanks mit Innenbeschichtungen sind in jedem Falle, d. h. unabhängig von den in Tabelle 4 gegebenen Fristen, 5 Jahre nach dem Einbau der Beschichtung oder nach einer großflächigen Ausbesserung einer vorhandenen Beschichtung bzw. nach einem Wechsel des Lagerguts einer inneren Untersuchung zuzuführen. Wenn bei dieser Besichtigung keine Mängel festgestellt worden sind, wird die Beschichtung einem Abtrag von < 0,01 mm/a gleichgestellt (schließlich wird sie zu dem Zweck des Korrosionsschutzes eingebaut). Wanddickenmessungen sind oftmals nicht möglich, da dazu die Beschichtungen zerstört werden müssen. Der Zustand der Beschichtung ist jedoch bei den inneren Untersuchungen messtechnisch festzustellen; je nach Art der Beschichtung kommen hierfür Hochspannungsprüfungen gemäß DIN 55670 „Beschichtungsstoffe – Prüfung von Beschichtungen auf Poren und Risse mit Hochspannung“, Messungen der Shore-Härte und eine Messung der Beschichtungsdicke in Frage.

Bei Abtragsraten $\leq 0,1$ mm/a und einem Wanddickenzuschlag von $Z \geq 1$ mm auf die statisch erforderliche Mindestwanddicke sind die Prüfintervalle für die innere Prüfung der korrespondierenden Spalte mit dem nächstniedrigeren Abtrag zu übernehmen.

Der Wanddickenzuschlag (auch Abnutzungsvorrat oder Korrosionszuschlag genannt) geht nicht in die statische Berechnung eines Tanks ein. Er gilt im Sinne des Nachweises der ausreichenden Bemessung als nicht vorhanden und kann damit durch Korrosion oder andere Schädigungsmechanismen

aufgebraucht werden, ohne dass dies zu einem Mangel führen würde. Aufgrund dieser Reserve können die Prüfintervalle verlängert werden. Es gelten bei einer ermittelten Abtragsrate von $> 0,1$ mm/a die günstigeren Fristen für die Abtragsrate von $0,01$ mm/a. Wenn der Abnutzungszuschlag aufgebraucht und die Mindestwanddicken noch nicht erreicht sind, kann der Tank zwar weiter betrieben werden, es darf dann aber die Vergünstigung der längeren Fristen nicht mehr in Anspruch genommen werden; es sind dann die kürzeren Regelfristen anzuwenden. Eine Lebensdauerabschätzung, wie sie in Abschnitt 5.2.6 für Tanks der Aufstellungsgruppe 6 beschrieben ist, kann in einem solchen Fall wertvolle Erkenntnisse über die weitere Lebensdauer eines Tankbodens und die erforderlichen Prüfungen und (eventuell verkürzten) Prüffristen ergeben.

Infrastrukturelle Maßnahmen am Flachbodentank

Die betriebliche Überwachung erfolgt durch mindestens eine selbsttätige Störmeldeeinrichtung in Verbindung mit einer ständig besetzten Betriebsstätte oder durch Überwachung mittels arbeitstäglich-er Kontrollgänge und Aufzeichnung der Abweichung vom bestimmungsgemäßen Betrieb.

Zur betrieblichen Überwachung wird auf 4.1.5 verwiesen.

5.2.4.2 Fundament mit bindigem Boden als Sperrschicht

Für Tanks auf Ringfundamenten oder auf Fundamenten aus verdichtetem Kies/Sand mit bindigem Boden als Sperrschicht sind die Voraussetzungen für einen sicheren Betrieb gewährleistet, sofern die nachfolgenden Punkte erfüllt sind:

Anforderungen an den bindigen Boden

Der bindige Boden muss in einer mindestens 30 cm starken Schicht aus schwer durchlässigem Boden so eingebaut sein, dass die ausgelaufene Flüssigkeit innerhalb von 3 Tagen nicht tiefer als 20 cm eindringen kann (erforderlicher Durchlässigkeitsbeiwert für die Erdstoffe einer Dichtungsschicht $k_f < 1 \times 10^{-8}$ m/s). Bei bindigen Böden mit kleinerem Durchlässigkeitswert kann eine geringere Schichtdicke zugelassen werden, wenn die nicht kontaminierte Schichtdicke mindestens 10 cm beträgt.

Die ausreichende Undurchlässigkeit muss im Einzelfall für die gesamte Sperrschicht durch ein Bodengutachten nachgewiesen sein.

Bindiger Boden wurde in der Vergangenheit häufig unter Flachbodentanks, insbesondere bei solchen mit großem Durchmesser, als Abdichtung gegen den Untergrund bzw. das Grundwasser eingebaut. „Bindiger Boden“ bezeichnet dabei Böden mit geringer Durchlässigkeit für Wasser, wie zum Beispiel Schluffe, Tone, Lehm oder Mergel.

Die Durchlässigkeit eines Bodens hängt ab von seiner Porosität und der Viskosität der Flüssigkeiten, die durch ihn strömen. Als Maß für die Durchlässigkeit dient der Durchlässigkeitsbeiwert k_f . Seine Bestimmung erfolgt nach DIN EN ISO 14688-1 „Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden – Teil 1: Benennung und Beschreibung“ bzw. der Vorgängernorm DIN 18130-1 „Baugrund, Untersuchung von Bodenproben; Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwerts – Teil 1: Laborversuche“. Weitere Normen in diesem Zusammenhang sind (nicht abschließend):

- DIN EN 1997 „Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik
 - Teil 1: Allgemeine Regeln,
 - Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds“,
- DIN 1054 „Baugrund – Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau“,
- DIN 4020 „Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke – Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-2“.

Kommentar zum DWA-A 788 (TRwS 788)

Nach DIN 18130-1 werden folgende Durchlässigkeitsbereiche unterschieden:

Tabelle K.2: Durchlässigkeitsbeiwerte nach DIN 18130-1:1998

Durchlässigkeitsbeiwert k_f in m/s	Bereich
unter 10^{-8}	sehr schwach durchlässig
10^{-8} bis 10^{-6}	schwach durchlässig
10^{-6} bis 10^{-4}	durchlässig
10^{-4} bis 10^{-2}	stark durchlässig
über 10^{-2}	sehr stark durchlässig

Über die Durchlässigkeit verschiedener Bodenarten gibt die nachfolgende Tabelle Auskunft:

Tabelle K.3: Durchlässigkeitsbeiwerte verschiedener Bodenarten (Quelle: Arbeitsblatt DWA-A 138:2005)

Bodenart	k_f in m/s
Grobkies	$5 \cdot 10^{-1}$ bis $5 \cdot 10^{-3}$
Fein-/Mittelkies	$2 \cdot 10^{-2}$ bis $5 \cdot 10^{-4}$
sandiger Kies	$2 \cdot 10^{-2}$ bis $3 \cdot 10^{-4}$
Grobsand	$5 \cdot 10^{-3}$ bis $2 \cdot 10^{-4}$
Mittelsand	$2 \cdot 10^{-3}$ bis $5 \cdot 10^{-5}$
Feinsand	$5 \cdot 10^{-4}$ bis $5 \cdot 10^{-6}$
schluffiger Sand, sandiger Schluff	$5 \cdot 10^{-5}$ bis $5 \cdot 10^{-8}$
Schluff	$5 \cdot 10^{-5}$ bis $1 \cdot 10^{-9}$
toniger Schluff	$5 \cdot 10^{-6}$ bis $1 \cdot 10^{-10}$
schluffiger Ton, Ton	$1 \cdot 10^{-8}$ bis $1 \cdot 10^{-11}$

Ein bindiger Boden als flüssigkeitsdichte Schicht im Sinne dieser TRwS muss einen Durchlässigkeitsbeiwert von $\leq 10^{-8}$ m/s haben. Die Schichtdicke beträgt dann mindestens 30 cm. Eine aus dem Tankboden austretende Flüssigkeit darf in drei Tagen nicht tiefer als 20 cm eindringen. Dies ist zunächst ein Materialkennwert für den eingebauten Boden. Er bestimmt aber indirekt die Zeit, die vom Auftreten einer Undichtheit bis zu deren Abstellung vergehen darf dadurch, dass eine unbelastete Schicht von 10 cm verbleiben muss. Eine geringe Durchlässigkeit des bindigen Bodens und ein schlechtes Eindringverhalten der gelagerten Flüssigkeit verlängern diese Zeit; bei umgekehrten Verhältnissen verkürzt sich diese Zeit. Die Durchlässigkeit und Schichtdicke des bindigen Bodens muss nachgewiesen sein. Sofern Bauunterlagen keine ausreichende Auskunft geben, ist ein aussagefähiges Bodengutachten erstellen zu lassen. Die Anzahl und Lage der Probebohrungen richtet sich nach den einschlägigen Normen.

Bei einer geringeren Durchlässigkeit als 10^{-8} m/s darf die Schichtdicke entsprechend verringert werden, d. h. weniger als 30 cm betragen. In jedem Falle muss ein unbelasteter Bereich von 10 cm auf der Rückseite der dichtenden Schicht verbleiben.

Schutz gegen Außenkorrosion

Der Tankboden ist auf seiner Unterseite ausreichend gegen Außenkorrosion geschützt, z. B. durch

■ eine Bitumenschicht/bituminöses Mischgut

oder

■ kathodischen Korrosionsschutz.

Die Randbereiche des Tankbodens sind gegen das Eindringen von Feuchtigkeit zu schützen, um Außenkorrosion zu vermeiden (z. B. durch geeignete Werkstoffe, Beschichtungen, Schürzen).

Es wird auf den Kommentar zu 4.1.3 verwiesen.

Zusätzlicher Prüfumfang

■ Nullprüfung

Der ordnungsgemäße Zustand des Tanks wird durch eine

- innere Prüfung und
 - Wanddickenmessung des gesamten Tankbodens
- überprüft.

Bezüglich der Prüfungen wird auf die Kommentare zu 2.1.6, 2.1.8 und 2.1.9 verwiesen.

■ Wiederkehrende Prüfungen

- Wiederkehrende innere Prüfungen sind entsprechend Tabelle 4 durchzuführen. Zusätzlich richtet sich das Prüfintervall für die wiederkehrende innere Prüfung nach der einzuhaltenden Mindestwanddicke (anhand der statischen Berechnung ermittelt). Der kleinere Wert gilt. In keinem Fall darf der Wert von 3 mm unterschritten werden. Die Abtragsrate darf nicht größer als 0,5 mm/a sein.
- Eine erste wiederkehrende Wanddickenmessung im Randbereich und gegebenenfalls im Sumpfbereich des Tankbodens ist nach 10 Jahren durchzuführen. Wenn die Nullprüfung ergeben hat, dass ein kürzeres Prüfintervall notwendig ist, gilt dieses. Alle folgenden Wanddickenmessungen sind in Korrelation mit den Prüfzeitpunkten für die inneren Prüfungen festzulegen. Das Prüfintervall kann hierbei auf maximal 20 Jahre verlängert werden (maximales Prüfintervall, wenn vorausgegangene Prüfungen keine Verkürzung des Prüfintervalls erforderlich machen).
- Die Ergebnisse von Schallemissionsprüfungen können als zusätzliche Erkenntnisquelle für die Bewertung des Tankzustands herangezogen werden.

Es wird auf den Kommentar zum entsprechenden Punkt in 5.2.4.1 verwiesen.

Besonderheiten

Bei Behältern aus nicht rostendem Stahl oder Aluminium entfällt die Korrosionsschutzschicht. Bei solchen Behältern ist die Abtragsrate an der Bodenunterseite durch geeignete stichprobenartige Untersuchungen an aussagekräftigen Stellen zu bestimmen, sofern Außenkorrosion nicht ausgeschlossen werden kann.

Es wird auf den Kommentar zum entsprechenden Punkt in 5.2.4.1 verwiesen.

Bei Innenbeschichtungen nach TRbF 401:1981/TRbF402:1981 oder mit bauaufsichtlichem Verwendbarkeitsnachweis gelten für die innere Prüfung die Prüfintervalle der Spalte „Abtrag < 0,01 mm/a“ (Tabelle 4), wenn eine wiederkehrende Prüfung nach 5 Jahren keine Mängel ergeben hat.

Es wird auf den Kommentar zum entsprechenden Punkt in 5.2.4.1 verwiesen.

Kommentar zum DWA-A 788 (TRwS 788)

Bei Abtragsraten $\leq 0,1$ mm/a und einem Waddickenzuschlag von $Z \geq 1$ mm auf die statisch erforderliche Mindestwanddicke sind die Prüfintervalle für die innere Prüfung der korrespondierenden Spalte mit dem nächstniedrigeren Abtrag zu übernehmen.

Es wird auf den Kommentar zum entsprechenden Punkt in 5.2.4.1 verwiesen.

Infrastrukturelle Maßnahmen am Flachbodentank

Die betriebliche Überwachung erfolgt durch mindestens eine selbsttätige Störmeldeeinrichtung in Verbindung mit ständig besetzter Betriebsstätte oder durch Überwachung mittels arbeitstäglichem Kontrollgänge und Aufzeichnung der Abweichung vom bestimmungsgemäßen Betrieb.

Zur betrieblichen Überwachung wird auf 4.1.5 verwiesen.

Des Weiteren ist ein Kontrollrohr über dem bindigen Boden erforderlich (z. B. Pegelrohr bis auf den bindigen Boden oder horizontale Dränage), um Leckagen rechtzeitig zu erkennen (Ausnahme: hochviskose Flüssigkeiten).

Eine Undichtheit muss so schnell erkannt und abgestellt sein, dass eine Schicht von 10 cm des bindigen Bodens nicht mit der ausgetretenen Flüssigkeit belastet wird. Nach Feststellung einer Undichtheit ist im Regelfall als erstes das möglichst schnelle Entleeren des Tanks erforderlich. Dies kann eine sehr kurze Zeit sein. Umso wichtiger ist es, eine Leckage so schnell wie möglich zu entdecken. Dies kann durch ein Pegelrohr geschehen, welches an geeigneter Stelle, zum Beispiel einem Tiefpunkt der Dichtschicht oder einer Dränage, eingebaut wird. Bei Tanks mit großem Durchmesser kann es hilfreich sein, mehr als ein Pegelrohr einzubauen. Ebenfalls hilfreich zu einer möglichst schnellen Erkennung von Leckagen ist die Ausrüstung des Pegelrohrs mit geeigneten kontinuierlich arbeitenden Überwachungseinrichtungen (z. B. Bodenluftüberwachung), deren Messprinzip auf die Eigenschaften der gelagerten Flüssigkeit abzustimmen ist.

Ein Pegelrohr kann entfallen, wenn die Lagerflüssigkeit hochviskos ist. Sie ist dann so wenig fließfähig, dass sie weder das Pegelrohr erreicht noch in den bindigen Boden eindringt.

5.2.5 Gruppe 5

5.2.5.1 Vorbemerkung

Für Tanks der Gruppe 5 ist die schnelle und zuverlässige Erkennbarkeit von Undichtheiten im Bereich des Tankbodens als gleichwertig erreicht anzusehen, wenn für die jeweilige Ausführungsart die folgenden Punkte erfüllt sind.

5.2.5.2 Ringfundament mit Zerrplatte

Anforderungen an die Zerrplatte

Die Zerrplatte besteht aus Stahlbeton mindestens der Güte B 25 nach DIN 1045 in der zum Zeitpunkt der Errichtung geltenden Fassung bzw. C20/25 nach DIN 1045-2 in Verbindung mit DIN EN 206-1, deren Dicke ca. 15 cm nicht unterschreitet. Die Zerrplatte ist gegenüber dem Lagermedium ausreichend beständig.

Eine Zerrplatte ist eine setzungsunempfindliche tragende Platte, die den oberen Abschluss eines Ringfundaments bildet. Sie ist zugleich die Auflagerung für den Boden eines Flachbodentanks und damit die Dichtfläche gegen das Eindringen von Flüssigkeit in den Untergrund, sofern es im Bereich des Tankbodens zu einer Undichtheit kommt. Damit sie dieser Aufgabe mit der erforderlichen Zuverlässigkeit nachkommt, wird verlangt, dass sie aus armiertem Beton mindestens der Festigkeitsklasse

B25 bzw. C20/25 hergestellt wurde und eine Dicke von ca. 15 cm hat. Ferner muss sie gegen die gelagerte Flüssigkeit ausreichend beständig sein. Bezüglich der Stärke der Bewehrung ist nichts gesagt. Die Angabe der Dicke „ca. 15 cm“ erlaubt auch eine geringere Dicke, doch sollte die Unterschreitung des genannten Maßes nicht zu ausgeprägt sein. Ein Untermaß von bis zu 10 % wird noch hinnehmbar sein, wenn nicht Flüssigkeiten mit besonders hoher Eindringfähigkeit in Beton gelagert werden.

Schutz gegen Außenkorrosion

Der Tankboden ist auf seiner Unterseite ausreichend gegen Außenkorrosion geschützt, z. B. durch

- eine Bitumenschicht/bituminöses Mischgut oder
- kathodischen Korrosionsschutz.

Die Randbereiche des Tankbodens sind gegen das Eindringen von Feuchtigkeit zu schützen, um Außenkorrosion zu vermeiden (z. B. durch geeignete Werkstoffe, Beschichtungen, Schürzen).

Es wird auf den Kommentar zu 4.1.3 verwiesen.

Zusätzlicher Prüfumfang

■ Nullprüfung

Der ordnungsgemäße Zustand des Tanks wird durch eine

- innere Prüfung und
 - Wanddickenmessung des gesamten Tankbodens
- überprüft.

Bezüglich der Prüfungen wird auf die Kommentare zu 2.1.6, 2.1.8 und 2.1.9 verwiesen.

■ Wiederkehrende Prüfungen

- Wiederkehrende innere Prüfungen sind entsprechend Tabelle 5 durchzuführen. Zusätzlich richtet sich das Prüfintervall für die wiederkehrende innere Prüfung nach der einzuhaltenden Mindestwanddicke (anhand der statischen Berechnung ermittelt). Der kleinere Wert gilt. In keinem Fall darf der Wert von 3 mm unterschritten werden. Die Abtragsrate darf nicht größer als 0,5 mm/a sein.
- Eine erste wiederkehrende flächendeckende Wanddickenmessung des gesamten Tankbodens ist nach 10 Jahren durchzuführen. Wenn die Nullprüfung ergeben hat, dass ein kürzeres Prüfintervall notwendig ist, gilt dieses. Alle folgenden Wanddickenmessungen sind in Korrelation mit den Prüfzeitpunkten für die inneren Prüfungen festzulegen. Das Prüfintervall kann hierbei auf maximal 15 Jahre verlängert werden (maximales Prüfintervall, wenn vorausgegangene Prüfungen keine Verkürzung des Prüfintervalls erforderlich machen).
- Die Ergebnisse von Schallemissionsprüfungen können als zusätzliche Erkenntnisquelle für die Bewertung des Tankzustands herangezogen werden.

Tabelle 5: Prüfintervalle in Jahren für die wiederkehrende innere Prüfung von Flachbodentanks der Gruppe 5

Wiederkehrende innere Prüfung					
Abtrag < 0,01 mm/a hochviskos	Abtrag < 0,01 mm/a nicht hochviskos	Abtrag < 0,1 mm/a hochviskos	Abtrag < 0,1 mm/a nicht hochviskos	Abtrag > 0,1 mm/a hochviskos	Abtrag > 0,1 mm/a nicht hochviskos
10* / 15**	10* / 10**	10* / 10**	5* / 5**	5* / 5**	5* / 5**
ANMERKUNGEN					
* Erste wiederkehrende innere Prüfung. Wenn die Nullprüfung ergeben hat, dass ein kürzeres Prüfintervall notwendig ist, gilt dieses.					
** Maximales Prüfintervall bei weiteren wiederkehrenden inneren Prüfungen, wenn vorausgegangene Prüfungen keine Verkürzung des Prüfintervals erforderlich machen.					

Da die Zerrplatte nicht den Ansprüchen der derzeit gültigen TRwS 786 entspricht (d. h. Betongüte B35 bzw. C30/37 mit Bauüberwachung ÜK 2 DIN 1045-3 durch eine anerkannte Überwachungsstelle, Dicke ≥ 20 cm), muss zusätzlich durch entsprechende Prüfungen sichergestellt werden, dass der Tankboden seine Funktion der Einschließung der wassergefährdenden Flüssigkeit nicht verliert. Diesem Zweck entsprechend sind die Prüfintervalle der inneren Prüfung nach der zu erwartenden Abtragsrate und dem Fließverhalten der gelagerten Flüssigkeit gestaffelt. Als hochviskos gilt eine Flüssigkeit, wenn ihre dynamische Viskosität bei 20 °C größer als 1.000 mPa·s beträgt. Eine Wanddickenmessung des Bodens muss zunächst nach 10 Jahren, dann regelmäßig in den in Tabelle 5 gegebenen Zeitintervallen erfolgen. Die Prüfintervalle sind zu verkürzen, wenn erwartet werden muss, dass der Tankboden bei Anwendung des längeren Regel-Prüfintervals die statisch erforderliche bzw. die Mindestdicke von 3 mm erreicht oder unterschreitet. Die Abschätzung ist anhand von Abtragsraten zu führen, die aus der Literatur oder aus Messungen ermittelt wurden. Wenn im Rahmen der Nullprüfung erstmals eine Wanddickenmessung durchgeführt wird, kann die Abtragsrate durch Vergleich mit den in den Zeichnungen vermerkten Blechdicken erfolgen. Das Prüfintervall kann entsprechend der Tabelle 5 verlängert werden, wenn nicht zu erwarten steht, dass die Mindest-Blechdicke bis zur nächsten Prüfung unterschritten wird.

Tanks mit Innenbeschichtungen sind dabei in jedem Falle, d. h. unabhängig von den in Tabelle 5 gegebenen Fristen, 5 Jahre nach dem Einbau der Beschichtung oder nach einer großflächigen Ausbesserung einer vorhandenen Beschichtung bzw. nach einem Wechsel des Lagerguts einer inneren Untersuchung zuzuführen. Wenn bei dieser Besichtigung keine Mängel festgestellt worden sind, wird die Beschichtung einem Abtrag von < 0,01 mm/a gleichgestellt (schließlich wird sie zu dem Zweck des Korrosionsschutzes eingebaut). Wanddickenmessungen sind oftmals nicht möglich, da dazu die Beschichtungen zerstört werden müssen. Der Zustand der Beschichtung ist jedoch bei den inneren Untersuchungen messtechnisch festzustellen; je nach Art der Beschichtung kommen hierfür Hochspannungsprüfungen gemäß DIN 55670 „Beschichtungsstoffe – Prüfung von Beschichtungen auf Poren und Risse mit Hochspannung“, Messungen der Shore-Härte und eine Messung der Beschichtungsdicke in Frage.

Eine Schallemissionsprüfung ersetzt die innere Besichtigung und die Wanddickenmessung nicht, ihre Ergebnisse können jedoch zur Beurteilung des Zustands des Tankbodens herangezogen werden.

Besonderheiten

Bei Behältern aus nicht rostendem Stahl oder Aluminium entfällt die Korrosionsschutzschicht. Bei solchen Behältern ist die Abtragsrate an der Bodenunterseite durch geeignete stichprobenartige Untersuchungen an aussagekräftigen Stellen zu bestimmen, sofern Außenkorrosion nicht ausgeschlossen werden kann.

Es wird auf den Kommentar zum entsprechenden Punkt in 5.2.4.1 verwiesen.

Bei Innenbeschichtungen nach TRbF401:1981/TRbF402:1981 oder mit bauaufsichtlichem Verwendbarkeitsnachweis gelten für die innere Prüfung die Prüfintervalle der Spalte „Abtrag < 0,01 mm/a“ (Tabelle 5), wenn eine wiederkehrende Prüfung nach 5 Jahren keine Mängel ergeben hat.

Es wird auf den Kommentar zum entsprechenden Punkt in 5.2.4.1 verwiesen.

Bei Abtragsraten $\leq 0,1$ mm/a und einem Wanddickenzuschlag von $Z \geq 1$ mm auf die statisch erforderliche Mindestwanddicke sind die Prüfintervalle für die innere Prüfung der korrespondierenden Spalte mit dem nächstniedrigeren Abtrag zu übernehmen.

Es wird auf den Kommentar zum entsprechenden Punkt in 5.2.4.1 verwiesen.

Infrastrukturelle Maßnahmen am Flachbodentank

Die betriebliche Überwachung erfolgt durch mindestens eine selbsttätige Störmeldeeinrichtung in Verbindung mit einer ständig besetzten Betriebsstätte oder durch Überwachung mittels arbeitstäglich-er Kontrollgänge und Aufzeichnung der Abweichung vom bestimmungsgemäßen Betrieb.

Zur betrieblichen Überwachung wird auf 4.1.5 verwiesen.

Ausnahme

Wenn bei einem Auffangraum die Anstauhöhe im Leckagefall größer als die Sockelhöhe des Fundaments ist, gelten die Anforderungen in 5.2.6.

Die Zerrplatte ist im Regelfall nicht flüssigkeitsdicht mit dem Fundamentring verbunden. Im Falle, dass im Schadensfall die wassergefährdende Flüssigkeit so hoch steht, dass die Oberkante des Fundaments überflutet ist, kann die wassergefährdende Flüssigkeit in den Fundamentkern eindringen. Dieser ist jedoch ohne weitere Zwischenschicht auf dem mehr oder weniger durchlässigen Untergrund aufgestellt, sodass eine Gewässergefährdung gegeben ist. Daher wird im Falle des Überstauens die Aufstellungsart „Ringfundament mit Zerrplatte“ der Aufstellungsgruppe 6 zugeordnet.

5.2.5.3 Ringfundament mit Kunststoffbahn (ohne bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweis)

Anforderungen an die Kunststoffbahn

Die Kunststoffbahn weist eine Mindestdicke von 0,8 mm auf.

Die Kunststoffbahn ist gegenüber dem Lagermedium ausreichend beständig. Der Nachweis der Beständigkeit gegenüber dem Lagermedium ist durch einen Sachverständigen, ein unabhängiges Institut oder Labor geführt worden.

Schutz der Randbereiche gegen Außenkorrosion

Die Randbereiche des Tankbodens sind gegen das Eindringen von Feuchtigkeit zu schützen, um Außenkorrosion zu vermeiden (z. B. durch geeignete Werkstoffe, Beschichtungen, Schürzen).

Es wird auf den Kommentar zu 4.1.3 verwiesen.

Zusätzlicher Prüfumfang

I Nullprüfung

Der ordnungsgemäße Zustand des Tanks wird durch eine

- innere Prüfung und
 - Wanddickenmessung des gesamten Tankbodens
- überprüft.

Bezüglich der Prüfungen wird auf die Kommentare zu 2.1.6, 2.1.8 und 2.1.9 verwiesen.

I Wiederkehrende Prüfungen

- Wiederkehrende innere Prüfungen sind entsprechend Tabelle 5 durchzuführen.
- Eine erste wiederkehrende flächendeckende Wanddickenmessung des gesamten Tankbodens ist nach 10 Jahren durchzuführen. Wenn die Nullprüfung ergeben hat, dass ein kürzeres Prüfintervall notwendig ist, gilt dieses. Alle folgenden Wanddickenmessungen sind in Korrelation mit den Prüfzeitpunkten für die inneren Prüfungen festzulegen. Das Prüfintervall kann hierbei auf maximal 15 Jahre verlängert werden (maximales Prüfintervall, wenn vorausgegangene Prüfungen keine Verkürzung des Prüfintervalls erforderlich machen).
- Zusätzlich richtet sich das Prüfintervall für die wiederkehrende innere Prüfung nach der aufgrund der statischen Berechnung erforderlichen Mindestwanddicke (der kleinere Wert gilt). In keinem Fall darf der Wert von 3 mm unterschritten werden. Die Abtragsrate darf nicht größer als 0,5 mm/a sein.
- Die Ergebnisse regelmäßiger Schallemissionsprüfungen können als zusätzliche Erkenntnisquelle für die Bewertung des Tankzustands herangezogen werden.

Es wird auf den Kommentar zu 5.2.4.1 verwiesen.

Besonderheiten

Bei Behältern aus nicht rostendem Stahl oder Aluminium entfällt die Korrosionsschutzschicht. Bei solchen Behältern ist die Abtragsrate an der Bodenunterseite durch geeignete stichprobenartige Untersuchungen an aussagekräftigen Stellen zu bestimmen, sofern Außenkorrosion nicht ausgeschlossen werden kann.

Es wird auf den Kommentar zum entsprechenden Punkt in 5.2.4.1 verwiesen.

Bei Innenbeschichtungen nach TRbF 401:1981/TRbF402:1981 oder mit bauaufsichtlichem Verwendbarkeitsnachweis gelten für die innere Prüfung die Prüfintervalle der Spalte „Abtrag < 0,01 mm/a“ (Tabelle 5), wenn eine wiederkehrende Prüfung nach 5 Jahren keine Mängel ergeben hat.

Es wird auf den Kommentar zum entsprechenden Punkt in 5.2.4.1 verwiesen.

Bei Abtragsraten $\leq 0,1$ mm/a und einem Wanddickenzuschlag von $Z \geq 1$ mm auf die statisch erforderliche Mindestwanddicke sind die Prüfintervalle für die innere Prüfung der korrespondierenden Spalte mit dem nächstniedrigeren Abtrag zu übernehmen.

Es wird auf den Kommentar zum entsprechenden Punkt in 5.2.4.1 verwiesen.

Infrastrukturelle Maßnahmen am Flachbodentank

Die betriebliche Überwachung erfolgt durch mindestens eine selbsttätige Störmeldeeinrichtung in Verbindung mit ständig besetzter Betriebsstätte oder durch Überwachung mittels arbeitstäglichem Kontrollgänge und Aufzeichnung der Abweichung vom bestimmungsgemäßen Betrieb.

Zur betrieblichen Überwachung wird auf 4.1.5 verwiesen.

5.2.6 Gruppe 6

Insbesondere Tanks auf Fundamenten der Gruppe 6 erfüllen nicht ohne weitere Maßnahmen alle Anforderungen des § 17 AwSV. Dementsprechend ist die schnelle und zuverlässige Erkennbarkeit von Undichtheiten im Bereich des Tankbodens für Tanks auf Fundamenten der Gruppe 6 als ausreichend erreicht anzusehen, wenn die nachfolgenden Maßnahmen umgesetzt werden.

Eine erweiterte Nullprüfung ist von einem Sachverständigen durchzuführen. Dabei kann dieser auf Leistungen Dritter zurückgreifen. Die Durchführung der Waddickenmessungen des Tankbodens ist vom Sachverständigen zu überwachen.

Über das Ergebnis der erweiterten Nullprüfung ist ein Gutachten zu fertigen und der Behörde vorzulegen.

HINWEIS: Der Nachrüstung mit einem Doppelboden sollte vor allen anderen Maßnahmen der Vorzug gegeben werden.

Während Flachbodentanks der Aufstellungsgruppen 1 bis 5 über eine mehr oder weniger zuverlässige Sperrschicht zwischen Tankboden und Boden bzw. Grundwasser verfügen, ist dies bei Tanks der Aufstellungsgruppe 6 meistens nicht der Fall. Der Kern des Ringfundaments ist zwar bei einigen Aufstellungsarten abgedeckt (mit Estrich, verdichtetem Sand/Asphaltbeton, mineralölbeständiger Schlämme), doch wird diesen Abdeckungen nur wenig Vertrauen bezüglich der Flüssigkeitsundurchlässigkeit entgegengebracht. Grund ist, dass diese Zwischenschichten als Ausgleich für Unvollkommenheiten des Bodens bezüglich Verdichtung und Ebenheit sowie bei den Asphalten als Korrosionsschutz für die Unterseite des Tankbodens eingebracht wurden. Diese Ausführungen bieten keine Gewähr für eine Flüssigkeitsdichtheit.

Infolgedessen wurde in der DWA-Arbeitsgruppe „Flachbodentanks“ und im DWA-Fachausschuss IG-6 teilweise die Meinung vertreten, dass Tanks der Aufstellungsgruppe 6 auch mit technischen und organisatorischen Zusatzmaßnahmen nicht den Anforderungen der AwSV genügen und nicht mehr den allgemein anerkannten Regeln der Technik entsprechen. Die Schlussfolgerung daraus war die Forderung nach einer allgemeinen Anpassungspflicht. Eine solche war in den ersten Entwürfen zur AwSV auch vorgesehen. Es blieb jedoch letztendlich bei der alten, in den VAWS'en der Länder enthaltenen Vorschrift, dass Nachrüstungen nur auf Anordnung der zuständigen Behörde vorgenommen werden müssen einschließlich des Stilllegungs- und Beseitigungsverbots. Diese Vorschrift ist nun in § 68 Absatz 4 und 5 AwSV niedergelegt und lautet:

“(4) Werden nach Absatz 3 Satz 1 Abweichungen [von den Anforderungen der AwSV] festgestellt, kann die zuständige Behörde technische oder organisatorische Anpassungsmaßnahmen anordnen,

- 1. mit denen diese Abweichungen behoben werden,*
- 2. die für diese Abweichungen in technischen Regeln für bestehende Anlagen vorgesehen sind oder*
- 3. mit denen eine Gleichwertigkeit zu den in Absatz 3 Satz 1 bezeichneten Anforderungen erreicht wird.*

In den Fällen des Satzes 1 Nummer 2 und 3 sind die Anforderungen des § 62 Absatz 1 des Wasserhaushaltsgesetzes zu beachten.

(5) Auf Grund von nach Absatz 3 Satz 1 festgestellten Abweichungen 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.”

Es herrschte aber weitgehende Einigkeit, dass Tanks der Aufstellungsgruppe 6 nicht den Anforderungen der AwSV genügen. Da sie jedoch weiter betrieben werden dürfen, mussten in die TRwS 788 Maßnahmen aufgenommen werden, unter deren Einhaltung die Dichtheit des Tankbodens als ausreichend sicher angenommen werden kann. Diese Maßnahmen sind im Wesentlichen detaillierte Prüfvorschriften zur Feststellung des Zustands des Tankbodens und eine Lebensdauerabschätzung.

Nichtsdestotrotz waren wesentliche Teile der Arbeitsgruppe und des Fachausschusses der Auffassung, dass eine technische Nachrüstung von Tanks der Aufstellungsgruppe 6, zum Beispiel mit einem Doppelboden, grundsätzlich angezeigt ist.

Schutz gegen Außenkorrosion

Der Tankboden ist auf seiner Unterseite ausreichend gegen Außenkorrosion geschützt, z. B. durch

■ eine Bitumenschicht/bituminöses Mischgut

oder

■ kathodischen Korrosionsschutz.

Die Randbereiche des Tankbodens sind gegen das Eindringen von Feuchtigkeit zu schützen, um Außenkorrosion zu vermeiden (z. B. durch geeignete Werkstoffe, Beschichtungen, Schürzen).

Es wird auf den Kommentar zu 4.1.3 verwiesen.

Prüfumfang

■ Erweiterte Nullprüfung

Im Rahmen der erweiterten Nullprüfung sind folgende Punkte für die Lebensdauerabschätzung und für die Ermittlung des Prüfintervalls zu berücksichtigen:

1. Standortbedingungen
2. Aufstellungsbedingungen
3. Bisheriger Behälterbetrieb einschließlich Wartungs- und Instandhaltungsmaßnahmen (historische Recherche)
4. Korrosionsschutz, Korrosionsverhalten, Korrosionsprognose, Beschreibung und Bewertung der Werkstoff-/ (Produkt-)Medienkombination
5. Erfordernis von Reparaturmaßnahmen und Bewertung bisheriger Reparaturen
6. Maßnahmen zur Erhöhung der Anlagensicherheit (z. B. Schallemissionsanalyse)
7. Istzustand des Behälters, Beurteilung durch innere Prüfung einschließlich Wanddickenmessung gemäß 8a) des gesamten Tankbodens
8. Erstellung einer Lebensdauerabschätzung für den Tankboden unter Berücksichtigung nachfolgender Punkte (schematischer Ablauf siehe Bild 1):

8a) Wanddickenmessung und Abtragsratenermittlung

Der Abtrag pro Jahr ist auf Basis einer Wanddickenmessung zu ermitteln. Dazu wird der am ungeschützten Tankboden festgestellte maximale flächenhafte Abtrag in Millimeter (mm) bezogen auf die Betriebsdauer des Tankbodens in Jahren (bei gleichbleibendem Lagermedium) ins Verhältnis gesetzt. Punktkorrosion (örtlich begrenzt) ist ebenfalls zu bewerten. Bei muldenförmiger Korrosion ist darzulegen, ob sie als flächenhaft oder punktförmig bewertet wird. Die festgestellten Korrosionstiefen (maximal und durchschnittlich) und die Abtragsraten für Flächen- und Punktkorrosion sind anzugeben und zu bewerten.

Bei Produktwechsel (siehe 5.3.2) sind Einzelfallbetrachtungen mit in die Ermittlung der Abtragsraten einzubeziehen.

Es wird beim Abtrag nicht zwischen Innen- und Außenkorrosion unterschieden, beide Werte sind gemeinsam zu bewerten.

An beschichteten Tanks ist eine Wanddickenmessung gegebenenfalls nicht möglich (z. B. im Falle von Gummierungen), die oben aufgeführte Abtragsratenbestimmung der Bodenoberseite entfällt. Die Abtragsrate an der Bodenunterseite ist durch geeignete

stichprobenartige Untersuchungen an aussagekräftigen Stellen zu bestimmen, sofern Außenkorrosion nicht ausgeschlossen werden kann⁴⁾.

Bei Behältern aus nicht rostendem Stahl oder Aluminium entfällt die oben aufgeführte Bestimmung der Abtragsraten der Bodenoberseite. Bei solchen Behältern ist die Abtragsrate an der Bodenunterseite durch geeignete stichprobenartige Untersuchungen an aussagekräftigen Stellen zu bestimmen, sofern Außenkorrosion nicht ausgeschlossen werden kann.

8b) Mindestbedingungen

Die aufgrund der statischen Berechnung erforderliche Mindestwanddicke des Tankbodens ist einzuhalten bzw. nach Ablauf des neuen Prüfindervalls darf die Mindestwanddicke den Wert von 3 mm nicht unterschreiten (der größere Wert gilt) und die maximale Abtragsrate (ermittelt am ungeschützten Tankboden) darf 0,5 mm/a nicht überschreiten. Sofern Abtragsraten größer 0,5 mm/a ermittelt wurden oder anzunehmen sind, ist der Tankboden mit einer geeigneten Innenbeschichtung zu versehen.

8c) Berechnung der Lebensdauer

Die Differenz aus der ermittelten minimalen Wanddicke und der Mindestwanddicke ergibt die zum Zeitpunkt der Prüfung vorhandene minimale Abtragsreserve („Korrosionszuschlag“). Diese Abtragsreserve dividiert durch die maximale Abtragsrate gemäß 8a) ergibt die „minimale Lebensdauer des Tankbodens ohne Innenbeschichtung“ bis zur nächsten wiederkehrenden inneren Prüfung.

Sofern eine geeignete Innenbeschichtung (IBQ oder IBS, siehe Bild 1) vorhanden ist, verlängert diese die vorgenannte „minimale Lebensdauer des Tankbodens ohne Innenbeschichtung“. Die Verlängerung orientiert sich bei positiver Langzeiterfahrung am Zeitraum seit der erstmaligen Aufbringung der Beschichtung am jeweiligen Tank.

Bei dieser Vorgehensweise ist die primäre Sicherheit des Tankbodens so hoch angesetzt, dass Undichtheiten innerhalb der berechneten minimalen Lebensdauer mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit auszuschließen sind.

Innenbeschichtung mit Sicherheitsfunktion (IBS):

Schutz des Tankbaumaterials gegen massive Korrosion (Abtragsraten > 0,5 mm/a, z. B. Lagerung von aggressiven Säuren in Metalltanks). Das Prüfindervall ergibt sich aus den Vorschriften oder Zulassungen der Beschichtung, es beträgt jedoch maximal 5 Jahre.

Innenbeschichtung mit Qualitätsfunktion (IBQ):

Schutz der Produktqualität durch Beeinflussungen durch das Tankbaumaterial (z. B. bei Lagerung von Flugkraftstoff) oder Schutz des Tankbaumaterials zum Werterhalt gegen Korrosion im Bereich von $\leq 0,5$ mm/a.

9. Ermittlung des Prüfindervalls für die wiederkehrende innere Prüfung und Wanddickenmessung

Das Prüfindervall für die wiederkehrende innere Prüfung und Wanddickenmessung beträgt grundsätzlich 5 Jahre, sofern die Lebensdauerabschätzung nicht weniger ergeben hat.

Beträgt die ermittelte Lebensdauerabschätzung weniger als 5 Jahre, ist mit der Behörde für den Einzelfall ein Anpassungskonzept festzulegen.

Wenn in Abhängigkeit vom Ergebnis der Lebensdauerabschätzung Undichtheiten nicht zu erwarten sind, können längere Prüfindervalle (größer 5 Jahre) für die nächste wiederkehrende innere Prüfung und Wanddickenmessung in Abstimmung mit der zuständigen Behörde festgelegt werden, dabei sind die in Tabelle 6 genannten Werte nicht zu überschreiten.

4) Hier sind aktuelle Umgebungsbedingungen, wie zum Beispiel Grundwasserstand, chemische Zusammensetzung des Untergrunds in die Bewertung einzubeziehen.

Kommentar zum DWA-A 788 (TRwS 788)

Das Prüfintervall für Tankböden mit Innenbeschichtung mit Sicherheitsfunktion beträgt maximal 5 Jahre. Sofern die Ergebnisse aus der Untersuchung auf Außenkorrosion kürzere Prüfintervalle als 5 Jahre ergeben, ist ein Anpassungskonzept gemäß 5.1 Absatz 1 mit der Behörde abzustimmen.

Betriebliche Maßnahmen zur regelmäßigen Überwachung der Integrität des Tanks und zur frühzeitigen Erkennung von Leckagen können bei der Ermittlung des Prüfintervalls berücksichtigt werden.

Kernelement für den Weiterbetrieb eines Flachbodentanks der Aufstellungsgruppe 6 ist die Ermittlung des Zustands des Bodens in Form einer Nullprüfung. Darauf aufbauend folgen die Lebensdauerabschätzung und die Ermittlung des Intervalls zukünftiger wiederkehrender Prüfungen. Die Nullprüfung ist von einem Sachverständigen nach AwSV durchzuführen. Er kann dabei auf die Leistungen Dritter zurückgreifen, d. h. er muss nicht bei jeder Prüfung – mit Ausnahme der Wanddickenmessung des Bodens – persönlich anwesend sein. Die Dritten haben dem Sachverständigen ihre Qualifikation nachzuweisen. Die letztendliche Beurteilung und Bewertung der Prüfergebnisse, auch derjenigen Dritter, erfolgt durch den Sachverständigen nach AwSV, der über die Nullprüfung einen Bericht fertigt. Dieser Bericht kann Teil der Bescheinigung über die Anlagenprüfung sein.

Zu 1.

Die Standortbedingungen nehmen Einfluss auf die Betriebssicherheit nicht nur des Bodens, sondern auch des Tanks wie der gesamten Anlage. An Umgebungsbedingungen kommen im Wesentlichen Hochwasser und Erderschütterungen durch Erdbeben oder Bergbau in Frage. Hochwasser hat eine schädigende Wirkung auf den Tankboden, wenn es über die Oberkante der Aufstellungsfläche steht, durch die mechanische Belastung insbesondere der Bodenecke durch Auftrieb oder durch die Durchfeuchtung der Aufstellfläche, eventuell zusätzlich durch Einschleppung korrosionsfördernder Stoffe. In Küstennähe, insbesondere in der Nähe zur Nordsee, kann es zum Eintrag von Chloriden in die Randzone der Aufstellfläche kommen. Je nach geografischer Lage ist auch an Wind, Schnee und Eis zu denken.

Hinweise, wie umgebungsbedingte Gefahren zu berücksichtigen sind, geben für Anlagen, die dem BImSchG unterliegen, die Technischen Regeln Anlagensicherheit TRAS 310 „Vorkehrungen und Maßnahmen wegen der Gefahrenquellen Niederschläge und Hochwasser“ und TRAS 320 „Vorkehrungen und Maßnahmen wegen der Gefahrenquellen Wind sowie Schnee- und Eislasten“. Für andere als BImSchG-Anlagen können die TRAS als Erkenntnisquelle genutzt werden.

Zu 2.

Zu den Aufstellungsbedingungen gehören beispielsweise die genaue Ausführung des Fundaments bezüglich seines Aufbaus und der verwendeten Materialien, der Abstand zum Grundwasser (Höchststand und Normalstand), die Art des Schutzes vor dem Eindringen von Regenwasser unter den Tankboden.

Zu 3.

Sehr wertvolle Auskunft über den Tankboden wie über den gesamten Tank gibt sein Verhalten im bisherigen Betrieb. Insbesondere Wartungs- und Instandhaltungsmaßnahmen sind zu ermitteln, da diese lebensdauerverlängernd wirken und somit ein zu positives Bild über das bisherige Verhalten des Tanks geben können. Andererseits sagen Wartungs- und Instandhaltungsmaßnahmen auch etwas über die Schädigungsmechanismen aus, die auf den Tank einwirken, und ermöglichen damit gezielte Maßnahmen zur Erhaltung eines sicheren Betriebs.

Zu 4.

Große Bedeutung kommt der Beurteilung des Abnutzungsverhaltens des Tankbodens als Grundlage für eine Abschätzung des zukünftigen Verhaltens zu. Entscheidende Größen sind das Korrosionssystem, d. h. der Werkstoff des Tankbodens und der angreifende Stoff, sowie die Maßnahmen zum Korrosionsschutz. Die Bewertung aus dem Verhalten in der Vergangenheit kann schwierig sein, da der zu einem bestimmten Zeitpunkt ermittelte Zustand des Bodens die Summe aller bis dahin aufgetretenen Schädigungen von beiden Seiten des Bodenbleches ist. Es muss also die vergangene Nutzung des

Tanks, insbesondere sein Inhalt, möglichst lückenlos bekannt sein. Dabei muss beachtet werden, dass auch ungewollte Verunreinigungen des Lagerguts, seine Neigung zur Phasentrennung, hier insbesondere die Abscheidung von Wasser auf dem Tankboden, und die Bildung von Ablagerungen im Regelfall die Korrosionsneigung erhöhen. Diese korrosionsfördernden Erscheinungen werden in der Literatur nicht immer berücksichtigt. Insofern bilden die Betriebserfahrung und die Betriebshistorie die Grundlage für eine Beurteilung des vorliegenden Korrosionssystems, siehe auch Kommentar zu Nr. 3.

Zu 5.

Ausbesserungen zeigen deutlich sowohl die Schwachstellen einer Konstruktion wie auch die Auswirkungen des Betriebs. Sie sind wertvolle Erkenntnisquellen für die Abschätzung der Einflüsse durch den zukünftigen Betrieb, sofern dieser unter den gleichen Betriebsbedingungen wie in der Vergangenheit stattfindet.

Zu 6.

Alle in der Vergangenheit durchgeführten Prüfungen, die aus welchem Grund auch immer erfolgt sind, können, soweit Prüfmethode und -durchführung dies gestatten, als wesentliche Erkenntnisquelle zur Beurteilung des Zustands des Tankbodens herangezogen werden.

Zu 7.

Der Istzustand des Tankbodens ist durch Besichtigung von innen und vollflächige Wanddickenmessung festzustellen. Zur Absicherung des Sichtbefunds, insbesondere bezüglich des Zustands von Schweißnähten, können auch zerstörungsfreie Prüfungen durchgeführt werden. Für magnetische Werkstoffe empfiehlt sich die Oberflächenrissprüfung nach dem magnetischen Streuflussverfahren (MT-Verfahren), für nicht magnetische Werkstoffe die Farbeindringprüfung (PT-Verfahren). Die Ultraschall-Schweißnahtprüfung ist erst ab Wanddicken von ca. 10 mm sicher durchführbar.

Zu 8.

Der Ablauf der Lebensdauerabschätzung ist in Bild 1 der TRwS 788 wiedergegeben. Eingangsgröße ist das Ergebnis der zur Feststellung des Zustands des Tankbodens erstmalig durchzuführenden Nullprüfung.

Zu 8a)

Der Boden eines Flachbodentanks ist der Korrosion von zwei Seiten ausgesetzt:

- der Korrosion von oben durch das Lagergut; Muldenkorrosion und ähnliche örtliche Korrosionsstellen sind bei der inneren Untersuchung mit dem Auge erkennbar, womit die Blechdicken an solchen Stellen gezielt durch eine Ultraschall-Punktmessung genau bestimmt werden können;
- der Korrosion von unten durch eine Wechselwirkung von Wasser und Feuchtigkeit, die zwischen Tankboden und Fundament bzw. Zwischenlage eindringen, mit dem Bodenwerkstoff und dem Werkstoff der Auflagefläche; hier wären die Ergebnisse einer Punktmessung dem Zufall überlassen und damit wenig aussagekräftig (siehe Bild K.6). Eine statistische Auswertung solcher Punktmessungen erfordert eine sehr hohe Zahl von Messungen, bleibt aber dennoch mit Unsicherheiten behaftet. Daher verlangt die TRwS 788 die flächendeckende Dickenbestimmung des Tankbodens sowohl bei der Nullprüfung als auch wiederkehrend.

Für die flächendeckende Dickenbestimmung des Tankbodens stehen verschiedene Verfahren auf Grundlage des Magnetstreufluss-, des Ultraschall- und nach dem Wirbelstromverfahren zur Verfügung, die durch entsprechend qualifizierte und ausgerüstete Dienstleister angeboten werden. Das Magnetstreufluss- und das Wirbelstromverfahren sind mit verhältnismäßig hohen Messtoleranzen behaftet. Sie dienen daher einer ersten schnellen Messung und Beurteilung des Bodens. An Stellen, die nach diesen Verfahren auffällig werden, d. h. einen Materialverlust oberhalb eines bestimmten Schwellenwerts zeigen, wird die tatsächliche Restwanddicke mit dem Ultraschallverfahren bestimmt. Insgesamt ergibt sich somit ein recht genaues Bild über den Zustand des Bodens.

Eine Messung zu einem bestimmten Zeitpunkt bildet die Summe aller vergangenen Betriebseinflüsse ab. Eine Fortschreibung in die Zukunft ist nur dann einigermaßen erfolgreich, wenn der vergangene Betrieb bekannt und mit dem zukünftigen Betrieb ausreichend vergleichbar ist. Bei einem Produktwechsel ist dies regelmäßig nicht der Fall.

Es kommt bei der Bestimmung des Zustands des Tankbodens nicht darauf an, ob er von oben oder von unten geschädigt ist. Entscheidend ist die vorhandene Wanddicke.

Bei beschichteten Tankböden ist eine Wanddickenbestimmung nicht immer möglich. Manche Beschichtungen stellen für die Messverfahren kein Hindernis dar; andere, wie zum Beispiel Gummierungen, lassen keine Messungen zu. Da Beschichtungen im Regelfall eingebracht werden, um den Boden vor den Einflüssen des Lagerguts zu schützen, kommt als Schädigungsmechanismus im Falle intakter Beschichtungen nur die Korrosion von unten in Frage. Diese ist dann in geeigneter Form abzuschätzen. Einflussgrößen sind zum Beispiel der Grundwasserstand, die Aggressivität des Untergrunds, mit dem die Unterseite des Tankbodens in Kontakt steht oder die Abdichtung des Tankrandes gegen Eindringen von Feuchtigkeit. Einen guten ersten Eindruck vom Zustand des Tankbodens bietet die Bodenecke.

Die Abtragsrate ist die gemittelte Veränderung der Wanddicke über die Zeit $\Delta s/\Delta t$. Sie wird durch Wanddickenmessungen 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. Es ist darauf zu achten, dass bei wiederkehrenden Wanddickenmessungen jeweils an den gleichen Punkten gemessen wird; deren Lage ist so einzumessen und zu dokumentieren, dass die Messpunkte wiedergefunden werden können.

Im Regelfall werden sich für jeden Messpunkt andere Ergebnisse ergeben. Nachstehendes Bild 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 des Tankbodens 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, Schwankungen der Zusammensetzung des Lagerguts) zu erkennen. Da Tanks der Aufstellungsgruppe 6 nicht über eine flüssigkeitsdichte Fläche zwischen Tankboden und Grundwasser verfügen, ist gemäß dem Besorgnisgrundsatz die höhere der so ermittelten Abtragsraten in die Berechnung der Lebensdauer einzusetzen.

Bei unerwarteter Beschleunigung des Abtrages empfiehlt sich eine Kontrollmessung nach relativ kurzer Zeit (eventuell unter Verkürzung der Prüffristen der Tabelle 6), die aber unter Berücksichtigung der Messunsicherheiten lang genug sein muss, um verlässlich Veränderungen messen zu können. Auf jeden Fall gehört die Planung und Auswertung von Wanddickenmessungen mit der Bestimmung der Abtragsrate und damit einhergehend die Prognose für die zukünftige Entwicklung der Wanddicke in die Hände von Fachleuten.

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

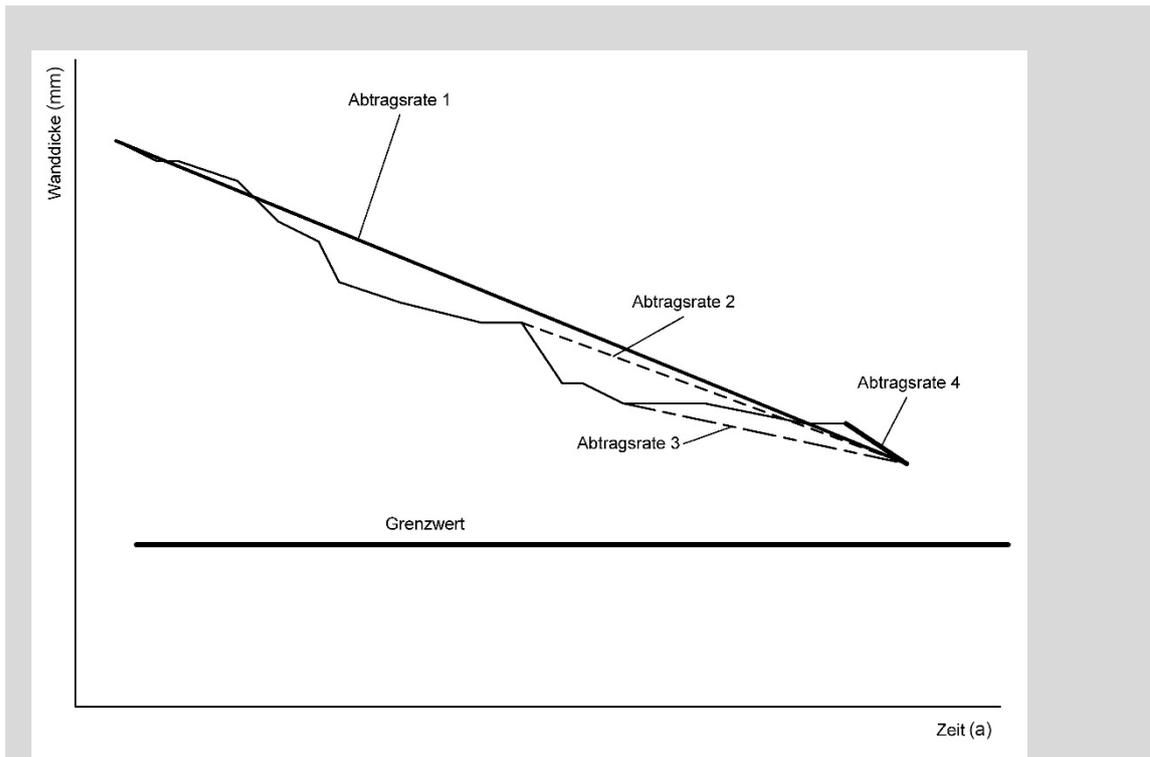


Bild K.9: Schematische Darstellung von Wanddickenmessungen und der daraus ermittelten Abtragsrate

Zu 8b)

Die folgenden Kriterien führen zu dem Ergebnis, das ein Anpassungskonzept in Abstimmung mit der Behörde erstellt werden muss (siehe Kommentar zu 5.1):

- die gemäß statischer Berechnung erforderliche Mindestdicke des Tankbodens bzw. eine Dicke von 3 mm (jeweils der größere Wert ist maßgeblich) ist unterschritten oder wird voraussichtlich innerhalb des nächsten Prüfindervalls unterschritten,
- die aus den Wanddickenmessungen ermittelte Abtragsrate ist größer als 0,5 mm/a und der Tank verfügt über keine schützende Innenbeschichtung,
- das ermittelte Prüfindervall beträgt weniger als 5 Jahre.

Das Erstellen eines Anpassungskonzepts bedeutet nicht die sofortige Stilllegung eines Tanks, sondern lediglich, dass technische und organisatorische Maßnahmen getroffen werden müssen, die das Fehlen einer Dichtfläche ausgleichen. Das Verhältnismäßigkeitsprinzip verlangt, dass der Aufwand für eine Anpassung zu dem damit erreichten Erfolg in einem angemessenen Verhältnis steht. Ein Anpassungskonzept braucht also nicht das technisch bestmögliche Ergebnis anzustreben. Der Schutz der Gewässer stellt allerdings ein hohes Gut dar, wofür einem Betreiber durchaus einiger Aufwand abverlangt werden kann. Dieser richtet sich zum Beispiel nach dem Zustand des Tankbodens, dem Grundwasserabstand, der Durchlässigkeit des Untergrunds, der Wassergefährdungsklasse des gelagerten Stoffs, seiner Viskosität und ähnlichen technisch-physikalischen Gegebenheiten. Es ist immer eine Einzelfallbetrachtung erforderlich. Es ist einem Betreiber jedoch unbenommen, einen betroffenen Tank von sich aus stillzulegen, sei es, dass ihm die Anpassungskosten zu hoch sind oder er aus anderen Gründen einen neuen Tank möchte.

Zu 8c)

Eine Lebensdauerabschätzung ist die Abschätzung der Zeit bis zum Erreichen eines Zustands des Tankbodens, für den eine ausreichende Widerstandsfähigkeit gegen mechanische und thermische Einflüsse aufgrund eines Abtrags durch Korrosion nicht mehr gegeben ist (Restlebensdauer). Die Abschätzung erfolgt auf Basis der durch Messungen ermittelten Abtragsraten. Sie ist eine Vorhersage,

wie lange ein Tankboden 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 zukünftige Betriebsweise unverändert bleibt,
- die vergangene Betriebsweise, aus der die Abtragsraten ermittelt wurden, mit dem zukünftigen Betrieb ausreichend vergleichbar ist.

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 zu 8a).

Gemäß TRwS 788 ist die Restlebensdauer wie folgt zu ermitteln:

Die minimale gemessene Wanddicke $s_{\min, \text{gem}}$ abzüglich der erforderlichen Mindestwanddicke $s_{\min, \text{stat}}$ ergibt eine Abtragsreserve R ; letztere dividiert durch die aus Messungen ermittelte Abtragsrate $\Delta s / \Delta t = a$ ergibt die Restlebensdauer L .

$$L = (s_{\min, \text{gem}} - s_{\min, \text{stat}}) / a = R / a \quad (\text{K.2})$$

Dabei ist zu beachten, dass die Mindestbodendicke des Randbereichs größer ist als die der Bodenmitte. Die Mindestbodendicke im Bereich der Bodenecke ist der statischen Berechnung zu entnehmen.

Sofern der Tankboden durch geeignete Innenbeschichtungen geschützt wird, verlängert sich die berechnete Lebensdauer. Bei entsprechend langer Betriebserfahrung können die Fristen bis zu den in Tabelle 6 gegebenen Prüfindervallen gestreckt werden, sofern die TRwS 788 keine andere Vorgabe macht.

Bei den Beschichtungen wird unterschieden in „Innenbeschichtungen mit Sicherheitsfunktion IBS“ und „Innenbeschichtungen mit Qualitätsfunktion IBQ“. Innenbeschichtungen mit Sicherheitsfunktion schützen den Tankboden vor unzulässig hohen Abtragsraten von mehr als 0,5 mm/a, sind also unverzichtbar für einen sicheren Tankbetrieb; zum Beispiel ist bei der Lagerung von Salzsäure in Tanks aus ferritischen Stählen (z. B. S235, P265GH, P355GH) eine Gummierung unerlässlich.

Die Innenbeschichtungen mit Qualitätsfunktion werden eingesetzt, wenn der Tankinhalt gegen unerwünschte Veränderungen, wie zum Beispiel eine Verfärbung, geschützt werden soll. Sie werden zum Beispiel auch eingesetzt, um bei Abtragsraten von weniger als 0,5 mm/a die Gebrauchsdauer des Tanks zu erhöhen. Der Tankboden muss in diesem Falle so bemessen sein, dass er auch ohne diese Beschichtung mit entsprechenden Abnutzungszuschlägen und Prüfungen sicher betrieben werden kann. Die Innenbeschichtungen mit Qualitätsfunktion gelten in sicherheitstechnischem Sinne als nicht vorhanden.

Wenn ein Tankboden mit einer Beschichtung mit Sicherheitsfunktion (IBS) versehen ist, ist er gemäß den Vorgaben der Zulassung der Beschichtung zu prüfen. In den Zulassungen sind im Regelfall sowohl die Prüffristen als auch die Prüfmethode vorgegeben. Sofern dies nicht der Fall ist, kommen die Regeln der TRbF 401 bzw. 402 zur Anwendung. Das Prüfindervall beträgt, unabhängig von den Angaben in Tabelle 6, fünf Jahre. Es kann aufgrund von Betriebserfahrungen nur verkürzt, aber nicht verlängert werden.

Für Tankböden ohne Beschichtung oder mit einer Beschichtung mit Qualitätsfunktion (IBQ) gelten die in Tabelle 6 gegebenen Prüfindervalle.

Zu 9.

Die Messungen und die innere Untersuchung sind grundsätzlich alle fünf Jahre durchzuführen. Abweichungen ergeben sich für hochviskose Flüssigkeiten oder bei sehr geringen Abtragsraten $\leq 0,01$ mm/a. Sofern die Lebensdauerabschätzung eine kürzere Frist als 5 Jahre ergeben hat, ist mit

der zuständigen Behörde ein Anpassungskonzept auszuarbeiten. Wenn sich eine ausreichend lange Restlebensdauer ergibt, kann die Frist von fünf Jahren in Abstimmung mit der zuständigen Behörde bis zu den in Tabelle 6 gegebenen Prüfintervallen verlängert werden.

Bei Tankböden, die mit einer Innenbeschichtung mit Sicherheitsfunktion versehen sind, ist die innere Untersuchung immer alle fünf Jahre durchzuführen. Sofern die Korrosion von der Bodenunterseite so stark ist, dass sich eine Restlebensdauer von weniger als fünf Jahren ergibt, ist mit der zuständigen Behörde ein Anpassungskonzept auszuarbeiten.

I Wiederkehrende Prüfungen

Wiederkehrende Prüfungen werden inhaltlich analog zur Nullprüfung durchgeführt. Der Bericht der Prüfung muss in die Anlagendokumentation eingehen. Das Ergebnis ist der zuständigen Behörde innerhalb von 4 Wochen mitzuteilen, wenn dies nicht bereits in einem Prüfbericht gemäß § 47 Absatz 3 AwSV enthalten ist.

Tabelle 6: Maximales Prüfintervall in Jahren für die wiederkehrende innere Prüfung von Flachbodentanks der Gruppe 6

Wiederkehrende innere Prüfung					
Abtrag < 0,01 mm/a hochviskos	Abtrag < 0,01 mm/a nicht hochviskos	Abtrag ≤ 0,1 mm/a hochviskos	Abtrag ≤ 0,1 mm/a nicht hochviskos	Abtrag > 0,1 mm/a hochviskos	Abtrag > 0,1 mm/a nicht hochviskos
10*/ 15**	10*/ 10**	10*/ 10**	5*/ 5**	5*/ 5**	5*/ 5**
ANMERKUNGEN					
* Maximales Prüfintervall für die erste wiederkehrende innere Prüfung.					
** Maximales Prüfintervall bei weiteren wiederkehrenden inneren Prüfungen.					
Bei Innenbeschichtungen mit Qualitätsfunktion (IBQ) nach TRbF 401:1981/TRbF 402:1981 oder mit bauaufsichtlichem Verwendbarkeitsnachweis gelten für die innere Prüfung die Prüfintervalle der Spalte „Abtrag ≤ 0,01 mm/a“ als Maximalwerte, wenn eine wiederkehrende Prüfung nach 5 Jahren keine Mängel ergeben hat.					
Bei Abtragsraten ≤ 0,1 mm/a und einem Wanddickenzuschlag von Z ≥ 1 mm auf die statisch erforderliche Mindestwanddicke sind die Prüfintervalle für die innere Prüfung der korrespondierenden Spalte mit dem nächstniedrigeren Abtrag zu übernehmen.					

Der Umfang der wiederkehrenden Prüfungen entspricht dem Umfang der Nullprüfung, d. h. es ist eine innere Untersuchung mit einer flächendeckenden Dickenmessung des Tankbodens durchzuführen. Das Ergebnis ist der Anlagendokumentation beizufügen und der zuständigen Behörde binnen vier Wochen mitzuteilen.

Infrastrukturelle Maßnahmen am Flachbodentank

Die betriebliche Überwachung erfolgt durch mindestens eine selbsttätige Störmeldeeinrichtung in Verbindung mit einer ständig besetzten Betriebsstätte oder durch Überwachung mittels arbeitstäglicher Kontrollgänge und Aufzeichnung der Abweichung vom bestimmungsgemäßen Betrieb.

Bei nicht hochviskosen Stoffen ist eine regelmäßige (mindestens monatliche) Mengenbilanzierung und -überwachung zur Feststellung von eventuellen Verlusten erforderlich.

Weitere Überwachungsmaßnahmen können durch die Behörde festgelegt werden. Die Auswahl der Maßnahmen ist unter Berücksichtigung der chemischen, physikalischen sowie human- und ökotoxischen Eigenschaften des Lagermediums, der örtlichen Gegebenheiten und der gegebenen Betriebsweise und Parameter der Anlage zu treffen. Überwachungsmaßnahmen können zum Beispiel sein:

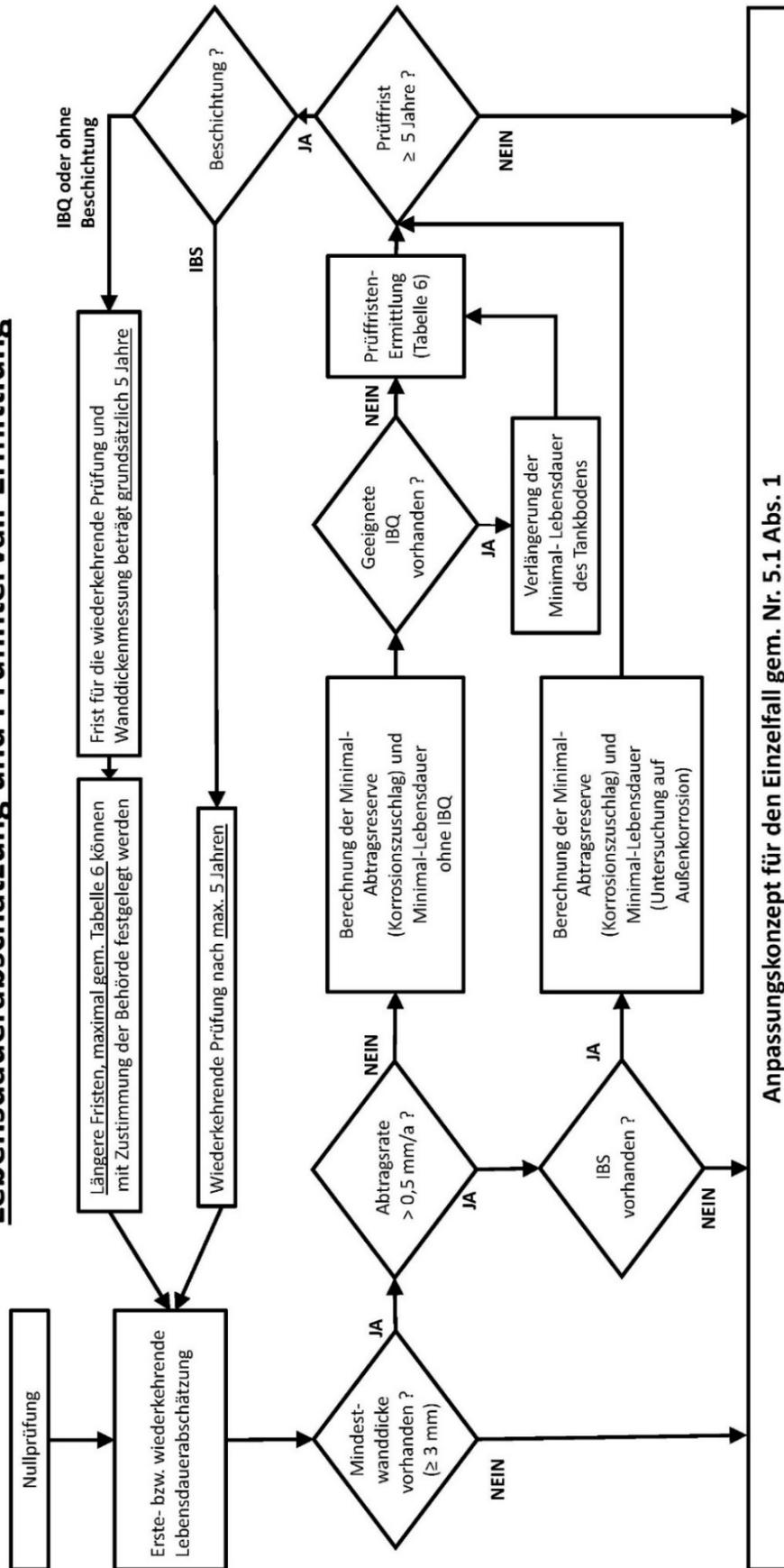
- I Füllstandsmessung zum Beispiel mittels Radar,
- I Grundwassermessstellen (davon mindestens eine im Abstrom) mit geeigneter Überwachung,

Kommentar zum DWA-A 788 (TRwS 788)

- gezielte Grundwasserabsenkung mit geeigneter Überwachung,
- Bodenluftüberwachung unter dem Tankboden oder
- Dränage mit geeigneter Überwachung (z. B. Gasspürgeräte, Sensorkabel).

Zusätzlich zur betrieblichen Überwachung sind Maßnahmen vorzusehen, mit denen ein Flüssigkeitsaustritt erkannt werden kann. Die Füllstandsüberwachung ist mit mehr oder minder großen Messfehlern belastet und insbesondere ist die Mengenbilanzierung bei großen Tanks mit erheblichen Volumenberechnungen verbunden, aber auch bei kleineren Tanks mehr oder weniger ungenau. Alles in allem sind kleinere Leckagen mit der Füllstandsüberwachung nur sehr eingeschränkt zu bemerken („schleichende Leckagen“). Grundwasserüberwachung, Bodenluftmessstellen und Dränagen erkennen eine Undichtheit erst, wenn sie schon eingetreten ist. Sie sind nur noch in der Lage, den Schaden zu begrenzen, was aber eine entsprechend schnelle Reaktion des Betreibers voraussetzt. Daher sollte für solche Fälle eine Arbeitsanweisung vorliegen.

Lebensdauerabschätzung und Prüfintervall-Ermittlung



Legende: IBQ = Innenbeschichtung mit Qualitätsfunktion

IBS = Innenbeschichtung mit Sicherheitsfunktion

Bild 1: Schematischer Ablauf einer Lebensdauerabschätzung und Prüfintervall-Ermittlung

5.3 Besonderheiten

5.3.1 Lagerung von Schmelzen

Bei Lagerung von Schmelzen entfallen die Nullprüfung und die wiederkehrende innere Prüfung sowie die wiederkehrende Wanddickenmessung zur Bestimmung der Außenkorrosion.

Schweres Heizöl bzw. seine Komponenten (d. h. schwere Destillationsprodukte bzw. Rückstände aus atmosphärischen Destillationen, Crackern, Vakuumanlagen, Visbreakern und ähnliche Anlagen) sind wie eine Schmelze zu behandeln, sofern das zu lagernde Medium (Stoff oder Stoffgemisch) hochviskos ist und die Wasserlöslichkeit bei 20 °C ≤ 10 g/l beträgt⁵⁾.

Schmelzen sind Stoffe, die gemäß Definition als fest gelten. Sie werden in erwärmten Zustand gelagert, um sie pumpfähig zu halten. Bei Abkühlung sind sie nicht mehr fließfähig und stellen keine Gefahr für Gewässer dar. Eine Undichtheit des Tankbodens würde ohne wesentliche Auswirkung bleiben, sodass auf aufwendige Prüfungen verzichtet werden kann. Den Schmelzen gleichgestellt wird schweres Heizöl, wenn es hochviskos im Sinne dieser TRwS ist (dynamische Viskosität ≤ 1.000 mPa·s bei 20 °C) und eine Wasserlöslichkeit von nicht mehr als 10 g/l hat.

5.3.2 Produktwechsel

Bei einem Produktwechsel muss zur Bestimmung des Abtrags bzw. zur Feststellung der Beständigkeit bei Innenbeschichtungen das neue Produkt zugrunde gelegt werden. Die Auswirkungen eines Produktwechsels sind im Einvernehmen mit dem Sachverständigen festzustellen. Dieses ist bei unkritischen Produktwechseln nicht erforderlich, z. B. wenn der Wechsel bei unbeschichteten Tanks von einem Stoff mit korrosiven Eigenschaften zu einem mit weniger korrosiven Eigenschaften erfolgt.

Hierzu wird auf den Kommentar zu 5.2.6 „Prüfumfang“ Ziffer 8c verwiesen.

5.4 Weiterbetrieb bestehender Tanks nach Umrüstungsmaßnahmen

5.4.1 Allgemeines

Umrüstungsmaßnahmen können Teil eines Anpassungskonzepts sein. Auswirkungen auf die Einstufung des Tanks in die Tankgruppe bzw. Aufstellungsart und auf das Prüfintervall zur wiederkehrenden inneren Prüfung sind möglich.

Prüfumfang

I Nullprüfung

Nach Umrüstung des Tanks ist eine Prüfung gemäß 4.1.4 mit einer inneren Prüfung erforderlich. Hierbei ist insbesondere der ordnungsgemäße Zustand des Tanks nach der Umrüstungsmaßnahme zu überprüfen.

I Wiederkehrende Prüfungen

Wiederkehrende Prüfungen richten sich nach der Gruppe bzw. Aufstellungsart, in die der Tank nach der Umrüstungsmaßnahme eingestuft wird.

5) Gemäß der europäischen ECHA-Datenbank liegt die Wasserlöslichkeit für Heizöl Schwer ≤ 2 g/l (CAS-Nr. 93821-66-0, „Calculated water solubility for constituents of this substance range between 2.69E-12 – 2000 mg/L“). Entsprechend ist für Heizöl Schwer davon auszugehen, dass der vorgegebene Grenzwert für die Wasserlöslichkeit von ≤ 10 g/l deutlich unterschritten wird.

Infrastrukturelle Maßnahmen

Infrastrukturelle Maßnahmen richten sich nach der Gruppe bzw. Aufstellungsart, in die der Tank nach der Umrüstungsmaßnahme eingestuft wird.

Die Tankgruppe und die erforderlichen Prüfungen richten sich nach der jeweiligen Bauweise des Tankbodens und der Aufstellungsart eines Tanks. Nach Umrüstungen ist der geänderte Zustand zugrunde zu legen.

5.4.2 Einbringen einer Innenbeschichtung

Innenbeschichtungen mit bauaufsichtlichem Verwendbarkeitsnachweis können eingebracht und müssen dann entsprechend geprüft werden.

Das Einbringen einer Innenbeschichtung ist eine recht einfach durchzuführende Maßnahme, um den Tankboden vor weiterem Abtrag durch Angriff durch das Lagergut zu schützen. Gegen Korrosion von der Unterseite hilft die Innenbeschichtung aber nicht.

Je nach ihrer Art sind Innenbeschichtungen empfindlich gegen zu hohe Dehnungen, wie sie zum Beispiel beim Betrieb eines Flachbodentanks durch den hydrostatischen Druck des gelagerten Stoffs besonders im Bereich der Bodenecke hervorgerufen werden können.

Bei einem Einbau zur Verlängerung der Lebensdauer wird davon ausgegangen, dass es sich um eine Innenbeschichtung mit Sicherheitsfunktion handelt. Es muss daher ein Eignungsnachweis, bevorzugt in Form eines bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweises, vorliegen. Einbaubedingungen, Verwendung und Prüfungen richten sich nach den Vorgaben des Verwendbarkeitsnachweises. In jedem Falle ist eine sorgfältige Vorbereitung der zu beschichtenden Oberflächen durch Auftragschweißen oder Ausschleifen von Korrosionsmulden und Sandstrahlen erforderlich.

5.4.3 Sperrschicht zwischen Tank und Fundament

Tanks auf **durchgehendem Betonfundament** der Gruppe 4 können mit einer Sperrschicht zwischen Tank und Fundament nachgerüstet werden, wenn die nachfolgenden Punkte erfüllt sind:

Anforderungen an die Sperrschicht:

- Die Sperrschicht besteht aus Kunststoff oder Metall.
- Die Beständigkeit der Sperrschicht wird nachgewiesen.

Diese Art der Nachrüstung erfordert das Abheben des Tanks vom Fundament und kommt damit eher für Tanks mit kleinem Durchmesser in Frage. Beim Abheben ist darauf zu achten, dass der Tankkörper nicht unzulässig belastet wird. Insbesondere die Anschlagpunkte für das Hebezeug müssen ausreichend bemessen sein. Falls ohne Traverse angehoben wird, ist der Tank in der Ebene der Anschlagpunkte auszusteifen. Durch Kleben des Tankbodens an der Auflage kann es zu hohen Belastungen der Bodenecke kommen und zu höheren Kranlasten als es dem Tankgewicht entspricht.

Wenn man dieser Art der Nachrüstung nähertritt, sollte man auch das Fundament ausbessern und eine neue Bitumenschicht aufbringen.

5.4.4 Streifenfundament, Trägerrost

Tanks auf durchgehendem Betonfundament der Gruppe 4 können mit massiven Streifenfundamenten aus Beton oder mit einem Trägerrost nach Abschnitt 4 nachgerüstet werden. Ein statischer Nachweis ist erforderlich. Das bestehende Fundament muss folgende Anforderungen erfüllen:

- die Qualität des Betons entspricht B 25 nach DIN 1045 in der zum Zeitpunkt der Errichtung geltenden Fassung bzw. C20/25 nach DIN 1045-2 in Verbindung mit DIN EN 206-1 oder mehr; dies wird belegt oder durch Entnahme eines Bohrkerns bzw. durch die Methode „Schmidt’scher Rückprallhammer“ geprüft,
- das Fundament hat eine Dicke von mindestens 20 cm und
- nach visueller Beurteilung weist das Fundament keine durchgehenden Risse auf.

Die Einsehbarkeit zwischen Tank und Fundament muss entsprechend Abschnitt 4 gegeben sein.

Auch bei dieser Art der Nachrüstung muss der Tank von seinem Fundament abgehoben werden. Daher kann auf den Kommentar zu 5.4.3 verwiesen werden. Zusätzlich sei noch erwähnt, dass bei einem Tank, der bisher vollflächig auf dem Fundament auflag, bei der Aufstellung auf linienförmigen Auflagern ein anderes statisches Ersatzsystem für die Bemessung des Bodens anzuwenden ist. Im Regelfall erfordert diese Art der Aufstellung dickere Bodenbleche als bei vollflächiger Aufstellung (vergleiche Kommentar zu 4.2.3).

5.4.5 Doppelboden

Tanks auf durchgehendem Fundament oder Ringfundament aller Gruppen können mit einem Doppelboden nach Abschnitt 4 nachgerüstet werden, dessen Zwischenraum kontinuierlich lecküberwacht wird, sofern ein statischer Nachweis für die geänderte Konstruktion vorgelegt werden kann.

Besonderheit bei Aufstellung auf Ringfundamenten

Wenn bei einem Auffangraum die Anstauhöhe im Leckagefall größer als die Sockelhöhe des Ringfundaments ist, muss ein für die Dauer der Beanspruchung flüssigkeitsundurchlässiger Anschluss des Tankbodenrands an das Fundament hergestellt werden. Die Dauer der Beanspruchung ergibt sich aus den organisatorischen Maßnahmen und örtlichen Gegebenheiten (z. B. Standmessung im Auffangraum, Alarmierung, Besetzung der Messwarte, Kontrollgänge, Werkfeuerwehr, Umpumpmöglichkeiten).

Bestehende Flachbodentanks lassen sich, wenn der Durchmesser nicht außerordentlich groß ist, recht problemlos mit einem doppelten Boden mit Leckageüberwachung nachrüsten. Damit ist die uneingeschränkte Übereinstimmung mit der AwSV gegeben und weitergehende organisatorische Maßnahmen wie Messungen und Prüfungen sind nicht mehr erforderlich. Je nach den Kosten für die Reinigung und die Prüfungen kann sich die Nachrüstung mit einem zweiten Boden auch als wirtschaftlich vorteilhaft erweisen. Voraussetzung ist jedoch, dass der vorhandene Boden, der als unterer Boden Teil des Überwachungsraums wird, dicht ist und es über eine ausreichend lange Zeit auch bleibt. Vor einer Entscheidung, einen zweiten Boden einzubauen, muss die sorgfältige Vermessung und Bewertung des vorhandenen Bodens stehen. Auf den Kommentar zu 4.2.2 wird verwiesen.

Bild K.10 zeigt eine oft genutzte Bauweise für einen nachträglich eingebauten zweiten Boden.

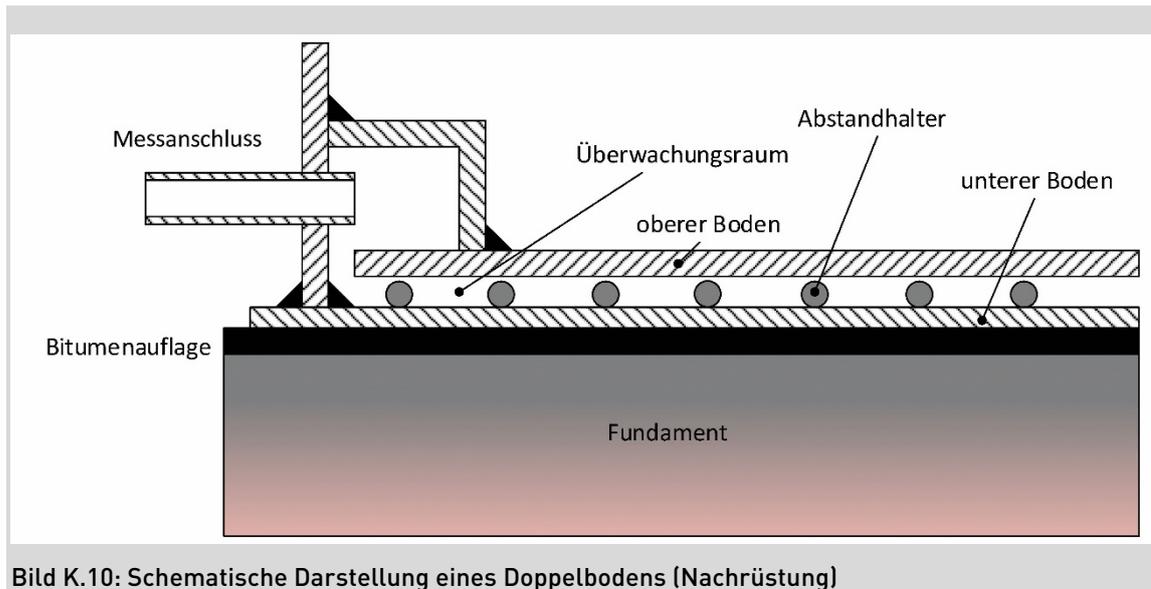


Bild K.10: Schematische Darstellung eines Doppelbodens (Nachrüstung)

Anhang A (informativ) **Als geeignet geltende Anlagenteile bei Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen**

Vorbemerkung

Der Gesetz- und Verordnungsgeber hat im WHG und in der AwSV bestimmt, dass bestimmte Anlagenteile bei Anlagen zum Lagern, Abfüllen oder Umschlagen wassergefährdender Stoffe als geeignet gelten. Die dort genannten Anlagenteile müssen also im Rahmen einer Eignungsfeststellung nicht erneut auf ihre Eignung geprüft werden. Dies ändert nichts daran, dass bei einer Eignungsfeststellung festgestellt werden muss, dass die Anlage als Ganzes dem Besorgnisgrundsatz oder dem bestmöglichen Schutz der Gewässer (bei Umschlaganlagen) genügen muss. Das Verfahren der Eignungsfeststellung wird aber durch diese Eignungsfiktion wesentlich erleichtert.

In den folgenden fünf Abschnitten wird dargestellt, nach welchen Rechtsnormen bestimmte Anlagenteile als geeignet gelten und welche Voraussetzungen dabei erfüllt werden müssen. In Absatz 1 wird jeweils auf die Teile des in Bezug genommenen Spezialrechts eingegangen und in Absatz 2, wann ein diesem Spezialrecht genügendes Anlagenteil wasserrechtlich als geeignet gilt. Verbindlich sind die jeweiligen Rechtsnormen.

Die in A.1 bis A.5 als geeignet aufgeführten Anlagenteile können auch bei Anlagen zum Herstellen, Behandeln und Verwenden wassergefährdender Stoffe als geeignete Anlagenteile angesehen werden, wenn vergleichbare Randbedingungen vorliegen.

A.1 Europäisch harmonisierte Bauprodukte

- (1) Die europäische Bauproduktenverordnung (Verordnung (EU) Nr. 305/2011, im folgenden EU-BauPVO) gilt für Bauprodukte, die auf dem europäischen Markt in Verkehr gebracht oder vermarktet werden und für die eine harmonisierte europäische Norm oder, auf Antrag eines Herstellers, eine Europäische Technische Bewertung (ETA) vorliegt. Sie legt fest, dass ein Hersteller für diese Bauprodukte nach harmonisierten Regeln eine Leistungserklärung erstellen muss. Grundlage dieser Leistungserklärung sind die in der jeweiligen europäischen Norm oder ETA für den Verwendungszweck spezifizierten wesentlichen Merkmale. Diese sind in Anhang ZA dieser Norm aufgeführt. Die Leistungen eines Bauprodukts, die dieses in Bezug auf die wesentlichen Merkmale erfüllt, sind nach bestimmten Verfahren und Kriterien zu bewerten und in der Leistungserklärung darzustellen. Die verpflichtende CE-Kennzeichnung bescheinigt dann die Übereinstimmung eines Bauprodukts mit den so erklärten Leistungen.

Die Leistungserklärung muss alle wesentlichen Merkmale, die in der europäischen Norm oder ETA spezifiziert sind, aufführen. Für diejenigen, für die keine Leistung erklärt wird, reicht die Angabe NPD („No Performance Determined“/Keine Leistung festgestellt). In der Leistungserklärung muss jedoch zumindest für eines der wesentlichen Merkmale eine Leistung erklärt werden. Vom Bauherrn gewünschte Leistungen, die von dem europäisch harmonisierten Bauprodukt nicht erbracht werden, müssen auf andere Weise von der baulichen Anlage erbracht werden.

Die Mitgliedstaaten dürfen die freie Vermarktung von Bauprodukten nicht unterlaufen und deshalb keine weiteren Anforderungen, einschließlich Kennzeichnungspflichten, an Bauprodukte erheben. Die EU-BauPVO harmonisiert jedoch aufgrund unionsrechtlicher Vorgaben nicht die Anforderungen an die aus Bauprodukten hergestellten Bauwerke.

- (2) Die Bauprodukte nach Absatz 1 müssen die speziellen wasserrechtlichen Anforderungen nach deutschem Recht zwar nicht erfüllen, Leistungen, die nach europäischem Recht in der Leistungs-

erklärung beschrieben werden, können aber auch den deutschen wasserrechtlichen Anforderungen entsprechen. Bei einem europäisch harmonisierten Bauprodukt muss also anhand der in der Leistungserklärung nach EU-BauPVO erklärten Leistungen geprüft werden, ob es alle Anforderungen des § 62 WHG und der AwSV erfüllt. Wenn dies nicht der Fall ist, darf es nach § 63 Abs. 4 Satz 2 WHG trotzdem verwendet werden, wenn die fehlenden Eigenschaften auf andere Weise für die Anlage erbracht werden.

A.2 Nationale Bauprodukte und Bauarten

Vorbemerkung: Die folgenden Aussagen zu Bauprodukten und Bauarten beziehen sich auf die Muster-Bauordnung (MBO) in der Fassung November 2002, geändert durch Beschluss der Bauministerkonferenz vom 22. Februar 2019, und die Muster-Verwaltungsvorschrift „Technische Baubestimmungen“ (MVV TB). Maßgebend sind die entsprechenden Vorschriften des jeweiligen Bundeslandes.

- (1) Bauprodukte und Bauarten dürfen nur verwendet werden, wenn bei ihrer Verwendung die baulichen Anlagen die bauordnungsrechtlichen Anforderungen erfüllen. Diese Anforderungen an bauliche Anlagen werden aufgrund der Ermächtigung in § 85a Absatz 1 MBO in technischen Baubestimmungen, der Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB), konkretisiert. Die Konkretisierung kann insbesondere durch Bezugnahme auf technische Regeln und ihre Fundstellen für Bauprodukte, für die keine harmonisierte europäische Norm oder keine ETA vorliegt, erfolgen. Diese technischen Regeln, die nicht die CE-Kennzeichnung nach der EU-BauPVO tragen, sind in Kapitel C 2 Spalte 3 der MVV TB niedergelegt, die Anforderungen an die Übereinstimmungsbestätigung in Spalte 4. Kapitel C 3 führt Bauprodukte auf, die lediglich eines allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnisses bedürfen.

Sofern es keine technische Baubestimmung und keine allgemein anerkannte Regel der Technik gibt oder das Bauprodukt oder die Bauart von einer technischen Baubestimmung wesentlich abweicht, ist für Bauprodukte eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (abZ, Verwendbarkeitsnachweis nach § 17 bis 19 MBO) und für Bauarten eine allgemeine Bauartgenehmigung (aBG, Anwendbarkeitsnachweis nach § 16a MBO) erforderlich.

Kapitel B 3 der MVV TB bezieht sich auf Teile von LAU-Anlagen, die anderen Harmonisierungsvorschriften (z. B. Maschinenrichtlinie, Druckgeräterichtlinie) unterliegen, aber hinsichtlich eines bestimmten Verwendungszweckes Grundanforderungen der EU-BauPVO an bauliche Anlagen und ihre Teile nicht erfüllen. Für diese Produkte ist zum Nachweis der fehlenden wesentlichen Merkmale ein Verwendbarkeitsnachweis oder eine Übereinstimmungserklärung einer bauaufsichtlich anerkannten Prüfstelle erforderlich.

- (2) Teile von Anlagen zum Lagern, Abfüllen oder Umschlagen wassergefährdender Stoffe sind häufig auch Bauprodukte oder Bauarten. Deshalb hat das Wasserrecht in Abstimmung mit dem Baurecht (§ 85 Absatz 4a MBO, § 63 Absatz 4 Satz 1 Nummer 2 und 3 WHG und WasBauPVO) die Möglichkeit geschaffen, dass in den Verwendbarkeits- oder Anwendbarkeitsnachweisen auch die wasserrechtlichen Anforderungen mitgeregelt werden. Verwendbarkeits- und Anwendbarkeitsnachweise nach WasBauPVO sind nur dann erforderlich, wenn es für das Bauprodukt oder die Bauart keine eingeführten technischen Baubestimmungen gibt, die die wasserrechtlichen Anforderungen berücksichtigen. Bauprodukte für Teile von LAU-Anlagen, die die wasserrechtlichen Anforderungen sicherstellen, sind in der MVV TB in Kapitel C 2.15 aufgeführt.

In Kapitel B 3.2 der MVV TB sind die Bauprodukte aufgeführt, die anderen Harmonisierungsvorschriften (Druckgeräte- und Maschinenrichtlinie) der EU genügen, aber aufgrund fehlender wasserrechtlich bedeutsamer wesentlicher Merkmale eines Verwendbarkeitsnachweises bedürfen. Die in Kapitel C 2.15 oder in den genannten Fällen über allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen oder allgemeine Bauartgenehmigungen geregelten Bauprodukte und Bauarten erfüllen also – im Unterschied zu den europäisch harmonisierten Bauprodukten – die bau- und wasserrechtlichen Anforderungen an Anlagenteile in LAU-Anlagen. Gemäß § 63 Absatz 4 WHG gelten diese Anlagenteile als geeignet. Für die Errichtung einer Anlage zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen

müssen die einzelnen Anlagenteile geeignet sein und die Anlage insgesamt den wasserrechtlichen Anforderungen genügen.

A.3 Druckgeräte und Baugruppen nach Druckgeräterichtlinie

- (1) Druckgeräte und Baugruppen mit einem maximal zulässigen Druck (PS) von mehr als 0,5 bar müssen nach der Druckgeräteverordnung (14. Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz) für das Inverkehrbringen die Anforderungen des Anhangs I der Richtlinie 2014/68/EU erfüllen und ein dort beschriebenes Konformitätsbewertungsverfahren durchlaufen. Die Erfüllung der Anforderungen der Richtlinie ist mit einer EU-Konformitätserklärung und der CE-Kennzeichnung⁶⁾ zu dokumentieren. Eine Betriebsanleitung und Sicherheitsinformationen sind beizufügen.
- (2) Bei Vorliegen der Nachweise und Unterlagen nach Absatz 1 ist davon auszugehen, dass auch die wasserrechtlichen Anforderungen eingehalten werden. Gemäß § 63 Absatz 4 Satz 1 Nummer 4 WHG gelten diese Anlagenteile als geeignet, wenn sie in Übereinstimmung mit der Betriebsanleitung und den Sicherheitsinformationen betrieben werden.

A.4 Maschinen nach Maschinenrichtlinie

- (1) Maschinen müssen nach der Maschinenverordnung (9. Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz) für das Inverkehrbringen die Anforderungen des Anhangs I der Richtlinie 2006/42/EG erfüllen und ein Konformitätsbewertungsverfahren durchlaufen. Die Erfüllung der Anforderungen der Richtlinie ist mit einer EG-Konformitätserklärung nach Anhang II und der CE-Kennzeichnung zu dokumentieren. Eine Betriebsanleitung und Sicherheitsinformationen sind beizufügen.
- (2) Bei Vorliegen der Nachweise und Unterlagen nach Absatz 1 ist davon auszugehen, dass auch die wasserrechtlichen Anforderungen eingehalten werden. Gemäß § 63 Absatz 4 Satz 1 Nummer 5 WHG gelten diese Anlagenteile als geeignet, wenn sie in Übereinstimmung mit der Betriebsanleitung und den Sicherheitsinformationen betrieben werden.

A.5 Nach Gefahrgutrecht zulässige Behälter und Verpackungen

- (1) In den internationalen Vorschriften für die Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße, mit der Eisenbahn, auf Binnengewässern, mit Seeschiffen und im Luftverkehr sind umfangreiche Regelungen zum Eignungsnachweis für
 - a) Verpackungen,
 - b) Großpackmittel (IBC),
 - c) Großverpackungen,
 - d) Druckgefäße, Druckgaspackungen, Gefäße, klein, mit Gas (Gaspatronen) und Brennstoffzellen-Kartuschen mit verflüssigtem entzündbarem Gas,
 - e) Batterie-Fahrzeuge und Gascontainer mit mehreren Elementen und
 - f) Tankfahrzeugen, Tankcontainer, Aufsetztanksenthalten, die auch Anforderungen an die Dichtheit und Beständigkeit der Werkstoffe stellen. Die Übereinstimmung mit diesen Vorschriften wird

6) Druckgeräte und Baugruppen, für die eine Betreiberprüfstelle eine EU-Konformitätserklärung nach § 2 Satz 1 Nummer 10 der Druckgeräteverordnung erteilt hat, bedürfen keiner CE-Kennzeichnung.

- für die in den Buchstaben a) bis c) beschriebenen Umschließungen durch das Symbol der Vereinten Nationen für Verpackungen ,
- für Druckgefäße, Druckgaspackungen, Gefäße, klein, mit Gas (Gaspatronen) und Brennstoffzellen-Kartuschen mit verflüssigtem entzündbarem Gas durch das Kennzeichen gem. Richtlinie 2010/35/EU (Kennzeichnung mit dem griechischen Buchstaben Pi π),
- für die in den Buchstaben e) und f) beschriebenen Umschließungen durch eine Baumusterzulassung und entsprechender Kennzeichnung auf dem Tankschild

bestätigt.

- (2) Nach § 41 Absatz 2 Satz 1 Nummer 1c AwSV ist ein Nachweis nach Absatz 1 denjenigen gleichgestellt, die sich aus den in Anhang A in A.1 bis A.4 aufgeführten Vorschriften ergeben. Die entsprechenden Anlagenteile können als geeignet angesehen werden. Dabei bleiben die wasserrechtlichen Anforderungen an die Rückhaltung wassergefährdender Stoffe unberührt.

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. April 2011, S. 5–43 (Bauproduktenverordnung)

Richtlinie 2006/42/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Mai 2006 über Maschinen und zur Änderung der Richtlinie 95/16/EG (Neufassung) (Text von Bedeutung für den EWR). ABL. L 157 vom 9. Juni 2006, S. 24–86 (Maschinenrichtlinie). In nationales Recht umgesetzt durch die 9. Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz

Richtlinie 2010/35/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Juni 2010 über ortsbewegliche Druckgeräte und zur Aufhebung der Richtlinien des Rates 76/767/EWG, 84/525/EWG, 84/526/EWG, 84/527/EWG und 1999/36/EG (Text von Bedeutung für den EWR). ABL. L 165 vom 30. Juni 2010, S. 1–18 (Richtlinie über ortsbewegliche Druckgeräte, TPED)

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. Juni 2014, S. 164–259 (Druckgeräterichtlinie). In nationales Recht umgesetzt durch die 14. Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz

Bundes- und Landesrecht

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; 2021 I S. 123. Stand: zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 24. September 2021, BGBl. I S. 4458

WHG – Wasserhaushaltsgesetz: Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts vom 31. Juli 2009, BGBl. I S. 2585. Stand: zuletzt geändert durch Artikel 2 des Gesetzes vom 18. August 2021, BGBl. I S. 3901

AwSV – Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen vom 18. April 2017, BGBl. I S. 905. Stand: geändert durch Artikel 256 der Verordnung vom 19. Juni 2020, BGBl. I S. 1328

Referenten-Entwurf einer 1. Änderungsverordnung zur AwSV. Stand: 20. Juni 2020

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 7 des Gesetzes vom 27. Juli 2021, BGBl. I S. 3146

Kommentar zum DWA-A 788 (TRWS 788)

GefStoffV – Gefahrstoffverordnung: Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen vom 26. November 2010, BGBl. I S. 1643, 1644. Stand: zuletzt geändert durch Artikel 2 der Verordnung vom 21. Juli 2021, BGBl. I S. 3115

MBO – Musterbauordnung Fassung November 2002. Stand: zuletzt geändert durch Beschluss der Bauministerkonferenz vom 27.09.2019. Online unter (zuletzt abgerufen am 12.10.2021): <https://www.dibt.de/fileadmin/dibt-website/Dokumente/Rechtsgrundlagen/MBO_2019.pdf>

WasBauPVO – Verordnung zur Feststellung der wasserrechtlichen Eignung von Bauprodukten und Bauarten durch Nachweise nach der Musterbauordnung; siehe länderspezifische Regelungen in der jeweils gültigen Fassung

9. ProdSV – Maschinenverordnung: Neunte Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz vom 12. Mai 1993, BGBl. I S. 704. Stand: zuletzt geändert durch Artikel 23 des Gesetzes vom 27. Juli 2021, BGBl. I S. 3146

14. ProdSV – Druckgeräteverordnung: Vierzehnte Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz vom 13. Mai 2015, BGBl. I S. 692. Stand: zuletzt geändert durch Artikel 28 des Gesetzes vom 27. Juli 2021, BGBl. I S. 3146

BauO – Bauordnung, siehe länderspezifische Regelungen

MVV TB – Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen. Ausgabe 2020/1. Stand: 19.01.2021. Online unter (zuletzt abgerufen am 12.10.2021): <https://www.dibt.de/fileadmin/dibt-website/Dokumente/Referat/P5/Technische_Bestimmungen/MVVTB_2020-1.pdf>

TA Luft 2002 – Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft: Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz, Ministerialblatt vom 24. Juli 2002, GMBL 2002, Heft 25–29, S. 511–605

TA Luft 2021 – Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft: Neufassung der Ersten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz. GMBL vom 14. September 2021, GMBL Nr. 48–54, S. 1050–1192 (AVvV vom 18. August 2021)

VLwF – Lagerbehälter-Verordnung: Verordnung über das Lagern wassergefährdender Flüssigkeiten vom 19. April 1968. Inkrafttreten: 1. Juni 1968. Stand: aufgehoben

Technische Regeln

DIN-Normen

DIN 1045-2 (August 2008): Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 2: Beton – Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität – Anwendungsregeln zu DIN EN 206-1

DIN 1045-2/A1 (Januar 2005): Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 2: Beton – Festlegungen, Eigenschaften, Herstellung und Konformität; Anwendungsregeln zu DIN EN 206-1; Änderung A1

DIN 1045-2/A2 (Juni 2007): Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 2: Beton – Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität; Anwendungsregeln zu DIN EN 206-1; Änderung A2

DIN 1054 (April 2021): Baugrund – Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau – Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1

DIN 4020 (Dezember 2010): Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke – Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-2

DIN 4119-1 (Juni 1979): Oberirdische zylindrische Flachboden – Tankbauwerke aus metallischen Werkstoffen – Teil 1: Grundlagen, Ausführungen, Prüfungen

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

DIN 6625-1 (Juni 2013): Eckige Behälter aus Stahl für die oberirdische Lagerung von Flüssigkeiten mit einem Flammpunkt von mehr als 55 °C – Teil 1: Bau- und Prüfgrundsätze

DIN 6625-2 (Juni 2013): Eckige Behälter aus Stahl für die oberirdische Lagerung von Flüssigkeiten mit einem Flammpunkt von mehr als 55 °C – Teil 2: Berechnung

DIN 18130-1 (Mai 1998): Baugrund – Untersuchung von Bodenproben; Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwerts – Teil 1: Laborversuche

- DIN 55670 (Februar 2011): Beschichtungsmittel – Prüfung von Beschichtungen auf Poren und Risse mit Hochspannung
- DIN EN 206-1 (Juli 2001): Beton – Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität. Deutsche Fassung EN 206-1:2000
- DIN EN 1090-2 (September 2018): Ausführung von Stahltragwerken und Aluminiumtragwerken – Teil 2: Technische Regeln für die Ausführung von Stahltragwerken. Deutsche Fassung EN 1090-2:2018
- DIN EN 1090-3 (Juli 2019): Ausführung von Stahltragwerken und Aluminiumtragwerken – Teil 3: Technische Regeln für die Ausführung von Aluminiumtragwerken. Deutsche Fassung EN 1090-3:2019
- DIN EN 1993-4 (September 2017): Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 4-2: Tankbauwerke. Deutsche Fassung EN 1993-4-2:2007 + AC:2009 + A1:2017
- DIN EN 1997-1 (März 2014): Eurocode 7 – Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 1: Allgemeine Regeln. Deutsche Fassung EN 1997-1:2004 + AC:2009 + A1:2013
- DIN EN 1997-2 (Oktober 2010): Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds. Deutsche Fassung EN 1997-2:2007 + AC:2010
- DIN EN 10088-4 (Januar 2010): Nichtrostende Stähle – Teil 4: Technische Lieferbedingungen für Blech und Band aus korrosionsbeständigen Stählen für das Bauwesen. Deutsche Fassung EN 10088-4:2009
- DIN EN 10088-5 (Juli 2009): Nichtrostende Stähle – Teil 5: Technische Lieferbedingungen für Stäbe, Walzdraht, gezogenen Draht, Profile und Blankstahlerzeugnisse aus korrosionsbeständigen Stählen für das Bauwesen. Deutsche Fassung EN 10088-5:2009
- DIN EN 12285-1 (Dezember 2018): Werksgefertigte Tanks aus Stahl – Teil 1: Liegende, zylindrische, ein- und doppelwandige Tanks zur unterirdischen Lagerung von brennbaren und nicht brennbaren wassergefährdenden Flüssigkeiten, die nicht für das Heizen und Kühlen von Gebäuden vorgesehen sind. Deutsche Fassung EN 12285-1:2018
- DIN EN 12504-2 (Oktober 2021): Prüfung von Beton in Bauwerken – Teil 2: Zerstörungsfreie Prüfung – Bestimmung der Rückprallzahl. Deutsche Fassung EN 12504-2:2021
- DIN EN 13160-2 (Dezember 2016): Leckanzeigesysteme – Teil 2: Anforderungen und Prüf-/Bewertungsmethoden für Über- und Unterdrucksysteme. Deutsche Fassung EN 13160-2:2016
- DIN EN 13554 (April 2011): Zerstörungsfreie Prüfung – Schallemissionsprüfung – Allgemeine Grundsätze. Deutsche Fassung EN 13554:2011
- DIN EN 13791 (Februar 2020): Bewertung der Druckfestigkeit von Beton in Bauwerken und in Bauwerksteilen. Deutsche Fassung EN 13791:2019
- DIN EN 14015 (Februar 2005): Auslegung und Herstellung standortgefertigter, oberirdischer, stehender, zylindrischer, geschweißter Flachboden-Stahltanks für die Lagerung von Flüssigkeiten bei Umgebungstemperatur und höheren Temperaturen. Deutsche Fassung EN 14015:2004
- DIN EN 14620-1 (Dezember 2006): Auslegung und Herstellung standortgefertigter, stehender, zylindrischer Flachboden-Stahltanks für die Lagerung von tiefkalt verflüssigten Gasen bei Betriebstemperaturen zwischen 0 °C und –165 °C – Teil 1: Allgemeines. Deutsche Fassung EN 14620-1:2006
- DIN EN 14620-2 (Dezember 2006): Auslegung und Herstellung standortgefertigter, stehender, zylindrischer Flachboden-Stahltanks für die Lagerung von tiefkalt verflüssigten Gasen bei Betriebstemperaturen zwischen 0 °C und –165 °C – Teil 2: Metallische Bauteile. Deutsche Fassung EN 14620-2:2006
- DIN EN 14620-3 (Dezember 2006): Auslegung und Herstellung standortgefertigter, stehender, zylindrischer Flachboden-Stahltanks für die Lagerung von tiefkalt verflüssigten Gasen bei Betriebstemperaturen zwischen 0 °C und –165 °C – Teil 3: Bauteile aus Beton. Deutsche Fassung EN 14620-3:2006
- DIN EN 14620-4 (Dezember 2006): Auslegung und Herstellung standortgefertigter, stehender, zylindrischer Flachboden-Stahltanks für die Lagerung von tiefkalt verflüssigten Gasen bei Betriebstemperaturen zwischen 0 °C und –165 °C – Teil 4: Dämmung. Deutsche Fassung EN 14620-4:2006
- DIN EN 14620-5 (Dezember 2006): Auslegung und Herstellung standortgefertigter, stehender, zylindrischer Flachboden-Stahltanks für die Lagerung von tiefkalt verflüssigten Gasen bei Betriebstemperaturen zwischen 0 °C und –165 °C – Teil 5: Prüfen, Trocknen, Inertisieren und Kaltfahren. Deutsche Fassung EN 14620-5:2006
- 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

Kommentar zum DWA-A 788 (TRwS 788)

DIN EN ISO 3219-2 (August 2021): Rheologie – Teil 2: Allgemeine Grundlagen der Rotations- und Oszillationsrheometrie (ISO 3219-2:2021). Deutsche Fassung EN ISO 3219-2:2021DIN EN ISO 9606-1

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 14688-1 (November 2020): Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden – Teil 1: Benennung und Beschreibung (ISO 14688-1:2017). Deutsche Fassung EN ISO 14688-1:2018DIN EN ISO 14731

DIN EN ISO 15614-1 (Mai 2020): Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe – Schweißverfahrensprüfung – Teil 1: Lichtbogen- und Gasschweißen von Stählen und Lichtbogenschweißen von Nickel und Nickellegierungen (ISO 15614-1:2017 + Amd 1:2019). Deutsche Fassung EN ISO 15614-1:2017 + A1:2019

DWA-Regelwerk

DWA-A 138 (April 2005): Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser. Arbeitsblatt

DWA-A 138-1 (Entwurf November 2020): Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser – Teil 1: Planung, Bau und Betrieb. Arbeitsblatt-Entwurf

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

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

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

DWA-A 785 (Juli 2009): Technische Regel wassergefährdender Stoffe (TRwS 785) – Bestimmung des Rückhaltevermögens bis zum Wirksamwerden geeigneter Sicherheitsvorkehrungen – R1 –. Arbeitsblatt

DWA-A 786 (Oktober 2020): Technische Regel wassergefährdender Stoffe (TRwS 786) – Ausführung von Dichtflächen. Arbeitsblatt

DWA-A 792 (August 2018): Technische Regel wassergefährdender Stoffe (TRwS 792) – Jauche-, Gülle- und Silage-sickersaftanlagen (JGS-Anlagen). Arbeitsblatt

DWA-A 793-1 (März 2021): Technische Regel wassergefährdender Stoffe (TRwS 793-1) – Biogasanlagen – Teil 1: Errichtung und Betrieb mit Gärsubstraten landwirtschaftlicher Herkunft. Arbeitsblatt

TRwS 779 siehe DWA-A 779

TRwS 785 siehe DWA-A 785

TRwS 786 siehe DWA-A 786

TRwS 792 siehe DWA-A 792

TRwS 793 siehe DWA-793-1

Sonstige technische Regeln

AD 2000-Merkblatt B 5 (September 2019): Ebene Böden und Platten nebst Verankerungen. Beuth Verlag, Berlin

Anpassungsrichtlinie Stahlbau (Oktober 1998): Anpassungsrichtlinie Stahlbau; Anpassungsrichtlinie zu DIN 18800 Teil 1 bis 4, Stahlbauten (Ausgabe 1990-11). Beuth Verlag, Berlin

BAM-Liste (Stand Juni 2021): Anforderungen an Tanks zur Beförderung gefährlicher Güter. Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Berlin

DAfStb „Wassergefährdende Stoffe“ (März 2011): DAfStb-Richtlinie – Betonbau beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (BUmwS):

- Teil 1: Grundlagen, Bemessung und Konstruktion unbeschichteter Betonbauten
 - Teil 2: Baustoffe und Einwirken von wassergefährdenden Stoffen
 - Teil 3: Instandsetzung – Anhang A: Prüfverfahren (normativ) – Anhang B: Erläuterungen (informativ)
- Beuth Verlag, Berlin

DECHEMA-Werkstoff-Tabelle: Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e. V., Frankfurt am Main

TRAS 320 (Juni 2015): Technische Regel für Anlagensicherheit (TRAS) – Vorkehrungen und Maßnahmen wegen der Gefahrenquellen Wind, Schnee- und Eislasten. BAnz. AT 16.07.2015 B2

TRbF 20 (April 2001): Technische Regeln für brennbare Flüssigkeiten (TRbF) – Lager. BArbBl. 4/2001 S. 60–105. Stand: Die Technischen Regeln für brennbare Flüssigkeiten (TRbF) sind zum 1. Januar 2013 außer Kraft getreten.

TRbF 40 (März 2002): Technische Regeln für brennbare Flüssigkeiten (TRbF) – Tankstellen. BArbBl. 3/2002 S. 72. Stand: Außer Kraft getreten am 17. Oktober 2012 durch die Bekanntmachung vom 1. August 2012 GMBL S. 826

TRbF 110 (Juli 1980): Technische Regeln für brennbare Flüssigkeiten (TRbF) – Lager. BArbBl. 7–8/1980 S. 69. Stand: aufgehoben und ersetzt durch TRbF 20

TRbF 120 (Juli 1980): Technische Regeln für brennbare Flüssigkeiten (TRbF 120) – Ortsfeste Tanks aus metallischen und nichtmetallischen Werkstoffen – Allgemeines –. BArbBl. 7–8/1980 S. 104. Stand: aufgehoben, ArbBl.3/2002 S. 100; Beschaffenheitsanforderungen in TRbF 40 aufgenommen

TRbF 121 (Juli 1980): Technische Regeln für brennbare Flüssigkeiten (TRbF 120) – Ortsfeste Tanks aus metallischen Werkstoffen. BArbBl. 7–8/1980 S. 110. Stand: aufgehoben; Beschaffenheitsanforderungen in TRbF 40 aufgenommen

TRbF 220 (Juni 1982): Technische Regel für brennbare Flüssigkeiten – Ortsfeste Tanks aus metallischen und nichtmetallischen Werkstoffen – Allgemeines –. BArbBl. 6/1982 S. 39. Stand: aufgehoben; Beschaffenheitsanforderungen in TRbF 40 aufgenommen

TRbF 221 (Juni 1982): Technische Regeln für brennbare Flüssigkeiten – Ortsfeste Tanks aus metallischen Werkstoffen. BArbBl. 6/1982 S. 45. Stand: aufgehoben; Beschaffenheitsanforderungen in TRbF 40 aufgenommen

TRbF 401 (Dezember 1981): Richtlinie für Innenbeschichtungen von Tanks zur Lagerung brennbarer Flüssigkeiten der Gefahrklassen AI, All und B [Richtlinie Innenbeschichtungen AI, All u. B]. BArbBl. 12/1981 S. 55. Stand: eingearbeitete Änderungen 12/1982

Die TRbF 401 (Ausgabe Dezember 1981, BArbBl. 12/1981 S. 55; 12/1982 S. 53) wurde als Technische Regel aufgehoben: BArbBl. 6/2002 S. 62. Die Beschaffenheitsanforderungen gelten bis zur Ablösung durch eine EU-Regelung allerdings weiter; dies trifft auch auf die TRbF 402 (Ausgabe Dezember 1981, BArbBl. 12/1981 S. 77) zu.

TRbF 402 (Dezember 1981): Richtlinie für die Innenbeschichtungen von Tanks zur Lagerung brennbarer Flüssigkeiten der Gefahrklasse AIII (Richtlinie für Innenbeschichtungen AIII), BArbBl. 12/1981

TRGS 509 (September 2014): Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS) – Lagern von flüssigen und festen Gefahrstoffen in ortsfesten Behältern sowie Füll- und Entleerstellen für ortsbewegliche Behälter. GMBL. 2014 S. 1346–1400, Nr. 66–67 vom 19.11.2014. Stand: zuletzt berichtigt, geändert und ergänzt: GMBL. 2020 S. 817, Nr. 38 vom 02.10.2020

Z-30.3-6 (März 2018): Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung Z-30.3-6 „Erzeugnisse, Bauteile und Verbindungsmittel aus nichtrostenden Stählen“. DIBt Deutsches Institut für Bautechnik (Hrsg.), Berlin

Bezugsquellen

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

DIN-Normen:
Beuth Verlag GmbH, Berlin
<www.beuth.de>

Fachpublikationen

Technische Regeln wassergefährdender Stoffe

- Arbeitsblatt DWA-A 779**
TRwS 779 – Allgemeine Technische Regelungen
 April 2006, Stand: korrigierte Fassung
 Juni 2006, 27 Seiten, A4,
 ISBN 978-3-939057-33-8 **24,50 €/19,60 €****
- Arbeitsblatt DWA-A 779 (Entwurf)**
TRwS 779 – Allgemeine technische Regelungen
 Dezember 2018, 79 Seiten, A4,
 ISBN Print: 978-3-88721-761-7,
 ISBN E-Book: 978-3-88721-762-4
85,50 €/68,40 €**
- Arbeitsblattreihe DWA-A 780**
TRwS 780 – Oberirdische Rohrleitungen
- Teil 1: Rohrleitungen aus metallischen Werkstoffen**
 Mai 2018, 39 Seiten, A4,
 ISBN Print: 978-3-88721-619-1,
 ISBN E-Book: 978-3-88721-620-7
59,50 €/47,60 €**
- Teil 2: Rohrleitungen aus glasfaserverstärkten duroplastischen Werkstoffen**
 Mai 2018, 31 Seiten, A4,
 ISBN Print: 978-3-88721-627-6,
 ISBN E-Book: 978-3-88721-628-3
51,50 €/41,20 €**
- Hinweis: zu beiden Arbeitsblättern ist ein Kommentar erschienen
- Arbeitsblatt DWA-A 781**
TRwS 781 – Tankstellen für Kraftfahrzeuge
 Dezember 2018, Stand: korrigierte Fassung
 Mai 2019, 75 Seiten, A4,
 ISBN Print: 978-3-88721-756-3,
 ISBN E-Book: 978-3-88721-757-0
89,00 €/71,20 €**
- Arbeitsblatt DWA-A 781 (Entwurf)**
TRwS 781 – Tankstellen für Kraftfahrzeuge
 Juli 2021, 87 Seiten, A4,
 ISBN Print: 978-3-96862-108-1,
 ISBN E-Book: 978-3-96862-109-8
88,50 €/70,80 €**
- Arbeitsblatt DWA-A 782**
TRwS 782 – Betankung von Schienenfahrzeugen
 Mai 2006, 37 Seiten, A4,
 ISBN 978-3-939057-40-6 **29,50 €/23,60 €****
- Arbeitsblatt DWA-A 783**
TRwS 783 – Betankungsstellen für Wasserfahrzeuge
 Dezember 2005, 24 Seiten, A4,
 ISBN 978-3-939057-07-9 **29,50 €/23,60 €****
- Arbeitsblatt DWA-A 784**
TRwS 784 – Betankung von Luftfahrzeugen
 April 2006, 36 Seiten, A4,
 ISBN 978-3-939057-34-5 **28,50 €/22,80 €****
- Arbeitsblatt DWA-A 785**
TRwS 785 – Bestimmung des Rückhaltevermögens bis zum Wirksamwerden geeigneter Sicherheitsvorkehrungen – R1 –
 Juli 2009, 19 Seiten, A4,
 ISBN 978-3-941089-77-8 **28,50 €/22,80 €****
- Arbeitsblatt DWA-A 786**
TRwS 786 – Ausführung von Dichtflächen
 Oktober 2020, 50 Seiten, A4,
 ISBN: 978-3-96862-007-7
 ISBN E-Book: 978-3-96862-008-4
75,00 €/60,00 €**
- Arbeitsblatt DWA-A 787**
TRwS 787 – Abwasseranlagen als Auffangvorrichtungen
 Juli 2009, 23 Seiten, A4,
 ISBN 978-3-941089-76-1 **32,50 €/26,00 €****
- Arbeitsblatt DWA-A 787 (Entwurf)**
TRwS 787 (Entwurf) – Abwasseranlagen als Auffangvorrichtungen
 Dezember 2021, 36 Seiten, A4, ISBN Print:
 978-3-96862-177-7, ISBN E-Book: 978-3-96862-178-4
52,00 €/41,60 €**
- Arbeitsblatt DWA-A 788**
TRwS 788 – Flachbodentanks aus metallischen Werkstoffen zur Lagerung wassergefährdender Flüssigkeiten
 November 2021, 46 Seiten, A4,
 ISBN Print: 978-3-96862-149-4,
 ISBN E-Book: 978-3-96862-150-0
66,50 €/53,20 €**
- Arbeitsblatt DWA-A 789**
TRwS 789 – Bestehende unterirdische Rohrleitungen
 Dezember 2017, 26 Seiten, A4,
 ISBN Print: 978-3-88721-566-8,
 ISBN E-Book: 978-3-88721-567-5
44,50 €/35,60 €**
- Arbeitsblatt DWA-A 790**
TRwS 790 – Bestehende einwandige unterirdische Behälter aus metallischen Werkstoffen
 Dezember 2010, 10 Seiten, A4,
 ISBN 978-3-941897-69-4 **27,50 €/22,00 €****
- Arbeitsblattreihe DWA-A 791**
TRwS 791 – Heizölverbraucheranlagen
- Teil 1: Errichtung, betriebliche Anforderungen und Stilllegung von Heizölverbraucheranlagen**
 Februar 2015, 55 Seiten, A4,
 ISBN 978-3-944328-64-5 **74,50 €/59,60 €****
- Teil 2: Anforderungen an bestehende Heizölverbraucheranlagen**
 April 2017, Stand: korrigierte Fassung April 2017, 27 Seiten, A4,
 ISBN Print: 978-3-88721-472-2,
 ISBN E-Book: 978-3-88721-473-9
43,00 €/34,40 €**
- Arbeitsblatt DWA-A 791 (Entwurf)**
TRwS 791 – Heizölverbraucheranlagen
 April 2020, 92 Seiten, A4,
 ISBN Print: 978-3-88721-952-9,
 ISBN E-Book: 978-3-88721-953-6
88,50 €/70,80 €**
- Arbeitsblatt DWA-A 792**
TRwS 792 – Jauche-, Gülle- und Silage-sickersaftanlagen (JGS-Anlagen)
 August 2018, 70 Seiten, A4,
 ISBN Print: 978-3-88721-659-7,
 ISBN E-Book: 978-3-88721-660-3
99,00 €/79,20 €**
- Arbeitsblatt DWA-A 793-1**
TRwS 793-1 – Biogasanlagen – Teil 1: Errichtung und Betrieb von Biogasanlagen mit Gärsubstraten landwirtschaftlicher Herkunft
 März 2021, 75 Seiten, A4,
 ISBN Print: 978-3-96862-080-0,
 ISBN E-Book: 978-3-96862-081-7
87,00 €/69,90 €**

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

* Preis für fördernde DWA-Mitglieder

Bestellung und Information:

www.dwa.de/shop oder Kundenzentrum: +49 2242 872-333

Abonnement TRwS

TRwS – Technische Regeln wassergefährdender Stoffe

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

Im **Grundpaket** erhalten Sie **alle bestehenden und neuen TRwS** inklusive der dazu veröffentlichten **Kommentare**. Wer bereits die bisher erschienenen Publikationen besitzt, tritt mit einem **Neuerscheinungs-Abo** in die automatische Lieferung der **Novitäten** zum reduzierten Preis ein.



	Papier	Online
Grundpaket TRwS plus Neuerscheinungen TRwS	860,00 € (einmalig) 688,00 €* (einmalig) 10 % Rabatt auf die Einzelpreise bzw. auf die ermäßigten Mitgliederpreise	860,00 € (einmalig) 688,00 €* (einmalig) 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

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

Die Preise des digitalen Abonnements beziehen sich auf Einzellizenzen
Weitere Informationen zu Mehrplatzlizenzen finden Sie unter www.dwa.de/abos

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"/>	

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.

Das sagen unsere Mitglieder: Ich bin Mitglied in der DWA, weil ...

Jetzt
Mitglied
werden!

... mir ein fachliches Netzwerk
wichtig ist.

... ich damit eine verlässliche Quelle
für Informationen, Service und
Hilfestellung habe.



... die DWA ein starkes Sprachrohr für
die Branche ist.

Ausführliche Informationen
erhalten Sie online



Bei Betriebsstörungen müssen austretende wassergefährdende Stoffe schnell und zuverlässig erkannt werden. Dies ist bei Flachbodentanks erfüllt, wenn sie einen lecküberwachten, doppelten Boden besitzen oder der Tankunterbau so gestaltet ist, dass Undichtheiten im Bodenbereich beim Austritt der Lagerflüssigkeit in den Auffangraum erkennbar werden.

Die überarbeitete Fassung der TRwS 788 beschäftigt sich wie bereits ihre Vorgängerdokumente nicht mit dem gesamten Tank, sondern mit der schnellen und zuverlässigen Erkennung von Leckagen im Bereich des Tankbodens. Ziel der TRwS 788 „Flachbodentanks aus metallischen Werkstoffen zur Lagerung wassergefährdender Flüssigkeiten“ ist es, für neu zu errichtende Flachbodentanks Ausführungsmöglichkeiten aufzuzeigen, die eine dem Doppelboden entsprechende Sicherheit gewährleisten. Für bestehende Flachbodentanks, die häufig auf durchgehenden Fundamenten, aber ohne doppelten Boden, oder auf Ringfundamenten aufgestellt sind, werden die Voraussetzungen für den sicheren Betrieb in Abhängigkeit von Art und Güte des Fundaments, Erkennbarkeit einer Leckage und zusätzlichen Prüfungen festgelegt. Bei diesen zeigt die TRwS technische und organisatorische Anpassungsmaßnahmen auf, die von der zuständigen Behörde im Rahmen einer Anordnung berücksichtigt werden können.

Der Kommentar zur TRwS 788 liefert umfangreiche und verständliche Erläuterungen sowie zusätzliche Hintergrundinformationen, die im Rahmen des Arbeitsblatts nicht den erforderlichen Platz fanden. Er richtet sich insbesondere an Anlagenbetreiber, Behörden, Fachbetriebe, Ingenieurbüros, Planende und Sachverständigenorganisationen, die im Bereich des anlagenbezogenen Gewässerschutzes nach § 62 WHG tätig sind.

Durch die Nutzung des Kommentars werden zusätzliche Erkenntnisse vermittelt, die bei geeigneter Nutzung den Erfolg jedweder Maßnahme sichern. Dies setzt aber Kenntnis und Berücksichtigung der hier beschriebenen, von Fall zu Fall wechselnden Kombinationen wichtiger Parameter voraus.

ISBN: 978-3-96862-185-2 (Print)
978-3-96862-186-9 (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