

**Oberirdische zylindrische Flachboden-
Tankbauwerke aus metallischen Werkstoffen**
Grundlagen, Ausführung, Prüfungen

DIN
4119
Teil 1

Above ground cylindrical flat bottom-tanks, constructed of metallic materials; general regulations, construction, tests
Réservoir à liquide à fond plat au dessus du sol et cylindrique en matériaux métalliques; bases, exécution, essais

Diese Norm wurde im Fachbereich „Stahlbau“ des NABau ausgearbeitet. Sie ist den obersten Bauaufsichtsbehörden vom Institut für Bautechnik, Berlin, zur bauaufsichtlichen Einführung empfohlen worden.

Entwurf, Berechnung und Ausführung der Stahlbauteile von Tankbauwerken erfordern eine gründliche Kenntnis des Stahl- und Behälterbaues und seiner anerkannten Regeln. Deshalb dürfen nur Unternehmen derartige Arbeiten ausführen, die Fachleute mit dieser Kenntnis haben und eine sorgfältige Ausführung sicherstellen.

DIN 4119 ist gegliedert in

Teil 1 Grundlagen, Ausführung, Prüfungen

Teil 2 Berechnung (Folgeausgabe z. Z. noch Entwurf)

Inhalt

	Seite
1 Geltungsbereich	1
2 Mitgeltende Normen und Unterlagen	1
3 Gründung	2
4 Korrosionsschutz	3
5 Werkstoffe	3
6 Herstellung	5
7 Prüfung von Schweißverbindungen am Tank.	7
8 Dichtheitsprüfungen und Setzungsmessungen	8
9 Ausrüstung und Kennzeichnung der Tanks	9
10 Funktionsprüfung von Ausrüstungsteilen	9
11 Zusätzliche Richtlinien für Schwimmdächer und Schwimmdecken	9
12 Metallische Auffangmäntel und Auffangtassen	12

1 Geltungsbereich

Diese Norm gilt für oberirdische, lotrecht stehende, zylindrische Behälter mit voll aufliegendem Boden und mit festem Dach (ohne oder mit Schwimmdecke) oder mit Schwimmdach zur Lagerung von Flüssigkeiten oder von gekühlten Gasen in flüssigem Zustand bei atmosphärischem Druck, bei geringen Überdrücken oder Unterdrücken.

Für außergewöhnliche Tankbauwerke dürfen besondere, von dieser Norm abweichende Regelungen getroffen werden. Sie bedürfen in jedem Einzelfall der Genehmigung der zuständigen Bauaufsichtsbehörde.

2 Mitgeltende Normen und Unterlagen

2.1 Mitgeltende Unterlagen

Für brennbare und wassergefährdende Lagergüter und besondere Betriebsweisen gelten zusätzlich die nachstehenden Rechtsverordnungen und Rechtsbestimmungen. ¹⁾

2.1.1 Verordnung über die Errichtung und den Betrieb von Anlagen zur Lagerung, Abfüllung und Beförderung brennbarer Flüssigkeiten (VbF) mit Anhängen und Technische Regeln (TRbF).

2.1.2 Verordnungen der Länder über das Lagern wassergefährdender Flüssigkeiten²⁾ (VLwF) bzw. wassergefährdender Stoffe (VLwS) mit Verwaltungsvorschriften (z. B. VVLwF) und Technischen Bestimmungen (z. B. TVLwF).

2.1.3 Richtlinien der Länder über Bau und Betrieb von Behälteranlagen zur Lagerung von Heizöl, wie Öltank-Richtlinien bzw. Heizölbehälter-Richtlinien (HBR).

¹⁾ Diese Vorschriften regeln auch die Einschaltung der für bestimmte Prüfungen zuständigen Sachverständigen.

²⁾ Einzelheiten siehe Lagerverordnung, zu beziehen durch Richard Boorberg Verlag, München.

Fortsetzung Seite 2 bis 12

2.1.4 Berufsgenossenschaftliche Unfallverhütungsvorschriften³⁾, wie

- a) UVV „Druckbehälter“ (VBG 17)
- b) UVV „Gase“ (VBG 61)
- c) UVV „Sauerstoff“ (VBG 62)
- d) UVV „Leitern und Tritte“ (VBG 74)

und zugehörige AD-Merkblätter der Arbeitsgemeinschaft Druckbehälter.

2.1.5 Stahl-Eisen-Werkstoffblatt 087 Wetterfeste Baustähle *)

Stahl-Eisen-Werkstoffblatt 089 Feinkorn-Baustähle

2.2 Mitgeltende Normen

DIN 267 Teil 3	Schrauben, Muttern und ähnliche Gewinde- und Formteile; Technische Lieferbedingungen, Festigkeitsklassen und Prüfverfahren für Schrauben aus unlegierten oder niedriglegierten Stählen
DIN 267 Teil 4	Schrauben, Muttern und ähnliche Gewinde- und Formteile; Technische Lieferbedingungen, Festigkeitsklassen und Prüfverfahren für Muttern aus unlegierten oder niedriglegierten Stählen
DIN 1000	Stahlbauten; Ausführung
DIN 1050	Stahl im Hochbau; Berechnung und bauliche Durchbildung
DIN 1054	Baugrund; Zulässige Belastung des Baugrunds
DIN 1543	Flußstahl gewalzt; Stahlbleche über 4,75 mm (Grobbleche); Maß- und Gewichtsabweichungen
DIN 1626 Teil 3	Geschweißte Stahlrohre aus unlegierten und niedriglegierten Stählen für Leitungen, Apparate und Behälter; Rohre mit Gütevorschriften, Technische Lieferbedingungen
DIN 1629 Teil 3	Nahtlose Rohre aus unlegiertem Stahl für Leitungen, Apparate und Behälter; Rohre mit Gütevorschriften, Technische Lieferbedingungen
DIN 1745 Teil 1	Bleche und Bänder aus Aluminium und Aluminium-Knetlegierungen mit Dicken über 0,35 mm, Festigkeitseigenschaften
DIN 4100	Geschweißte Stahlbauten mit vorwiegend ruhender Belastung; Berechnung und bauliche Durchbildung
DIN 4113	Aluminium im Hochbau; Richtlinien für Berechnung und Ausführung von Aluminiumbauteilen
DIN 4114 Teil 1	Stahlbau; Stabilitätsfälle (Knickung, Kippung, Beulung); Berechnungsgrundlagen, Vorschriften
DIN 4114 Teil 2	Stahlbau; Stabilitätsfälle (Knickung, Kippung, Beulung); Berechnungsgrundlagen, Richtlinien
DIN 8560	Prüfung von Stahlschweißern
DIN 8561	Prüfung von NE-Metallschweißern
DIN 17 100	Allgemeine Baustähle; Gütevorschriften
DIN 17 155 Teil 1	Kesselbleche; Technische Lieferbedingungen
DIN 17 440	Nichtrostende Stähle; Gütevorschriften
DIN 50 049	Bescheinigungen über Werkstoffprüfungen
DIN 50 115	Prüfung metallischer Werkstoffe; Kerbschlagbiegeversuch

DIN 50 122 Prüfung von Stahl; Kerbschlagbiegeversuch an schmelzgeschweißten Stumpfnähten, Probenlage, Prüfbericht

3 Gründung⁴⁾**3.1 Allgemeines****3.1.1 Auswirkungen von Setzungen auf den Tank****3.1.1.1 Gleichmäßige Setzung**

Gleichmäßige Setzungen haben in der Regel keinen Einfluß auf die Standsicherheit des Tanks.

Schrägstellung ϑ der Tankachse.

Die Schrägstellung der Tankachse vergrößert die Biegespannungen in der Bodenecke. Deshalb darf der im statischen Nachweis angegebene Wert max. ϑ nicht überschritten werden.

Setzungsunterschiede $\pm \Delta h$ der Bodenecke gegenüber einer waagerechten oder schrägen Ausgangsebene.

Solche Setzungsunterschiede können zu großen Verformungen des Tankmantels mit folgenden Auswirkungen führen:

- a) bei Festdachtanks, bei denen die Kreisform der Manteloberkante gewahrt wird, entstehen Aus- und Einbeulungen des Mantels. Einbeulungen vermindern die Beulsicherheit des Mantels;
- b) bei Schwimmdachtanks kann das Unrundwerden der Manteloberkante zum Klemmen des Daches und zu einer Zerstörung der Ringraumabdichtung führen.

3.1.1.2 Durchhang der Bodenmitte gegen die Bodenecke

Da unzulässiger Bodendurchhang die Ringspannungen in der Bodenecke vergrößert, kommt den diesbezüglichen Messungen besondere Bedeutung zu. Es ist unbedenklich, wenn der zulässige Größtwert max. f (bezogen auf die Bodenecke) innerhalb eines zentrischen Kreises mit halbem Manteldurchmesser auftritt. Liegt der Größtwert außerhalb, dann kann schon bei Erreichen von etwa $0,8 \max. f$ eine Regulierung der Gründung erforderlich werden.

3.1.1.3 Maßnahmen bei großen Setzungsunterschieden

Werden größere Setzungsunterschiede, Schiefstellungen und Einbeulungen festgestellt, dann ist eine laufende Beobachtung und eine Beratung durch Bodengutachter und Tankhersteller geboten.

In kritischen Fällen ist das Füllen zu unterbrechen.

3.1.2 Die Gründung der Tanks soll verhindern:

- a) eine unzulässige Schiefstellung des Tanks,
- b) unzulässige Abweichungen von der Gründungsebene unter dem Mantel und
- c) einen unzulässigen Durchhang des Tankbodens gegenüber dem Bodenrand.

3.1.3 Bei der Art der Gründung sind zu berücksichtigen:

- a) die Beschaffenheit des Untergrundes (bei zu erwartenden Schiefstellungen siehe DIN 4119 Teil 2, Abschnitt 4.1.2.1.3, Folgeausgabe z. Z. noch Entwurf)

*) Zu beziehen beim Stahl-Eisen-Verlag mbH, Postfach 8229, 4000 Düsseldorf.

³⁾ Diese Vorschriften behandeln u. a. Behälter mit innerem Überdruck und die Lagerung von Gasen in flüssigem Zustand. Herausgegeben vom Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften e.V., Carl Heymanns Verlag KG, Köln.

⁴⁾ Hierzu sind gegebenenfalls die Anforderungen für Aufangräume in den Bestimmungen nach Abschnitt 2.1 zu beachten.

- b) die im ungünstigsten Lastfall auftretenden Bodenbelastungen
- c) gegebenenfalls die Verankerung der Bodenecke
- d) gegebenenfalls die Ausbildung einer Auffangtasse.

3.1.4 Der für die Gründungsoberfläche zu berücksichtigende Anfangsdurchhang f_0 der Bodenmitte (positiv oder negativ) gegenüber dem Bodenrand ist dem Hersteller der Gründung und des Tanks aufzugeben. Bei der Planung der Gründung und bei der Festlegung von f_0 ist zu berücksichtigen, daß der höchstzulässige Bodendurchhang f_{\max} im Tankbetrieb bei gefülltem Tank nicht überschritten werden darf.

3.1.5 Bei der Gründung können Vorkehrungen erforderlich werden, die etwa eintretende Undichtheiten des Tankbodens erkennen lassen.

3.2 Schutz der Gründungsoberfläche

Wenn durch Undichtheiten des Tankbodens austretendes Lagergut (z. B. oxydierender Art) oder andere als witterungsbedingte Temperaturen des Lagergutes die Beschaffenheit der Gründung gefährden können, ist ein geeigneter Schutz ihrer Oberfläche vorzusehen. Ein besonderer Hinweis ist dann in die Bauunterlagen aufzunehmen.

3.3 Zulässige Maßabweichungen der Gründungsoberfläche

Vor dem Auflegen des Tankbodens sind die Höhenabweichungen von der geplanten Gründungsoberfläche im Auflagebereich des Tankmantels in Abständen von höchstens 5 m festzustellen.

Dabei dürfen die Höhendifferenzen zwischen 2 benachbarten Meßpunkten 1‰ des Meßpunktabstandes nicht überschreiten. Jedoch darf der Höhenunterschied zwischen 2 beliebigen Meßpunkten max. 12 mm betragen.

4 Korrosionsschutz

4.1 Außenkorrosion

Oberirdische Tankbauwerke, deren Werkstoffe und Schweißnähte nicht witterungsbeständig sind, müssen gegen Korrosion von außen geschützt werden.

Dieser Schutz kann für die Unterseite der Tankböden durch eine geeignete Deckschicht der Gründung (z. B. Bitumen-Sand-Gemisch) erreicht werden.

4.2 Innenkorrosion

Die bei Korrosionsgefahr im Tankinnern erforderlichen Maßnahmen sollen auf die Betriebsbedingungen abgestimmt⁵⁾ und in den Bauunterlagen angegeben werden.

4.3 Berücksichtigung der Dichtheitsprüfungen

Zum Zeitpunkt der Dichtheitsprüfung müssen die Bereiche der Schweißnähte frei von Anstrich- oder Beschichtungstoffen sein.

5 Werkstoffe

5.1 Allgemeines

Werkstoffe für Tankbauteile müssen den Anforderungen bei der Verarbeitung (z. B. Schweißbeignung, gegebenenfalls Abkantbarkeit) und den im Betrieb zu erwartenden mechanischen, chemischen und thermischen Beanspruchungen entsprechen.

Die Schweißbeignung ist bei den in der Tabelle genannten Werkstoffen unter Berücksichtigung der in den angezogenen Werkstoffnormen und -blättern genannten Voraussetzungen gegeben.

5.2 Werkstoffe für Böden, Tankmäntel und Dächer

5.2.1 Stähle für witterungsbedingte Temperaturen bei Wanddicken bis 30 mm

5.2.1.1 Allgemeine Baustähle nach DIN 17 100

Die in der Tabelle, Zeilen 1 bis 3, genannten Baustähle nach DIN 17 100 können bis zu den dort angegebenen Grenzwanddicken unter folgenden Voraussetzungen verwendet werden:

- a) Stähle der Gütegruppe 2 nach Zeilen 1 und 2 sind schmelzenweise geprüft. Der Gütenachweis ist mindestens durch ein Werkzeugzeugnis nach DIN 50 049 erbracht.
- b) An Stählen der Gütegruppe 3 nach Zeile 3 sind Ablieferungsprüfungen nach DIN 17 100 einschließlich Nachweis der Sprödbrechungsempfindlichkeit schmelzenweise durchgeführt und mindestens mit Abnahmeprüfzeugnis B nach DIN 50 049 belegt.

5.2.1.2 Wetterfeste Baustähle⁶⁾

Bei Anwendung wetterfester Stähle nach der Tabelle, Zeilen 4 und 5, sind Gütenachweis und Ablieferungsprüfung wie Abschnitt 5.2.1.1 b) zu behandeln.

5.2.1.3 Schiffbaustahl Grad B nach den Regeln der Klassifikationsgesellschaften⁷⁾

Dieser Stahl gilt als geeignet, wenn ein Prüfumfang wie für Schiffbaustahl Grad B mit Nachweis der Kerbschlagzähigkeit durchgeführt wurde und durch Abnahmeprüfzeugnis B nach DIN 50 049 nachgewiesen ist.

5.2.1.4 Feinkornbaustähle mit einer Mindeststreckgrenze⁸⁾ von 255 N/mm² bis 355 N/mm²

Die in der Tabelle, Ziffern 9 bis 14, aufgeführten Stahlarten dürfen bei Wanddicken bis 30 mm verwendet werden, wenn Ablieferungsprüfungen⁸⁾ mit Zug-, Fall- und Kerbschlagbiegeversuchen quer zur Hauptwalzrichtung walztafelweise durchgeführt und mindestens durch Abnahmeprüfzeugnis gemäß Tabelle belegt sind.

5.2.2 Stähle bei Wanddicken über 30 mm

Bei Verwendung von Feinkornbaustählen⁸⁾ mit einer Streckgrenze $\leq 355 \text{ N/mm}^2$ darf die nach dem Abschnitt 5.2.1.4 angegebene obere Grenzwanddicke von 30 mm auf 40 mm ohne Wärmebehandlung der Schweißnähte angehoben werden, wenn bei der Ablieferungsprüfung an jeder Walztafel quer zur Hauptwalzrichtung an jeweils drei ISO-Spitzkerbproben nach DIN 50 115 bei -20°C eine Kerbschlagzähigkeit von mindestens 34 J/cm^2 für den Mit-

⁵⁾ Diese Abstimmung sollte auch mit den Werkstoffherstellern unter genauer Angabe der Zusammensetzung des Lagergutes vorgenommen werden, da z. B. die Korrosionsbeständigkeit von nichtrostenden Stählen durch geringe Chlorid-Anteile und von Aluminium und seinen Legierungen durch alkalische Zusätze, wie sie z. B. Heizölen zur Korrosionsverhütung bei normalen Baustählen beigefügt werden, beeinträchtigt werden kann. Ein Korrosionszuschlag zur Blechdicke stellt keinen echten Korrosionsschutz dar, kann aber eine Verlängerung der Nutzungsdauer bewirken.

⁶⁾ Vor Anwendung wetterfester Baustähle für Tanks sind (gegebenenfalls mit dem zuständigen Sachverständigen) erforderliche Maßnahmen (z. B. Verfahrensprüfungen) zu vereinbaren. Für Tanks nach Abschnitt 2.1 sind gegebenenfalls einschlägige VdTÜV-Werkstoffbehälter (siehe Fußnote 13) zu berücksichtigen.

⁷⁾ Vorschriften für Klassifikation und Bau von stählernen Seeschiffen, Germanischer Lloyd, Hamburg.

⁸⁾ Siehe Tabelle.

Tabelle

Ziffer	Werkstoffe	Höchstzulässige Nennwanddicke mm	Prüfeinheit	Gütenachweis nach DIN 50 049	Kennzeichnung der Erzeugnisse	
Allgemeine Baustähle nach DIN 17 100						
1 2	USt 37-2 RSt 37-2	12,5 20	Schmelze Schmelze	Werkszeugnis Werkszeugnis	Stahlsorte Lieferwerk Schmelzen-Nr	
3	St 37-3, St 52-3	30	Schmelze	Abnahmeprüfzeugnis B	Stahlsorte Lieferwerk Schmelzen-Nr Proben-Nr Zeichen des Prüfers	
Wetterfeste Baustähle nach Stahl-Eisen-Werkstoffblatt 087						
4 5	WTSt 37-2 WTSt 37-3, WTSt 52-3	20 30	Schmelze Schmelze	Abnahmeprüfzeugnis B Abnahmeprüfzeugnis B		
Schiffbaustahl						
6	Schiffbaustahl Grad B	30	Schmelze	Abnahmeprüfzeugnis B ¹⁾		
Kesselbleche nach DIN 17 155						
7 8	HI, HII HIII, 17 Mn 4	30 30	Walztafel Walztafel	Abnahmeprüfzeugnis B Abnahmeprüfzeugnis B ¹⁾	Erschmelzungsverfahren Stahlsorte Lieferwerk Schmelzen-Nr Proben-Nr Zeichen des Prüfers	
Feinkornbaustähle nach Stahl-Eisen-Werkstoffblatt 089						
9 10 11	StE 26, StE 29 WStE 26, WStE 29 TTStE 26, TTStE 29	30	Walztafel	Abnahmeprüfzeugnis B		
12 13 14	StE 32, StE 36 WStE 32, WStE 36 TTStE 32, TTStE 36	30	Walztafel	Abnahmeprüfzeugnis B ¹⁾		
15 16 17	StE 26 bis StE 36 WStE 26 bis WStE 36 TTStE 26 bis TTStE 36	> 30 ≤ 40	Walztafel	Abnahmeprüfzeugnis B ¹⁾ mit Zusatzprüfung nach Abschnitt 5.2.3		
18 19 20	StE 39 bis StE 51 WStE 39 bis WStE 51 TTStE 39 bis TTStE 51	nach Abschnitt 5.2.6	Walztafel	Abnahmeprüfzeugnis B ¹⁾		
Nichtrostende austenitische Stähle nach DIN 17 440						
21	alle, ausgenommen Werkstoff-Nr 1.4305	20	nach DIN 17 440 Nr 8.2	Abnahmeprüfzeugnis B	Stahlsorte Lieferwerk Schmelzen-Nr Proben-Nr Zeichen des Prüfers	
Aluminium und Aluminiumlegierungen ²⁾						
22	nach DIN 1745 Teil 1	nach DIN 4113	nach DIN 1745 Teil 1	Abnahmeprüfzeugnis B ¹⁾	Werkstoffsorte Lieferwerk Zustand Schmelzen-Nr Proben-Nr Zeichen des Prüfers	
Sonstige metallische Werkstoffe						
23	nach Abschnitt 5.2.6					
¹⁾ Bei Tankbauwerken im Geltungsbereich der TRbF sind die entsprechenden Abnahmeprüfzeugnisse zu beachten. ²⁾ Bei Tankbauwerken im Geltungsbereich der TRbF ist das AD-Merkblatt W 6/1 zu beachten.						

telwert, mindestens 24 J/cm^2 für den Einzelwert nachgewiesen und der Gütenachweis durch Abnahmeprüfzeugnis B nach DIN 50 049⁹⁾ geführt ist.

5.2.3 Stähle für Lagergut-Temperaturen¹⁰⁾ unterhalb -10°C bei Wanddicken bis 30 mm

5.2.3.1 Für eine gegebene tiefste Lagergut-Temperatur nachweislich geeignete Stähle dürfen nach anerkannten Regeln für Druckbehälter-Werkstoffe¹¹⁾ ausgewählt und verwendet werden; Abschnitt 5.2.6 ist zu beachten.

5.2.4 Nichtrostende Stähle

Stähle nach DIN 17 440 dürfen verwendet werden, wenn sie nach den anerkannten Regeln für Druckbehälter-Werkstoffe geeignet sind¹²⁾. Die Anforderungen dieser Regeln hinsichtlich Ablieferungsprüfungen, Gütenachweisen, Kennzeichnung und Verarbeitungsbedingungen sind zu beachten.

5.2.5 Aluminium und Aluminium-Knetlegierungen

Es dürfen die aufgeführten Werkstoffsorten nach DIN 1745 Teil 1 verwendet werden.

Bei der Verwendung kaltverfestigter Bleche ist der Einfluß des Schweißvorgangs auf deren Festigkeitskennwerte zu berücksichtigen.

5.2.6 Sonstige metallische Werkstoffe

Sonstige metallische Werkstoffe und Werkstoffe für Anwendungsfälle, die nicht in den Abschnitten 5.2.1 bis 5.2.5 aufgeführt sind, gelten als neue Baustoffe im Sinne der Bauordnung. Für ihre Verwendung ist daher eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung oder eine Zustimmung im Einzelfall erforderlich. Für die hierzu erforderlichen Eignungsnachweise können z. B. auch VdTÜV-Werkstoffblätter¹³⁾ anerkannt werden.

5.3 Werkstoffe für Ausrüstungsteile

Alle Werkstoffe für Ausrüstungsteile müssen bei der tiefsten Anwendungstemperatur ausreichende Zähigkeit¹⁴⁾ und – soweit sie geschweißt werden – ausreichende Schweißeignung aufweisen. Ihre Güteeigenschaften müssen nach einschlägigen Regeln für Druckbehälter¹⁵⁾ geprüft und nachgewiesen sein.

5.3.1 Armaturengehäuse dürfen aus Gußwerkstoff ausreichender Zähigkeit hergestellt, geschmiedet oder aus Walzmaterial geschweißt sein¹⁶⁾.

5.3.2 Flansche dürfen gepreßt, geschmiedet, nahtlos gewalzt oder aus Walzmaterial geschweißt sein¹⁷⁾.

5.3.3 Rohre für Stutzen oder Flansche sollen mindestens DIN 1626 Teil 3 oder DIN 1629 Teil 3 entsprechen.

5.3.4 Schrauben sollen mindestens der Festigkeitsklasse 4.6 nach DIN 267 Teil 3, Muttern mindestens der Festigkeitsklasse 4 nach DIN 267 Teil 4 entsprechen.

6 Herstellung

6.1 Allgemeines

6.1.1 Die Einzelteile der Tanks müssen sorgfältig vorbereitet werden und einwandfrei zusammenpassen.

6.1.2 Für die Bestellung oder Vorbereitung der Mantelbleche wird empfohlen, folgende zulässigen Abweichungen festzulegen:

- Breite $\pm 1,5 \text{ mm}$
- Geradheit der Seitenflächen $\pm 1 \text{ mm}$
- Differenz der beiden Diagonalen 3 mm

Das Vorrunden, auch der Mantelbleche an den Enden, soll planmäßig vorgenommen werden. Die Krümmung soll durch geeignete Lagerung beim Transport und auf der Baustelle erhalten bleiben.

6.1.3 Bei den Bauteilen für Dächer von Festdachtanks ist besondere Sorgfalt auf das Einhalten der nach statischer Berechnung und Zeichnung vorgegebenen Dachform und der Mindestabmessungen zu legen. Dabei sind Durchbiegungen infolge Eigengewicht gegebenenfalls durch entsprechende Überhöhungen auszugleichen.

Bei Dächern mit verbundenem Gespärre sind Maßnahmen (z. B. Zusatz-Stäbe) zur exakten Formhaltung der Dachhaut vorzusehen.

6.1.4 Beim Zusammenfügen eines Tanks dürfen die Einzelteile nicht so beansprucht werden, daß die Sicherheit des Tanks beeinträchtigt wird. Bei Richtarbeiten vor allem im Bereich der Fugenflanken oder der Schweißnähte sind unzulässige Werkstoffschädigung zu vermeiden.

6.1.5 Beim Verarbeiten und beim Einbau von NE-Metallen und Austeniten muß Kontaktkorrosion durch andere Werkstoffe ausgeschlossen sein.

6.2 Zulässige Maßabweichungen nach der Montage

Die Feststellung der Maßabweichung kann je nach Montageart vor, während oder nach der Wasserfüllung erfolgen.

6.2.1 Tankböden

Örtliche Bodenblechabhebungen von der Gründungsoberfläche dürfen vor der Wasserfüllung folgende Werte nicht überschreiten:

2,5‰ des Tankdurchmessers, höchstens 100 mm. Die Abhebung ist ohne Sonneneinwirkung bei Umgebungstemperatur zu messen.

6.2.2 Tankmäntel

- Abweichungen vom Nenndurchmesser, gemessen nahe dem Boden: $\pm 1\text{‰}$, jedoch max. $\pm 40 \text{ mm}$.
- Abweichungen der Mantellinien von der Lotrechten, bezogen auf die Höhe der einzelnen Mantelschüsse und auf die zylindrische Nennhöhe: $\pm 5\text{‰}$, jedoch darf der Durchmesser der Tanks nicht mehr als $\pm 80 \text{ mm}$ vom Nenndurchmesser abweichen.
- Örtliche Abweichungen von der Zylinderform, waagrecht gemessen mit Kreisschablone von 500 mm Länge: 10 mm, senkrecht gemessen mit Lineal von 500 mm Länge: 10 mm.
- Abweichungen der Tankachse von der Lotrechten: 2‰.

⁹⁾ Soweit Tanks den Bestimmungen nach Abschnitt 2.1 unterliegen, ist ein Abnahmeprüfzeugnis A des zuständigen Sachverständigen erforderlich.

¹⁰⁾ Der Begriff „Lagergut-Temperatur“ entspricht dem Begriff „Betriebsmittel-Temperatur“ der AD-Merkblätter (Arbeitsgemeinschaft Druckbehälter [AD]); zu beziehen bei der Beuth Verlag GmbH, Berlin 30, bzw. 5000 Köln 1.

¹¹⁾ Siehe AD-Merkblatt W 10, Beanspruchungsfall 3.1.

¹²⁾ Für Vollwandbleche siehe AD-Merkblatt W 2, für plattierte Bleche siehe AD-Merkblatt W 8.

¹³⁾ Diese Unterlagen werden herausgegeben von der Vereinigung der Technischen Überwachungs-Vereine e. V., Essen, und sind zu beziehen vom Maximilian-Verlag, Herford.

¹⁴⁾ Siehe für Stähle AD-Merkblatt W 10, für Nichteisenmetalle AD-Merkblatt W 6.

¹⁵⁾ Siehe AD-Merkblätter der Reihe HP.

¹⁶⁾ Siehe AD-Merkblatt A 4.

¹⁷⁾ Soweit nicht genormte Flansche verwendet werden, sollen sie den Anforderungen der AD-Merkblätter W 13 (bzw. W 10), ferner B 7 bzw. B 8 entsprechen.

6.2.3 Festdächer mit Gespärre

- Abweichung von der vorgesehenen Dachpfeilhöhe h_D (Stichhöhe): -3% der Dachhöhe h_D . Abweichungen nach oben sind statisch nicht kritisch.
- Höhenunterschiede der Mitten zweier gegenüberliegender Rippen (in $0,5r$): 4% des Mantelradius r . (Dies ist an mehreren Rippen zu prüfen.)
- Ringpolygonstäbe und nicht an den Rippen angeschlossene Formhalteringstäbe von mehr als 1,50 m Länge (einer Kugel- oder Kegelform entsprechend gebogen), Abweichung der Pfeilhöhe von der Sollkrümmung: $\pm 3\%$ der Stablänge.

6.2.4 Anfertigung und Umfang eines Meßprotokolls kann vereinbart werden.

6.2.5 Die in den Abschnitten 6.2.1 und 6.2.2 angegebenen zulässigen Maßabweichungen sind im Hinblick auf die Gütesicherung des Bauwerks festgelegt; bei Setzung der Gründung können einzelne Maße, die hierdurch beeinflusst worden sind, überschritten werden. Dabei dürfen Stand-sicherheit und Funktion des Bauwerks nicht beeinträchtigt werden.

6.3 Grundsätze für Schweißarbeiten

6.3.1 Sachliche Voraussetzungen

6.3.1.1 Bei der Herstellung von Tanks sind Verfahren anzuwenden, die vom Hersteller nachweislich beherrscht werden und die Gleichmäßigkeit der Ausführung sicherstellen. Dieser Nachweis muß vom Tankhersteller vor Schweißbeginn durch Verfahrensprüfungen¹⁸⁾ unter Anwendungsbedingungen erbracht sein.

6.3.1.2 Die Schweißzusatzwerkstoffe und Hilfsstoffe müssen eine auf den Grundwerkstoff sowie auf die Herstellungs- und Betriebsbedingungen abgestimmte Schweiß-Verbindung ermöglichen.

Die Eignung der Schweißzusatzwerkstoffe und Hilfsstoffe für die jeweiligen Anwendungsbedingungen ist durch entsprechende Eignungsprüfungen¹⁹⁾ im Lieferwerk der Schweißzusatz-Werkstoffe oder – insbesondere bei Zusatz von Schweißpulver – durch Verfahrensprüfung beim Tankhersteller nachzuweisen.

6.3.1.3 Bei den Verfahrensprüfungen gelten für die mechanischen Eigenschaften der Schweißverbindungen im Regelfall die Anforderungen an die Grundwerkstoffe nach Abschnitt 5. Dabei soll die Temperatur bei der Prüfung der Kerbschlagzähigkeit der niedrigsten Lagergut-Temperatur entsprechen. Bei Prüfung von je 3 Proben darf kein Einzelwert unter 70 % der geforderten Mittelwerte liegen.

Für witterungsbedingte und höhere Lagergut-Temperaturen gilt bei Blechdicken ≤ 30 mm als Prüftemperatur $+20^\circ\text{C}$ an DVM-Proben.

Bei Blechdicken > 30 mm (siehe Abschnitt 5.2.2) sind an je 3 Kerbschlagproben der ISO-Spitztestprobe mit Kerblage Mitte Schweißse (nach DIN 50122) bzw. mit Kerblage an der Schmelzgrenze (Bruch in Wärmeeinflußzone) bei 0°C folgende Werte nachzuweisen:

Mittelwert mindestens 34 J/cm^2 .

Einzelwert mindestens 24 J/cm^2

6.3.2 Personelle Voraussetzungen

Die Schweißarbeiten am Tank müssen unter Überwachung durch sachkundiges Aufsichtspersonal von Schweißern ausgeführt werden, für die gültige Prüfbescheinigungen nach DIN 8560 bzw. DIN 8561 mindestens Prüfgruppe B II bzw. R II vorliegen. Hierbei ist auch die Schweißposition q (Horizontalnaht an senkrechter Wand) zu berücksichtigen.

6.3.3 Schweißplan

In einem Schweißplan des Tankherstellers müssen folgende Angaben enthalten sein:

- Werk-, Schweiß-, Zusatz- und Hilfsstoffe, Schweißverfahren, Schweißpositionen und Fugenformen, Schweißfolge;
- Vorwärmen, Wärmebehandlung, Schutz der Schweißstellen gegen Witterungseinflüsse;
- Ausnutzung der zulässigen Berechnungsspannung in der Schweißnaht, zerstörende und zerstörungsfreie Prüfungen (siehe Abschnitte 7.2 und 7.3).

6.3.4 Ausführung der Schweißnähte

6.3.4.1 Stumpfnähte müssen über den ganzen Querschnitt durchgeschweißt werden. Sie dürfen keine die Sicherheit des Bauwerks gefährdende Fehler aufweisen (siehe Abschnitt 7.2).

6.3.4.2 Schweißnähte an Tankmänteln müssen in der Regel als beidseitig geschweißte Stumpfnähte ausgeführt werden. Zulässiger Kantenversatz siehe DIN 8563 Teil 3²⁰⁾.

6.3.4.3 Einseitig oder einlagig geschweißte Mantel-Stumpfnähte sind zulässig, wenn ihre Eignung durch eine Verfahrensprüfung¹⁸⁾ nachgewiesen ist.

6.3.4.4 Werden in Sonderfällen sich kreuzende Nähte (z. B. bei Ersatz von Mantelteilen) vorgesehen, sind sie einer zerstörungsfreien Prüfung (siehe Abschnitt 7.2) zu unterziehen.

6.3.4.5 Anschlußkehlnähte von Bauteilen, Isolierhaltungen und Anschweißteile am Tankmantel aus ferritischen Stählen müssen, sofern er nicht aus dem Werkstoff St 37-2, St 37-3 oder H I besteht, mit mindestens 2 Lagen so geschweißt werden, daß die letzte Lage den Tankmantel nicht berührt. Ihre Länge soll mindestens 40 mm betragen.

6.3.4.6 Bodennähte dürfen einseitig stumpf auf Unterlegstreifen oder einseitig überlappt mit mindestens 2 Lagen geschweißt werden.

In Bodenstumpfnähten sind Wurzelrisse an Stoßstellen von Unterlegstreifen durch Verschweißen dieser Stöße oder durch andere geeignete Maßnahmen zu vermeiden. Alle diese Stoßstellen sind auf der Oberseite der Bodenbleche unverwischbar zu kennzeichnen, um eine Ultraschallprüfung der Bodennähte auf Wurzelquerrisse zu ermöglichen (siehe Abschnitt 7.2.2.2).

6.3.4.7 Eckverbindungen an Tanks sind als Stumpfnähte oder beidseitig geschweißte Kehlnähte auszuführen.

6.3.4.8 An Festdächern dürfen die Überlappstöße der Dachbleche und deren Anschlußnähte an den Dacheckring einseitig von oben geschweißt werden. Diese sollen möglichst dünn ausgeführt werden, um im Fall einer Überbeanspruchung das Abreißen des Daches zu erleichtern.

Bei unversteiften Schalendächern sind nur durchgeschweißte Stumpfnähte zulässig, sofern nicht die Zulässigkeit von Überlappstößen durch entsprechende Belastungsversuche nachgewiesen ist (siehe DIN 4119 Teil 2 (Folgeausgabe z. Z. noch Entwurf)).

6.3.5 Wärmebehandlung

6.3.5.1 Vorwärmen

Für die Vorwärm- bzw. Arbeitstemperaturen beim Brennschneiden und Schweißen sind die Angaben der Werkstoff-

¹⁸⁾ In Anlehnung an AD-Merkblatt HP 2/1 und HP 2/1 Anlage 1 für Lagergut-Temperaturen unterhalb -10°C AD-Merkblatt W 10, Nr 5.1.3.

¹⁹⁾ Z. B. durch Technische Überwachungs-Organisation.

²⁰⁾ Siehe auch AD-Merkblatt HP 5/1.

normen, Werkstoffblätter²¹⁾ oder Werkstoffgutachten einzuhalten. Dies gilt auch für alle Heft- und Hilfs- sowie Ausbesserungsschweißungen. Bei Werkstoffen und Abmessungen, die in der Regel kein Vorwärmen erfordern, ist bei ungünstigen Witterungsbedingungen (z. B. Bauteiltemperaturen unter + 5 °C) durch geeignete Maßnahmen²²⁾ eine technologisch einwandfreie Schweißung sicherzustellen.

6.3.5.2 Wärmebehandlung nach dem Schweißen
Mantelteile mit bodeneben eingeschweißten Reinigungsöffnungen und bodeneben eingeschweißten Stützen sind vor dem Einbau im ganzen spannungsarm zu glühen, sofern bei diesen Bauteilen Blechdicken über 16 mm vorliegen.

7 Prüfung von Schweißverbindungen am Tank

7.1 Allgemeines

7.1.1 Die Güte der Schweißverbindungen ist durch zerstörungsfreie und gegebenenfalls zerstörende Schweißnahtprüfungen nachzuweisen.

7.1.2 In einem vom Tankhersteller aufzustellenden Prüfplan sind Art und Umfang der am Tank vorgesehenen Prüfungen anzugeben. Dabei sind zu berücksichtigen:

- Die Mindestanforderungen nach den Abschnitten 7.2 und 7.3. Diese sind u. a. abhängig von der für jeden Mantelschuß angegebenen Ausnutzung der zulässigen Berechnungsspannung in der Schweißnaht.
- Aus Werkstoffgutachten oder Verfahrensprüfungen (z. B. für schweißempfindliche Werkstoffe oder mechanisierte Schweißverfahren) oder Bestimmungen nach Abschnitt 2.1²³⁾ sich ergebende Sonderanforderungen.

7.1.3 Die Prüfungen sollen während der Herstellung so früh beginnen, daß Fehlerquellen rechtzeitig erkannt und beseitigt werden können.

Diese Regel erfordert auch die Vereinbarung sinnvoller Ergänzungsprüfungen, wenn bei Stichprobenprüfungen unzulässige Fehler festgestellt werden.

Ausgebesserte Stumpfnähte sind erneut zu prüfen.

Über die durchgeführten Prüfungen sind Prüfberichte zu erstellen.

7.1.4 Die Prüfberichte sollen Angaben enthalten über

- die für die Prüfung und Auswertung verantwortlichen Personen,
- die den Prüfungen und Auswertungen zugrundegelegten Normen bzw. Richtlinien,
- die eine sachgemäße Prüfung kennzeichnenden Prüfdaten,
- die Prüfbefunde mit Angabe der Lage von Fehlerstellen derart, daß alle Befunde bzw. Ausbesserungen am Bauwerk nachprüfbar sind,
- die bei den geprüften Nahtzonen erfaßten Schweißer.

7.2 Zerstörungsfreie Prüfungen²⁴⁾

7.2.1 Druckstrahlungsprüfung

7.2.1.1 An Schüssen mit Ausnutzung der zulässigen Berechnungsspannung in der Schweißnaht von 85% aus Stählen mit Nennstreckgrenze $\leq 355 \text{ N/mm}^2$ bei Blechdicken bis 30 mm und Lagergut-Temperaturen bis herab zu -10 °C :

Für jeden der an einem Bauvorhaben beschäftigten Schweißer ist möglichst bei Einsatzbeginn für jede Schweißart und -richtung (z. B. E-Hand steigend oder fallend) an einer Senkrechtnaht eine Durchstrahlungsprüfung durchzuführen.

Ferner ist an jedem Tank für mindestens 30 m Senkrechtnaht und je 60 m Rundnaht eine weitere Durchstrahlungsprüfung durchzuführen. Die Prüfungen sind so durchzu-

führen, daß die Schweißer entsprechend ihrem Arbeitsanteil erfaßt werden. Mindestens 25% der Prüfungen sind an Dreiblechstößen durchzuführen.

Die auswertbare Länge der Durchstrahlungsaufnahme soll mindestens 200 mm betragen. Die vorgenannten Prüfungen dürfen auch mittels Ultraschall durchgeführt werden, wenn die Voraussetzungen für eine sachgemäße Prüfung und Auswertung erfüllt sind.

7.2.1.2 An Schüssen mit Ausnutzung der zulässigen Berechnungsspannung in der Schweißnaht von 100% oder aus Stählen mit Nennstreckgrenze $> 355 \text{ N/mm}^2$ oder bei Blechdicken über 30 mm oder mit Lagergut-Temperaturen unter -10 °C :

Vom Anfang jeder Senkrechtnaht ist in der Regel eine Durchstrahlungsprüfung durchzuführen. Dies gilt bei mechanisiert geschweißten Senkrechtnähten auch für alle Schweißansätze.

Die restlichen Senkrechtnahtlängen sind hundertprozentig mit einem Durchstrahlungsverfahren (oder nach Abschnitt 7.2.1 mit Ultraschall) zu prüfen. Die Rundnähte unterhalb dieser Schüsse sind auf mindestens 5% ihrer Länge unter Einschluß aller Stoßstellen mit Senkrechtnähten zu prüfen.

Bei Blechdicken über 30 mm ist in der Regel die Ultraschallprüfung vorzuziehen²⁴⁾.

7.2.2 Ultraschallprüfung

7.2.2.1 An Schüssen nach Abschnitt 7.2.1.2:

Wird nur eine Stichproben-Durchstrahlungsprüfung nach Abschnitt 7.2.1.2 durchgeführt, so sind sämtliche Senkrechtnähte hundertprozentig mittels Ultraschall zu prüfen. Diese Ultraschallprüfung darf auf der Innen- oder Außenseite des Tankmantels durchgeführt werden.

Nahtzonen mit unklaren Anzeigen sind nach Glätten der Decklagen erneut zu prüfen, gegebenenfalls ergänzend mit einem Durchstrahlungsverfahren.

7.2.2.2 Bei Boden-Stumpfnähten:

Die Nahtzonen oberhalb der Stoßstellen von Unterlegstreifen (siehe Abschnitt 6.3.4.6) sind nach Beschleifen der Decklagen auf Wurzelquerrisse zu prüfen.

Weitere Prüfungen können je nach der Nutzung der Tanks und der Art der Gründung bei der Auftragserteilung vereinbart werden.

7.2.3 Oberflächenrißprüfungen an Kehl Nähten im Tankinnern (z. B. an Tankböden und in Anschweißbereichen von wieder entfernten Anschweißteilen), Stützenanschlußnähten und etwa vorhandenen Zündstellen sind bei der Auftragserteilung jeweils in dem Ausmaß zu vereinbaren, wie es die Besonderheiten des Werkstoffs, Schweißverfahrens und Tankbetriebes erfordern.

7.3 Arbeitsprüfungen an Schüssen nach Abschnitt 7.2.1.2

7.3.1 Bei Einzeltanks:

- Für jede Schweißart und -richtung von Senkrechtnähten ist an dem Tankschuß mit der jeweils größten Wand-

²¹⁾ Siehe z. B. Stahl-Eisen-Werkstoffblatt 088-77 „Schweißbare Feinkornbaustähle, Richtlinien für die Verarbeitung“.

²²⁾ Siehe AD-Merkblatt HP 9 (in Vorbereitung), DIN 8562 und Stahl-Eisen-Werkstoffblatt 088-77.

²³⁾ Im Geltungsbereich dieser Bestimmungen sind die erforderlichen Einzelheiten mit dem zuständigen Sachverständigen vor Baubeginn abzustimmen.

²⁴⁾ Richtlinien für die Durchführung und Auswertung von Durchstrahlungs- und Ultraschallprüfungen enthält AD-Merkblatt HP 5/3 und Anlage 1 zum AD-Merkblatt HP 5/3.

dicke ein Prüfstück in Verlängerung einer Senkrechten zu schweißen und zu prüfen²⁵⁾. Ein weiteres Prüfstück ist am Schuß mit der jeweils kleinsten Wanddicke dann erforderlich, wenn diese weniger als die Hälfte der größten Wanddicke beträgt.

- b) Falls die Herstellung von Schüssen nach Abschnitt 7.2.1.2 eines Einzeltanks länger als 3 Monate dauert, gilt die Regelung nach Abschnitt 7.3.2 b) sinngemäß.

7.3.2 Bei größeren Bauvorhaben:

- a) Werden vom gleichen Hersteller auf der gleichen Baustelle innerhalb von 3 Monaten mehrere Tanks mit Schüssen nach Abschnitt 7.2.1.2 erstellt, die im Rahmen des Geltungsbereichs der Verfahrensprüfung geschweißt sind, dann genügt in der Regel die Prüfung der in Abschnitt 7.3.1 erwähnten Prüfstücke von Schüssen der Tanks mit der vorkommenden größten und kleinsten Wanddicke.
- b) Nach Ablauf von jeweils 3 Monaten ist die Prüfung an den innerhalb der nächsten 3 Monate herzustellenden entsprechenden Schüssen zu wiederholen.

8 Dichtheitsprüfungen und Setzungsmessungen

8.1 Voraussetzungen

8.1.1 Vor der Wasserprobefüllung der Tanks nach Abschnitt 8.3 müssen – bei abschnittsweiser Füllung für die entsprechenden Schüsse – die Nachweise über die Erfüllung der in den Abschnitten 5 bis 7 enthaltenen Anforderungen vorliegen.

8.1.2 Bei dem Zeitplan für den Füllvorgang sind die zu erwartenden Setzungen (siehe Abschnitt 3.1) zu berücksichtigen. Ferner sind die Setzungsmessungen vorzubereiten. Für die Setzungsmessungen sind vor Beginn der Wasserprobefüllung Meßpunkte wie folgt vorzusehen:

- a) Am Umfang des unteren Mantelrandes sind Meßmarken in gleichmäßigen Abständen von ungefähr 20 m, mindestens jedoch 8 Marken anzuschweißen.
- b) Zur Kontrolle des Bodendurchhangs bei gefülltem Tank ist im Regelfall in der Dachmitte ein Stutzen anzubringen.

Lage und Bezeichnung der Meßpunkte sind in ein Meßprotokoll einzutragen. Vor Füllbeginn ist die Ausgangshöhenlage der Meßpunkte durch eine Nullmessung festzustellen (siehe Abschnitt 3.1 und Abschnitt 8.3.5).

8.2 Anschlußnähte von Stutzen mit Verstärkungsblechen

8.2.1 Vor der Probefüllung nach Abschnitt 8.3 ist durch Prüfbohrungen in den Ausschnittsverstärkungsblechen in dem Luftspalt zum Tankmantel ein Luftüberdruck von mindestens 0,5 bar (\approx 500 mm WS) aufzubringen. Die Dichtheit der Anschlußnähte ist mit einem Schäummittel festzustellen.

8.2.2 Während der Probefüllung des Tanks ist die Dichtheit dieser Anschlußnähte an den offen gelassenen Prüfbohrungen erneut zu prüfen.

8.3 Tankmantel

8.3.1 Die Dichtheit des Tanks ist mit Wasser über eine Standzeit von 24 Stunden zu prüfen.

Für Schutzanstriche oder Beschichtung der Tankwandungen ist Abschnitt 4.3 zu beachten.

Die Schweißnähte des Dacheckringes dürfen durch die Wasserprobefüllung geprüft werden, wenn die statische Berechnung diesen Lastfall beinhaltet.

8.3.2 Die maximale Wasserfüllhöhe ist der statischen Berechnung zu entnehmen (siehe auch DIN 4119 Teil 2 (z. Z. noch Entwurf)).

8.3.3 Ist bei einem Tank die Wasserprobefüllung nicht bis zur höchstzulässigen Füllhöhe des Lagergutes zulässig, weil der Berechnung eine niedrigere Dichte des Füllgutes als $0,75 \text{ t/m}^3$ zugrundegelegt wurde, sind die Schweißnähte des nicht mit Wasser gefüllten Mantelraumes bei einem Unterdruck von mindestens 0,5 bar auf Dichtheit zu prüfen.

8.3.4 Tanks für Lagergut mit einer Dichte $< 0,75 \text{ t/m}^3$, bei denen keine vollständige Probefüllung durchgeführt wurde, und $> 1 \text{ t/m}^3$ sind außerdem während der erstmaligen Betriebsfüllung bis zur höchstzulässigen Füllhöhe während 24 Stunden Standzeit auf Dichtheit zu beobachten.

8.3.5 Während der Wasserprobefüllung und der Erstbefüllung mit Lagergut sind die Setzungen am Bodenrand und in Bodenmitte und die Schrägstellung der Mantelachse zu ermitteln und auszuwerten (siehe Abschnitt 3.1).

Die erste Setzungsmessung sollte spätestens bei Erreichen der halben Füllhöhe durchgeführt werden. Je nach aufgetretener Setzung sind weitere Messungen vorzunehmen.

Die Füllgeschwindigkeit ist den Baugrundverhältnissen anzupassen. Gegebenenfalls ist der Füllvorgang zu unterbrechen, damit eine Zwischenberuhigung der Setzung eintreten kann. Wird die Erstbefüllung mit Lagergut nicht bis zur zulässigen Füllhöhe durchgeführt, so sind die Messungen bei Weiterbefüllung fortzusetzen.

Abhängig von den festgestellten Setzungen sind gegebenenfalls während der späteren Betriebsfüllung die Messungen in angemessenen Zeitabständen bis zum Abklingen der Setzungen zu wiederholen. Hierdurch sollen die Tanksicherheit gefährdende Einflüsse von ungleichmäßigen Setzungen oder unzulässigem Bodendurchhang rechtzeitig erkannt werden.

Die Ergebnisse sind jeweils in das Protokoll einzutragen und auszuwerten.

Rohrleitungsanschlüsse am Tankmantel sind während der Füllvorgänge zu beobachten.

Dies gilt auch für die Erstbefüllung von Tanks mit Lagergutdichten $> 1 \text{ t/m}^3$ bis zur vorgesehenen Höhe.

8.3.6 Abschnitt 8.4.3 ist sinngemäß zu beachten.

8.4 Fstdach-Schweißnähte

8.4.1 Bei Fstdächern für Betrieb mit innerem Überdruck ist an dem zur Prüfung nach Abschnitt 8.3 gefüllten Tank im Dachraum nach Verschließen aller Öffnungen und Anbringen eines U-Meßrohres ein Luftüberdruck in der dem statischen Nachweis zugrundegelegten Höhe aufzubringen. Wird der Überdruck durch Hochfahren des Wasserspiegels erzeugt, muß ein Überschreiten der nach Abschnitt 8.3.2 zulässigen Wasserfüllhöhe vermieden werden.

8.4.2 Die Dichtheit der Dachsweißnähte ist mit einem Schäummittel zu prüfen.

8.4.3 Im völlig geschlossenen Zustand des Tanks ist sicherzustellen, daß kein unzulässiger Über- oder Unterdruck, z. B. durch Witterungseinflüsse, entsteht.

Unmittelbar nach der Prüfung sind die Lüftungseinrichtungen zu öffnen.

8.5 Boden-Schweißnähte

Nach Ablassen der Wasserprobefüllung nach Abschnitt 8.3 und Reinigen des Tankbodens ist die Dichtheit der Bodenschweißnähte mittels Unterdruckprüfgerät und Schäummittel bei einem Unterdruck von mindestens 0,5 bar zu prüfen.

²⁵⁾ Prüfumfang siehe AD-Merkblatt HP 5/2.

Sollten sich dabei Undichtheiten zeigen, so sind diese auszubessern und erneut zu prüfen. Eine Wiederholung der Wasserprobefüllung des Tanks ist nicht erforderlich. Das gleiche gilt, wenn aus anderen Gründen (z. B. Setzungen) Nähte geöffnet und wieder geschweißt werden.

8.6 Mantel des Auffangraumes (Tassenmantel)

8.6.1 Eine Dichtheitsprüfung der Schweißnähte der Auffangtasse ist nicht erforderlich.

8.6.2 Die Wasserprobefüllung des Auffangraumes ist in der Regel nicht erforderlich.

8.6.3 Ist z. B. zur Erzielung einer Vorverfestigung bei stark setzungsempfindlichem Untergrund (Böden) auch eine Belastung des Auffangraumes erforderlich, so darf die Füllhöhe des Auffangraumes in keinem Fall die des Tanks überschreiten.

9 Ausrüstung und Kennzeichnung der Tanks²⁶⁾

9.1 Be- und Entlüftungseinrichtungen

An jedem Tank müssen nichtabsperrbare, ausreichend bemessene Be- und Entlüftungseinrichtungen das Überschreiten der dem statischen Rechnungsnachweis zugrundegelegten zulässigen Über- und Unterdrücke verhindern. Bei der Bemessung dieser Einrichtungen sind die beim Füllen und Entleeren zulässigen max. Volumenströme der Pumpen und die möglichen max. Volumenströme durch Temperaturschwankungen im Tank zu berücksichtigen.

Diese Einrichtungen müssen gegen das Eindringen von Regenwasser oder Fremdkörper geschützt sein. Ferner müssen sie entsprechend den vorliegenden Betriebsbedingungen ausreichend korrosionsbeständig und gegebenenfalls flammdurchschlagsicher sein.

9.1.1 Be- und Entlüftungshauben

Für jede Be- und Entlüftungshaube ist vom Hersteller der Strömungswiderstand durch ein Abnahmeprüfzeugnis DIN 50049 – 3.1B zu bescheinigen.

9.1.2 Über- und Unterdruckventile

Für jedes Über- und Unterdruckventil sind vom Hersteller durch ein Abnahmeprüfzeugnis DIN 50049 – 3.1B zu bescheinigen:

- Der Strömungswiderstand als Funktion des Volumenstromes.
- Der Ansprechdruck für Über- und Unterdruck.

Die Auslegung ist so vorzunehmen, daß die auftretende Drucksteigerung vom Ventilansprechdruck bis zu dem Druck, bei dem der geforderte max. Volumenstrom erreicht wird, 40 % nicht überschreitet.

9.1.3 Be- und Entlüftungsleitungen am Tank

Bei der Auslegung sind zu berücksichtigen:

- Strömungswiderstände der Rohre, Krümmer und eingebauter Armaturen.
- Der mögliche Gegendruck im System.

9.2 Absperreinrichtungen

Alle Rohrleitungsanschlüsse an Tankmantel und Tankboden sind mit Absperreinrichtungen zu versehen, die sich möglichst nahe am Tank befinden und leicht zu bedienen sind.

9.3 Einstiegs- und Besichtigungsöffnungen

Jeder Tank muß mindestens eine Einstiegs- und Besichtigungsöffnung von mindestens 600 mm lichter Weite erhalten.

9.4 Flüssigkeitsstand-Anzeiger

Jeder Tank muß mit einer Einrichtung zum Feststellen des Flüssigkeitsstandes versehen sein. Die für das Lagergut

größter und kleinster Dichte zulässige Füllhöhe muß auffällig gekennzeichnet sein. Ihr Überschreiten ist durch geeignete Maßnahmen, z. B. durch Beobachten, zuverlässig zu verhindern.

9.5 Erdung und Blitzschutz

Hierfür sind die einschlägigen Bestimmungen zu beachten.

9.6 Rohrleitungsanschlüsse

Rohrleitungsanschlüsse am Tankmantel sind so auszuliegen, daß sie die zu erwartenden Setzungen ohne unzulässige Beanspruchung des Mantels aufnehmen können.

9.7 Kennzeichnung des Tanks

Zur Kennzeichnung ist an jedem Tank an gut zugänglicher Stelle ein widerstandsfähiges Schild mit abstempelbaren Nieten zu befestigen, das folgende Angaben enthält:

Hersteller: Herstell-Nr: Baujahr:
 Zul. Lagervolumen (m³): Innendurchmesser (m):
 Zul. Überdruck (bar):
 Zul. Unterdruck (bar):
 Zul. Volumenstrom:
 beim Entleeren (m³/h): bei Befüllen (m³/h):
 Zul. Lagergut-Temperaturen (°C)²⁷⁾ untere: obere:
 Zul. Dichte des Lagergutes (t/m³) größte: kleinste²⁸⁾:
 Zul. Füllhöhe des Lagergutes (m):
 Zul. Höhe der Wasserprobefüllung (m):

10 Funktionsprüfung von Ausrüstungsteilen

10.1 Über- und Unterdruckventile

Bei Festdachtanks für Betrieb mit innerem Über- bzw. Unterdruck ist im Anschluß an die Dichtheitsprüfung der Tankdach-Schweißnähte (siehe Abschnitt 8.4) in gleicher Weise nach Aufbau der Überdruck- bzw. Unterdruck-Ventile eine Prüfung ihrer Ansprechdrücke (siehe Abschnitt 9.1) durchzuführen.

Der Unterdruck kann z. B. durch Absenken des Wasserspiegels erzeugt werden.

10.2 Flüssigkeitsstand-Anzeiger

Die Anzeige ist auf Richtigkeit zu prüfen.

11 Zusätzliche Richtlinien für Schwimmdächer und Schwimmdecken²⁶⁾

11.1 Begriffe

11.1.1 Schwimmdächer dienen zum Abdecken des Lagergutes anstelle fester Dächer. Sie bestehen in der Regel aus metallischen Membranen mit Rand- bzw. zusätzlichen Mittelpontons zum Erzielen der Schwimmfähigkeit und erhalten stets eine flexible Abdichtung des Ringspaltes zum Tankmantel.

11.1.2 Schwimmdecken dienen zum zusätzlichen Abdecken des Lagergutes in Festdachtanks. Sie werden häufig als metallische Pfannen mit oder ohne Randabdichtung und teils mit Kunststoff-Membranen ausgeführt, die gegen das Lagergut ausreichend beständig sein müssen.

²⁶⁾ Gegebenenfalls sind die Bestimmungen nach Abschnitt 2.1, insbesondere nach Abschnitt 2.1.1 zu beachten.

²⁷⁾ Für Lagergut bei witterungsbedingten Temperaturen gelten als zulässige Lagergut-Temperaturen untere: -10 °C, obere: +50 °C.

²⁸⁾ Nur bei Schwimmdachtanks erforderlich.

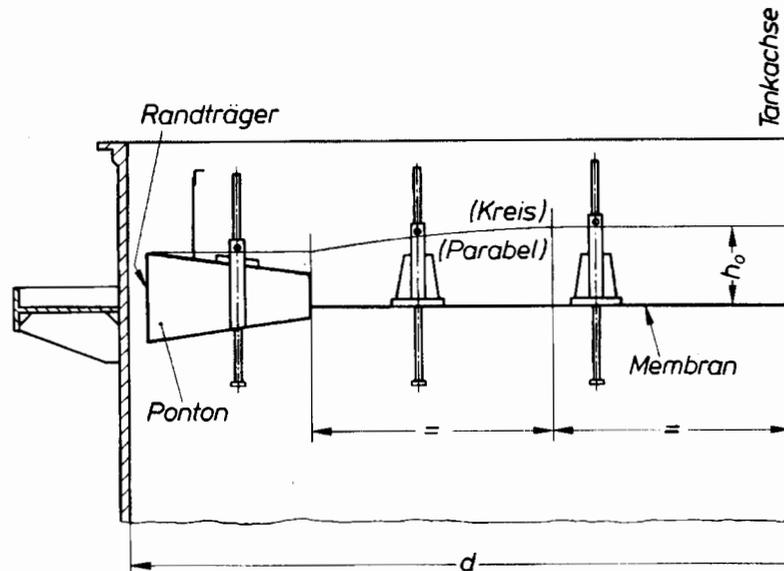


Bild 1. Schnitt durch ein Schwimmdach

11.1.3 Die äußeren und inneren Pontonränder werden in Verbindung mit den mittragenden Nachbarzonen der Ponton-Boden- bzw. Decken-Bleche als Randträger bezeichnet.

11.2 Grundanforderungen

11.2.1 Sicherung der Schwimmfähigkeit

11.2.1.1 Schwimmdächer und Schwimmdecken müssen bei ausreichender Festigkeit und Stabilität für das jeweilige Lagergut schwimmfähig ausgebildet sein. Hierzu sind vom Bauherrn die größte und die kleinste Dichte des Lagergutes anzugeben (siehe auch Abschnitt 11.5.3). Bei Schwimmdächern sind die Eintauchtiefe der Pontons und die Anschlußhöhe der Membranen für die kleinste Dichte des Lagergutes zu bemessen. Hierbei soll unter dem Membrananschluß kein Gaspolster entstehen.

11.2.1.2 Die Schwimmfähigkeit während des Betriebes ist dadurch zu sichern, daß

- Schwimmdächer und Schwimmdecken gegen Überfluten durch aufsteigendes Lagergut geschützt werden (siehe Abschnitt 11.2.3.3).
- Schwimmdächer mittels geeigneter Vorrichtungen nach entsprechenden Betriebsanweisungen von unzulässig großen Niederschlagsmengen entlastet werden.

11.2.2 Sicherung der ungestörten Hubbewegung

Schwimmdächer und Schwimmdecken müssen so geführt werden, daß eine ungestörte Hubbewegung ohne Verdrehen und Verkanten sichergestellt ist. Als Führung kann ein Peilrohr dienen.

Schwimmdächer müssen so gestaltet sein, daß ein Herausgleiten aus dem Tankmantel selbst bei höchstmöglichem Flüssigkeitsstand nicht eintreten kann. Dies ist gegeben, wenn im Schwimmzustand eine ständige Eintauchung des Dachrandes von mindestens 40 mm vorliegt.

11.2.3 Sicherung der Hubbegrenzungen

11.2.3.1 Schwimmdächer und Schwimmdecken müssen in der tiefsten Betriebsstellung möglichst gleichmäßig abgesetzt werden können, ohne das Füllen und Entleeren des Tanks zu beeinträchtigen. Dabei muß ein ausreichender Abstand zu den festen Tankeinbauten (wie Heizungen, Mischern, Entwässerungen) verbleiben.

11.2.3.2 Unter Schwimmdächern und, soweit erforderlich, unter Schwimmdecken muß in einer weiteren Absetzhöhe ein freier Durchgang möglich sein.

11.2.3.3 Die Schwimmdächer werden in der Regel auf Stützen, die in mit dem Schwimmdach verschweißten Führungshülsen geführt werden, abgesetzt.

Zum Schutz gegen Überfluten durch aufsteigendes Lagergut müssen die Oberkanten der Führungshülsen bzw. die Unterkanten von Bohrungen in den Führungshülsen im Mittelbereich von Schwimmdächern ohne Mittelponton um das Maß h_0 über der Membran liegen. Die Höhe h_0 soll 1,5 % des Tankdurchmessers, mindestens 600 mm betragen (Bild 1). Aus dem gleichen Grund sind Laufschiene für Rollleitern und andere Zusatzlasten auf der Membran über Lastverteilungsträger großflächig abzustützen. In diesen Bereichen sind die Stützenführungshülsen entsprechend dem zusätzlichen örtlichen Durchhang der Membran zu verlängern.

11.2.3.4 Für den höchstzulässigen Stand der Schwimmdächer und Schwimmdecken muß durch Maßnahmen nach Abschnitt 11.4.4 sichergestellt sein, daß

- Schwimmdächer und Schwimmdecken nicht aus ihrer Führung gleiten,
- bei Schwimmdecken zwischen ihren höchsten Aufbauten (gegebenenfalls hochgesteckten Absetzstützen) und den tiefsten Bauteilen des Festdaches ein ausreichender Abstand (mindestens 100 mm) verbleibt. Hierbei ist die zulässige Schrägstellung der Tankachse zu berücksichtigen,
- eine vorhandene Ringraumabdichtung wirksam bleibt,
- gegebenenfalls eine ausreichende Brandbekämpfung (Löschschaumhöhe) möglich ist.

11.3 Herstellung

11.3.1 Zulässige Maßabweichungen nach der Montage bei Schwimmdächern und Schwimmdecken

a) allgemein

Die Membranen sollen möglichst in ganzer Fläche auf der Lagerflüssigkeit aufliegen.

Unebenheiten in den Membranen im Schwimmzustand: bis 55 m Durchmesser ± 80 mm, darüber $\pm 1,5\%$ ihres Durchmessers

b) mit Ringponton

Zulässige Abweichung von der Soll-Anschlußhöhe der Membranen am Ringponton ± 20 mm

c) mit Ringraumabdichtung

Die vom Dichtungstyp abhängige Sollbreite des Ringspaltes zwischen dem Außenrand der Schwimmdächer bzw. Schwimmdecken und den Tankmänteln ist über die ganze Hubhöhe so gleichmäßig einzuhalten, daß die Ringraumabdichtung in jeder Höhenlage ausreichend wirksam bleibt und die Hubbewegung nicht beeinträchtigt wird.

11.3.2 Ausführung der Schweißnähte

11.3.2.1 An Schwimmdächern und Schwimmdecken dürfen Überlappstöße in der Regel einseitig von oben geschweißt werden.

11.3.2.2 Ein Schweißen auch der Unterkanten von Überlappstößen ist in folgenden Bereichen erforderlich:

- Im Bereich von flächig angeschlossenen Bauteilen wie aufgeschweißten Ausschnittverstärkungsblechen, ferner in Ringzonen von min. 200 mm Breite, die solche Bauteile sowie eingeschweißte Stützen und Stützhülsen umgeben (siehe Bild 2).
- Jeweils in Feldbreiten von min. 200 mm neben Pontonrandblechen sowie beiderseits neben den Anschlüssen starrer, aussteifender oder tragender Ein- und Anbauteile wie konzentrischer oder radialer Pontonaussteifungen und Schotten und der Schaumfüllunterkante (siehe Bild 3).
- Die Schweißung an der Unterseite ist bis zu einer Nahtlänge von 400 mm als durchgehende Schweißung auszuführen. Bei Nahtlängen > 400 mm kann die Schweißung unterbrochen ausgeführt werden, wobei die Teilnahtlänge ≥ 75 mm, der Mittenabstand der Teilnähte ≤ 300 mm sein muß und mindestens 3 Teilnahtlängen vorzusehen sind.

11.3.2.3 Bei Pontons genügen für die Verbindung der Randbleche mit den Boden- und Deckenblechen einseitig von oben geschweißte Kehlnähte.

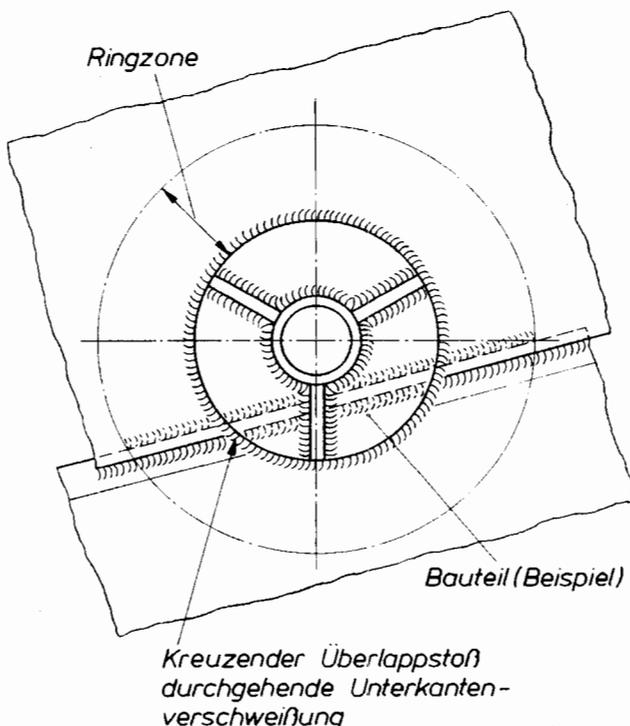


Bild 2. Schweißen der Unterkanten von Überlappstößen im Bereich von flächig angeschlossenen Bauteilen und ferner in der Ringzone (siehe Abschnitt 11.3.2.2a).

11.3.2.4 Sonstige hochbeanspruchte stegartige Anschlüsse von Bauteilen, wie von Membranen an die Pontons oder von örtlichen Aussteifungen sind als zweiseitige Kehlnähte (gegebenenfalls mit umschweißten Enden) oder als sorgfältig durchgeschweißte HV-Nähte auszuführen.

11.4 Ausrüstung

11.4.1 Be- und Entlüftungs-Einrichtungen

Schwimmdächer und Schwimmdecken müssen mit Be- und Entlüftungs-Einrichtungen versehen sein, die den Festlegungen des Abschnitts 9.1 sinngemäß entsprechen.

Das Be- und Entlüften kann durch Rohre geschehen, die durch lose Kappen verschlossen gehalten und nur beim Absetzen des Daches durch Anheben der Kappen zwangsläufig geöffnet werden.

Je nach Art der flexiblen Ringraumabdichtung und nach der Eintauchtiefe des Daches kann auch eine Be- und Entlüftung des Ringraumes erforderlich sein.

11.4.2 Einsteigöffnungen

Jede flüssigkeitsdichte Pontonzelle und jede Membran muß eine Einsteigöffnung von mindestens 500 mm kleinster lichter Weite erhalten.

Bei Pontons sind die Kragenhöhen der Einsteigstützen so zu bemessen, daß bei Leckwerden von zwei Nachbarzellen und der Membran kein Fluten zusätzlicher Zellen eintritt. In Membranen müssen die Öffnungen flüssigkeitsdicht verschließbar sein.

11.4.3 Ringraum-Abdichtung

Wenn eine Ringraum-Abdichtung vorgesehen ist, muß ihre Ausbildung unter Einhalten angemessener Herstellungstoleranzen für den Ringspalt (siehe Abschnitt 11.3.1c)) in der ganzen Hubhöhe ausreichende Abdichtung ermöglichen. Ihre (teils nichtmetallischen) Bauteile müssen gegen Einflüsse der Witterung, des Lagergutes und gegebenenfalls der Reibung am Tankmantel ausreichend beständig sein.

11.4.4 Vorrichtungen gegen Überschreiten des höchstzulässigen Standes der Schwimmdächer und Schwimmdecken.

11.4.4.1 Am Flüssigkeitsstand-Anzeiger des Tanks (siehe Abschnitt 9.4) muß der jeweilige Dachstand erkennbar sein. Die dem höchstzulässigen Dachstand (siehe Abschnitt 11.2.3.3) entsprechende zulässige Füllhöhe des Lagergutes der höchstzulässigen Dichte muß auffällig gekennzeichnet sein.

11.4.4.2 Ein Überschreiten der zulässigen Füllhöhe ist durch geeignete Maßnahmen bzw. Vorrichtungen rechtzeitig zuverlässig zu verhindern. Dabei ist die höchstmögliche Fülleistung zu berücksichtigen.

11.5 Dichtheits- und Funktionsprüfungen

11.5.1 Vor und bei der Wasserprobefüllung des Tankmantels nach Abschnitt 8.3.1 sind die Prüfungen nach den Abschnitten 11.5.2 bis 11.5.6 durchzuführen:

11.5.2 Vor dem Aufschwimmen von Schwimmdächern und Schwimmdecken sind die Stumpfnähte auf den später eintauchenden Oberflächen zu säubern und ein geeignetes Medium (z. B. Petroleum) aufzubringen, um Undichtheiten festzustellen.

11.5.3 Während des Aufschwimmens sind die Schweißnähte auf Dichtheit zu beobachten.

11.5.4 Bei Schwimmdächern ist im Schwimmzustand eine Prüfung der Schwimmfähigkeit für den Lastfall Leakage (siehe DIN 4119 Teil 2, Ausgabe Oktober 1972, Abschnitt 10.2.1 [z. Z. noch Entwurf]) während 24 Stunden Dauer durchzuführen.

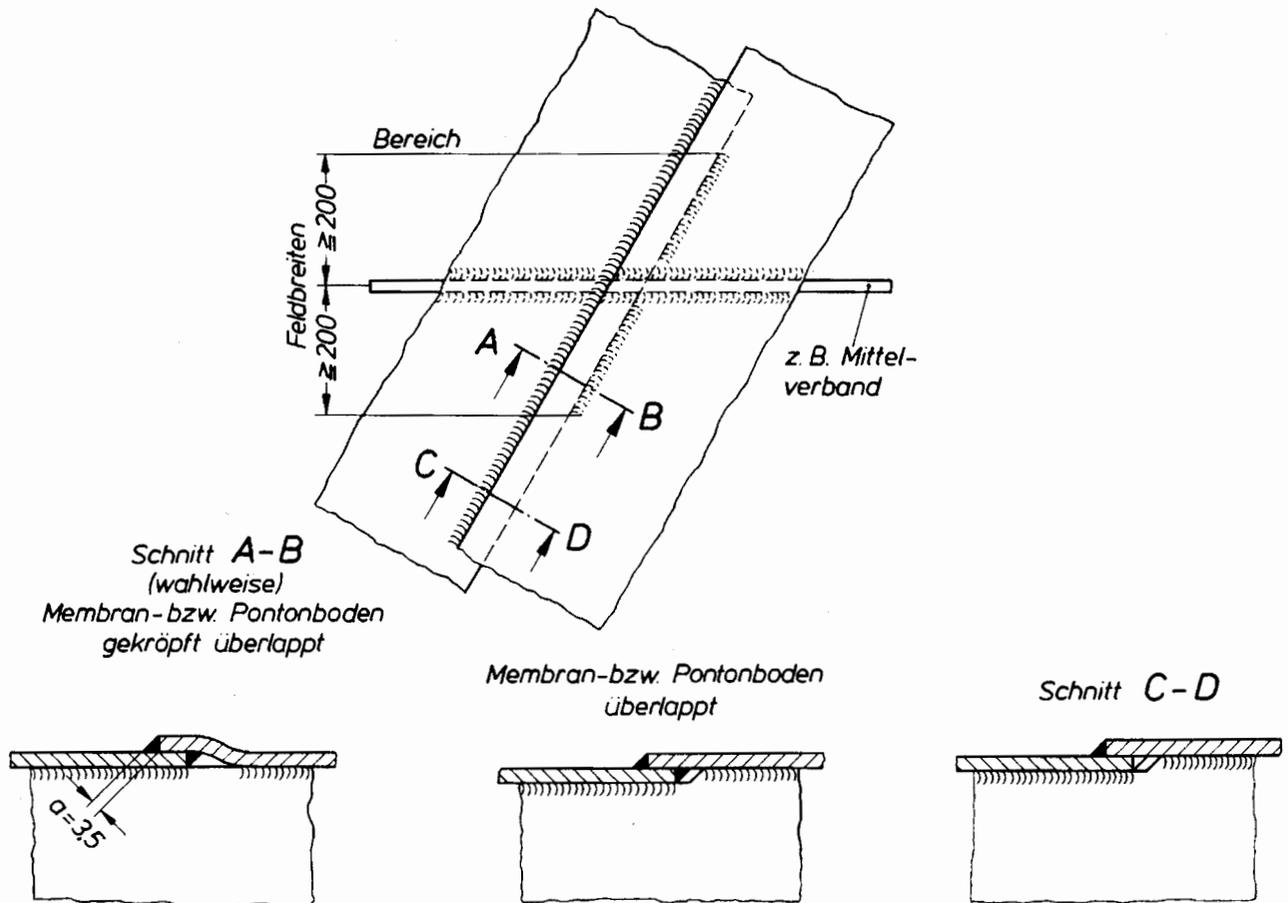


Bild 3. Schweißen der Unterkanten von Überlappstößen in mittragenden Bereichen von Pontonboden usw. (siehe Abschnitt 11.3.2.2 b)).

11.5.5 Eine Funktionsprüfung der Be- und Entlüftungseinrichtungen ist sinngemäß nach Abschnitt 10.1 durchzuführen.

11.5.6 Mit der Funktionsprüfung des Flüssigkeitsstandanzeigers nach Abschnitt 10.2 ist eine Prüfung auf richtiges Ansprechen vorhandener Vorrichtungen gegen Überschreiten des höchstzulässigen Dachstandes (siehe Abschnitt 11.4.4.2) zu verbinden.

12 Metallische Auffangmäntel und Auffangtassen

12.1 Bauarten

Die Bauart metallischer Auffangmäntel oder Auffangtassen richtet sich nach den u. a. vom Lagergut abhängigen ein-

schlägigen Bestimmungen über Auffangräume bezüglich Feuer-, Explosions- und Grundwasserschutz (siehe Abschnitt 2.1) und nach der auf diese abzustimmenden Ausführung der Gründung (siehe Abschnitt 3).

Der Abstand des Auffangmantels bzw. des Tassenmantels von der Tankwandung soll mindestens 1 m betragen.

12.2 Die Auffangräume müssen mit Einrichtungen zur Beseitigung von Wasser versehen sein. Die Einrichtungen müssen so ausgeführt sein, daß der Tank auch durch anfallende Kühl- und Löschwassermengen nicht beschädigt wird.

12.3 Korrosionsschutz, Werkstoffe und Herstellung
Hierfür gelten die Abschnitte 4 bis 7.

Weitere Normen und Unterlagen

- DIN 1605 Teil 1 Werkstoffprüfung; Mechanische Prüfung der Metalle, Allgemeines und Abnahme
- DIN 8562 Schweißen im Behälterbau; Behälter aus metallischen Werkstoffen, Schweißtechnische Grundsätze
- DIN 8563 Teil 3 Sicherung der Güte von Schweißarbeiten; Schmelzschweißverbindung an Stahl, Bewertungsgruppen
- DIN 55 928 Schutzanstrich von Stahlbauwerken; Richtlinien
- Stahl-Eisen-Werkstoffblatt 088 Verarbeitung der Feinkorn-Baustähle *)

*) Zu beziehen beim Stahl-Eisen-Verlag mbH, Postfach 8229, 4000 Düsseldorf