

389.1

PTB-Prüfregeln 10

PTB-Prüfregeln

**Lagerbehälter in Form
stehender Zylinder**

Physikalisch-Technische Bundesanstalt

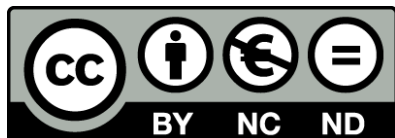
Braunschweig und Berlin

ISSN 0341-7964

389.1 PTB - Prüfregeln 10

Diese elektronische Version der PTB-Prüfregel Band 10 ist durch Digitalisierung der 1974 erschienenen Druckversion erzeugt worden. Die folgenden Seiten sind Bilddateien.

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt und unterliegt der Creative Commons Nutzerlizenz CC BY-NC-ND 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).



Empfohlene Zitierweise:

Physikalisch-Technische Bundesanstalt. Lagerbehälter in Form stehender Zylinder [online]. Bearbeitet von Konrad Bönke.

Braunschweig, © 1974, digitalisiert 2020. PTB-Prüfregeln, Band 10. ISSN 0341-7964.

Verfügbar unter: <https://doi.org/10.7795/510.20200716F>

Herausgeber:

Physikalisch-Technische Bundesanstalt

ISNI: 0000 0001 2186 1887

Presse und Öffentlichkeitsarbeit

Bundesallee 100

38116 Braunschweig

Telefon:(05 31) 592-93 13

Telefax:(05 31) 592-92 92

www.ptb.de

Berichtigung zu Prüfregel Band 10 "Lagerbehälter in Form stehender Zylinder"

Bitte berichtigen Sie in Ihren Exemplaren die nachfolgend aufgeführten Druckfehler:

1. Auf S. 6, zweite Zeile von unten ist einzusetzen: "§§", also "EO IV B 1 §§ 281 - 287".
2. Auf S. 17 ist in der Legende zu Bild 9 das Wort "Meßstand" zu ersetzen durch: "Meßband".
3. Auf S. 24 fehlt in Zeile 4 der Tabelle das Zeichen "-" zwischen "360⁰" und "β". In der gleichen Zeile ist hinter dem Gleichheitszeichen die zweite Ziffer der Zahl 21 sehr schwach ausgeführt.

4. Auf S. 30 fehlt im Text zu Bild 16a und 16b das Klammerzeichen hinter "Stativs".

5. Auf S. 41, Abschn. 3.3.2, 6. Zeile soll wie folgt lauten: "-tafel (Anlage 2H) sind dann um die Werte Δ_n zu vergrößern.

6. Auf S. 41, Abschn. 3.3.2. ist in der Formel der Faktor d vor der Klammer der rechten Seite zu streichen. Die Formel lautet dann:

$$\Delta_n \quad (\varrho / \text{mm}) = \frac{\pi^2 g D^3 k}{4E} \left(\frac{H_1}{s_1} + \frac{H_2}{s_2} + \dots + \frac{H_{n-1}}{s_{n-1}} + \frac{1}{2} \cdot \frac{H_n}{s_n} \right)$$

7. Auf S. 67, Anmerkung ^{*)}: statt: "bedeutet" muß es lauten: "deutet".

8. Auf S. 70, Anmerkung zu Spalte 5, Zeile 2: das Wort "über" muß unterstrichen, das Wort "unter" muß durchstrichen sein.

9. Auf S. 71, Zeile 18, "Fehler der Skala": zwischen "Skala" und "mm" fehlt das Zeichen " (" .

10. Auf S. 71, Zeile 24: der Wortlaut "vom Boden" muß unterstrichen, der Wortlaut "von der Peilplatte" muß durchstrichen sein.

11. Auf S. 73, Zeile 4, Text "aus Trinkwasserleitung" durchstreichen
Zeile 5, Text "aus Werksleitung" unterstreichen
Zeile 6, Text "aus Fluß, Kanal, Hafen usw." durchstreichen.

12. Auf S. 73, Zeile 13: neben dem Wortlaut "(Bild 17)" ist die Bezeichnung "(X)" wegzulassen.

13. Auf S. 78 muß in der Tabellenspalte P₂ rechts in der 5. Zahlenzeile in das leere Feld der Wert 868 eingetragen sein.

PTB-Prüfregeln

Lagerbehälter in Form stehender Zylinder

Bearbeitet von Dr. Konrad Bönke

Herausgegeben von der
Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB)
in Zusammenarbeit mit den Eichaufsichtsbehörden

PTB-Bibliothek BS



2018.0043

Physikalisch-Technische Bundesanstalt

Braunschweig und Berlin

<https://doi.org/10.7795/510.20200716F>

Die PTB-Prüfregeln sollen als Unterlage und Richtlinie für die Prüfung von Meßgeräten und Betriebsmitteln dienen. Den wesentlichen Teil einer Prüfregel bildet demnach die ausführliche Beschreibung der Prüfverfahren, der benötigten Normalgeräte und anderer Prüfmittel. Soweit es zum besseren Verständnis nützlich erscheint, wird auch auf die Ausführung der Gerätarten und auf Besonderheiten, die bei ihrer Anwendung zu beachten sind, eingegangen. Das Gebiet der PTB-Prüfregeln umfaßt nicht nur die eich- und beglaubigungsfähigen Meßgeräte, sondern auch Meßgeräte und Objekte anderer Art, die im Bereich der PTB geprüft werden. Die Prüfregeln wenden sich sowohl an die Eichbehörden, staatlich anerkannten Prüfstellen und Überwachungsorgane als auch an die Prüflaboratorien von Industrie und Wirtschaft. Sie werden ferner für die Einrichtung von Prüfstellen und Meßräumen sowie für Lehrzwecke von Nutzen sein.

Schriftleitung: Dipl.-Phys. *H. Klages*, 33 Braunschweig, Bundesallee 100

PTB-Prüfregeln Band 10

Alle Rechte vorbehalten

Copyright © 1974 by Physikalisch-Technische Bundesanstalt

Braunschweig und Berlin

Satz und Druck: E. Hunold, Braunschweig

Printed in Germany

<https://doi.org/10.7795/510.20200716F>

Inhaltsverzeichnis

Vorbemerkung	Seite
1. Behälterausführungen, Begriffsbestimmungen	1
1.1. Ausführungsformen	1
1.1.1. Lagerbehälter mit festem Dach	1
1.1.2. Lagerbehälter mit Schwimmdach	2
1.1.3. Lagerbehälter mit festem Dach und eingebauter Schwimmdecke	3
1.2. Einrichtungen zur Ermittlung des Füllstandes	6
1.3. Werkstoffe, besondere Einrichtungen, Ummantelung	6
1.4. Begriffsbestimmungen	7
2. Meßtechnische Prüfung	10
2.1. Voraussetzungen	10
2.1.1. Vollständige Füllung vor der Prüfung	10
2.1.2. Bauzustand und Sicherheitsvorkehrungen	10
2.1.3. Zeichnerische Unterlagen	11
2.1.4. Auswertungsmittel, Formblatt	11
2.2. Auswahl des Prüfverfahrens	12
2.3. Sumpf	13
2.4. Vollständige nasse Ausmessung	13
2.4.1. Verwendung von Zählern oder Eichkolben	13
2.4.2. Messungen, Füllabschnitte	15
2.4.3. Bestimmung der Füllhöhe	16
2.5. Trockene Ausmessung mit nasser Sumpfbestimmung	16
2.5.1. Sumpfvolumen	16
2.5.2. Durchmesserbestimmung durch Messung des Umfangs (Außenmessung)	16
2.5.2.1. Verfahren der Umfangsbestimmung	16
2.5.2.2. Verwendung des Meßbandes	17
2.5.2.3. Übergreifeseisen	17
2.5.2.4. Wiederholungsmessung	18
2.5.2.5. Berechnung des inneren Durchmessers	18
2.5.3. Durchmesserbestimmung durch Innenmessung	18
2.5.3.1. Direkte und indirekte Bestimmung	18
2.5.3.2. Direkte Halbmesserbestimmung	19
2.5.3.2.1. Festlegung der Halbmesser	19
2.5.3.2.2. Ausführung der Messungen	20
2.5.3.2.3. Mittlerer Behälterdurchmesser	21

2.5.3.3.	Bestimmung des mittleren Halbmessers mit Hilfe eines Sehnvielecks	21
2.5.3.3.1.	Mathematische Begründung des Meßverfahrens	21
2.5.3.3.2.	Technische Durchführung der Messungen	23
2.5.3.3.3.	Beispiel	24
2.5.4.	Lotungen	24
2.5.4.1.	Verfahren	24
2.5.4.2.	Außenlotung	25
2.5.4.2.1.	Bewegung der Lotschnur, Windeinfluß	25
2.5.4.2.2.	Meßwagen, Abstandsmeßvorrichtung	26
2.5.4.2.3.	Sonderlotung	26
2.5.4.3.	Innenlotung	28
2.5.5.	Höhenbestimmungen	28
2.5.5.1.	Messung der Mantelschüsse	28
2.5.5.2.	Ableseeinrichtungen	31
2.5.6.	Verdrängungsvolumen	32
2.5.7.	Zusatzvolumen	32
2.6.	Behälter mit Schwimmdach	33
3.	Prüfungsergebnisse und ihre Bewertung	36
3.1.	Bezugstemperatur	36
3.2.	Meßunsicherheit	36
3.3.	Einfluß von Lage- und Gestaltsänderungen des Behälters	41
3.3.1.	Behälterneigung	41
3.3.2.	Dehnung des Behältermantels	41
3.4.	Rundungen	42
4.	Prüfmittel	43
	Schrifttum	45
	Bildquellennachweis	46
	Anlage 1	47
	Anlage 2	64
	Anlage 3	75
	Anlage 4	79

Anhang

Anlage 1: Tafeln für die Berechnung von Lagerbehältern in Form stehender Zylinder

Nr. 1 Zur Berechnung des Durchmessers D aus dem Umfang U ($D = U / \pi$)

Nr. 2 Zur Berechnung des Querschnitts aus dem Innendurchmesser

Nr. 3 Volumen und Flächenzuschlag von Mannlochstützen

Nr. 4 Rohrvolumen je Meterlänge in Liter

Anlage 2: Formblatt mit Rechenbeispiel

Anlage 3: Beispiele für die Bestimmung der Masse eines Schwimmdaches

Anlage 4: Eichschein für einen Lagerbehälter mit Schwimmdach mit Benutzungstabellen und Beispielen

Vorbemerkung

Lagerbehälter der hier behandelten Ausführungsformen sind in der Industrie und Wirtschaft weit verbreitet und werden für die verschiedensten Flüssigkeiten, vorwiegend jedoch für Produkte aus der Mineralölindustrie, verwendet. In nachstehender Prüfregele sind u. a. die ursprünglich in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt entwickelten Meßverfahren zur Volumenbestimmung von Lagerbehältern in Form stehender Zylinder dargestellt, deren Mantel aus rechteckigen, durch Schweißung oder Nietung verbundenen Stahlblechen besteht (Bild 1). Weiterhin wurden auch Verfahren der Innenmessung aufgenommen, deren Entwicklung durch das immer häufigere Vorkommen von Lagerbehältern mit Schutzummantelung erforderlich war.

Die hier geschilderten Meßverfahren lassen sich auch auf Behälter aus anderen Werkstoffen als Stahl anwenden. Auf weitere Meßmethoden (optische Meßverfahren) wird hingewiesen. (1, 2, 3)¹⁾

Bei der Abfassung des Textes bin ich in zahlreichen Einzelfragen für die Mitarbeit der Eichaufsichtsbehörden besonders den Herren Faustmann, Neff, v. Ohnesorge, Trapp und Westermeyr zu Dank verpflichtet. Ebenso möchte ich Herrn Professor Bluschke und Herrn Bloch für viele fördernde Hinweise bei der Gestaltung der Prüfregele meinen Dank aussprechen.

1) Die in Klammern gesetzten Zahlen beziehen sich auf das Schrifttumsverzeichnis, siehe Seite 45.

1. Behälterausführungen, Begriffsbestimmungen

1.1. Ausführungsformen

1.1.1. Lagerbehälter mit festem Dach (Bild 2)

Der Boden der Lagerbehälter kann waagrecht oder schräg verlaufen, kegelförmig sein oder die Form einer Kalotte haben. Die Behälter bestehen aus übereinander angeordneten Plattenschüssen. Das feste Dach ist meist gewölbt und begehbare.

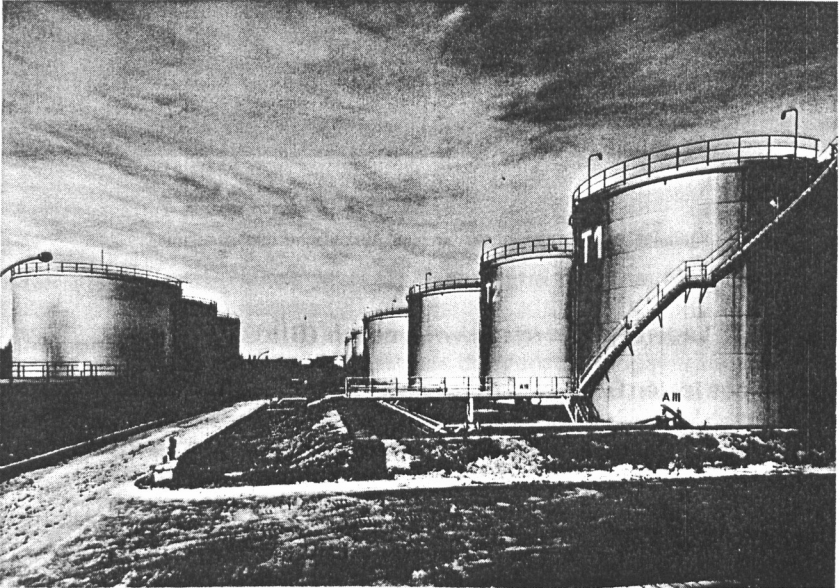


Bild 1:

Großtankanlage (aus dem Merkblatt 404 der Beratungsstelle für Stahlverwendung)

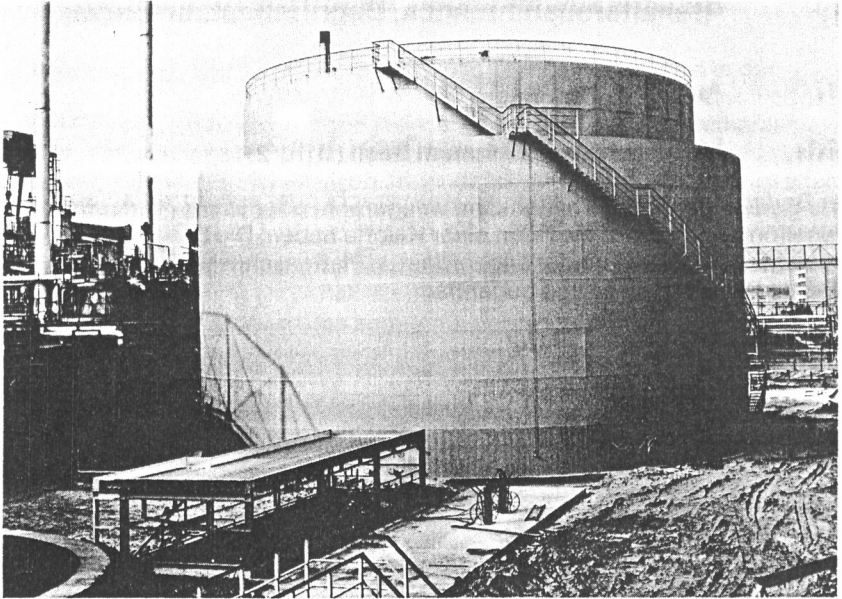


Bild 2:

Lagerbehälter in Festdachausführung (mit Auslaufschutzmantelung)

1.1.2. Lagerbehälter mit Schwimmdach (Bild 3 und 4)

Anstelle des festen Daches ist ein begehbares, auf dem Füllgut schwimmendes und durch Rollen oder Schienen geführtes Dach eingesetzt. Das Schwimmdach soll Verdunstungsverluste verringern und wird in erster Linie bei Behältern für Rohöl und Benzin angewendet. Die Flüssigkeitsoberfläche zwischen dem gleitenden Dach und der Behälterwand wird durch eine flexible Ringabdeckung („Schürze“) ebenfalls gegen Verdunstungsverluste geschützt.

Die der Masse des Schwimmdaches entsprechende Verdrängung wird durch Auslitterung bestimmt. Da die Eintauchtiefe von Wind, Regen, Eis sowie von der Reibung der Dichtung an der Behälterwand beeinflusst ist, wird sie durch 3 oder 4 Peilstützen am Rande und einen in der Mitte des Schwimmdaches kontrolliert. – Die Höhe des Kleinstraumes ist auf 1000 mm vergrößert.

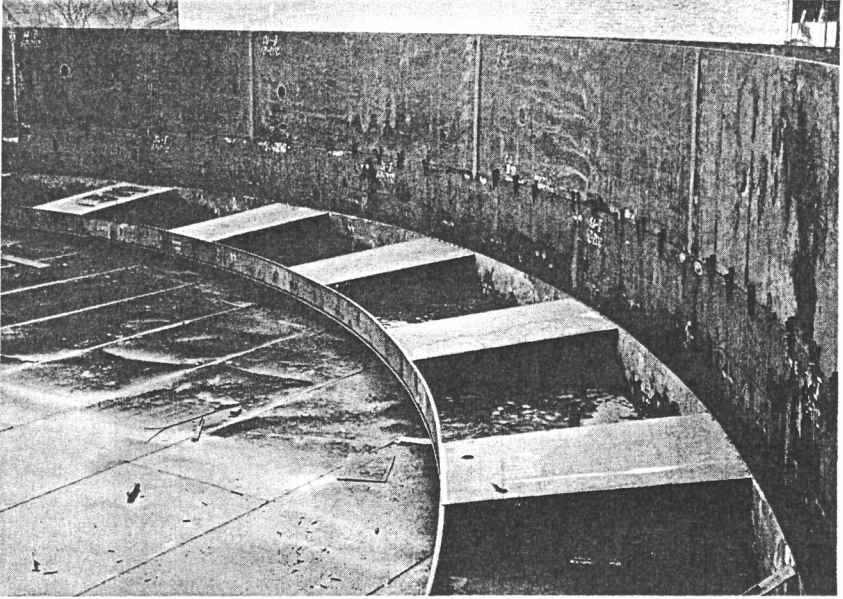


Bild 3:

Lagerbehälter mit Ponton-Schwimmdach (Montagenansicht)

1.1.3. Lagerbehälter mit festem Dach und eingebauter Schwimmdecke (Bild 5)

Die Schwimmdecke verringert ebenfalls die Verdunstungsverluste; sie wird häufig nachträglich eingebaut. Im Gegensatz zu dem Schwimmdach ist sie nicht begehbar. Die Messung der Eintauchtiefe wird nicht gefordert.

Die Masse der Schwimmdecke wird gleichfalls durch Ausliterung bestimmt; gelegentlich werden auch die Einzelteile vor dem Einbau gewogen. Da die relativ leichte Decke bei Unebenheiten der Wandung durch die Reibung der Dichtung hängenbleiben kann, wird bei der Eichung durch etwa 3 Peilöffnungen vom Rande des Festdaches aus der Abstand einer Bezugsmarke von der Schwimmdecke bei verschiedenen Füllhöhen kontrolliert. Die Höhe des Kleinstraumes ist je nach der Unsicherheit durch Hängenbleiben größer als beim Festdach ohne Einbauten und zwar im allgemeinen 500 mm anstelle von sonst 200 mm.

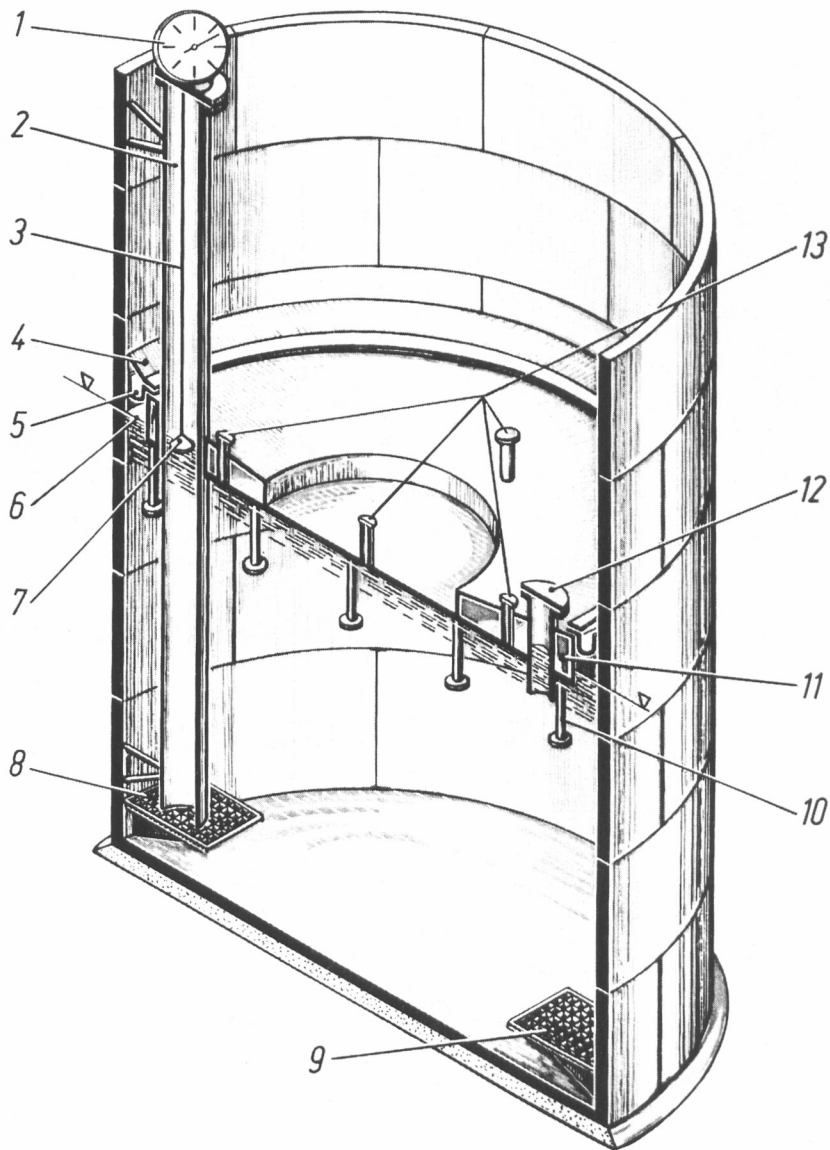


Bild 4:

Schematische Darstellung eines Lagerbehälters mit Ponton-Schwimmdach und meßtechnischen Einrichtungen (1 = Behälterstands-Meßgerät, 2 = Führungs- und Standrohr, 3 = Schwimmerdraht, 4 = Abdeckblech, 5 = Dichtungsmanschette, 6 = Flüssigkeitsspiegel, 7 = Schwimmer, 8 = Peiltisch 2, 9 = Peiltisch 1 (Hauptpeiltisch), 10 = Schwimmdachstützen, 11 = Ponton-Schwimmdach, 12 = Hauptpeilstelle, 13 = Luftpeilstützen)

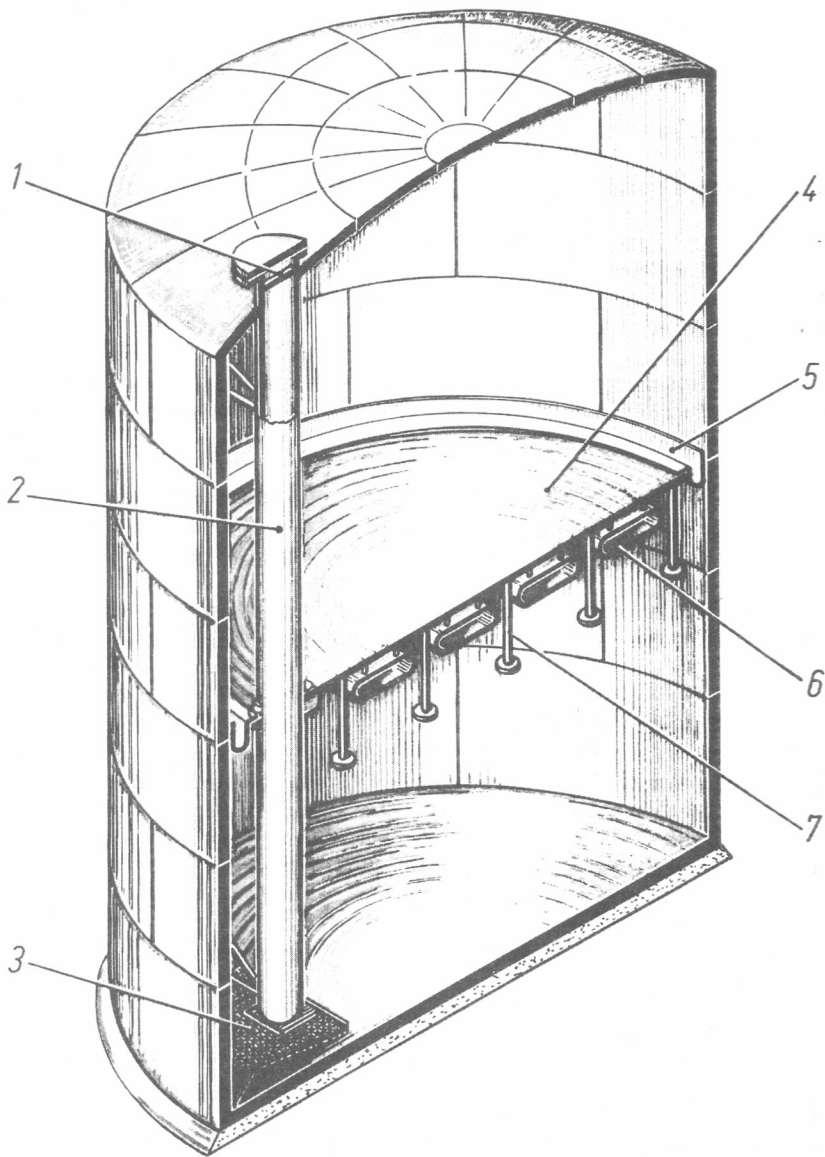


Bild 5:

Lagerbehälter mit Festdach und Schwimmdecke (1 = Peilsteg, 2 = Peil- und Führungsrohr, 3 = Peiltisch, 4 = Schwimmdecke, 5 = Dichtungsmanschette, 6 = Schwimmponton, 7 = Schwimmdeckenstützen).

1.2. Einrichtungen zur Ermittlung des Füllstandes

Es bestehen zwei Verfahren (a, b):

a) Die Inhaltsermittlung durch Peilung erfolgt

mit einem Peilstab, der in ein Peilrohr eingeführt wird, oder
(der häufigere Fall) mit einem Peilbandmaß.

Das Peilbandmaß wird

entweder von einer bestimmten Peilstelle aus in den Behälter
hinabgelassen (und zwar bis auf den Behälterboden bzw. bis
auf eine Peilplatte)

oder es wird an einer bestimmten Peilstelle mit einer
bestimmten Marke angelegt und hängt frei in den Behälter
(Peilung mit hängendem Peilbandmaß).

Zusätzlich können noch Füllstandsmeßgeräte (meist mit elektrischer
Meßwertübertragung) eingebaut sein (Fernanzeige, Drucker, Schreiber
usw.).

Bei Peilung gegen den Behälterboden darf dieser nicht uneben sein.
In einem Umkreis von etwa 0,5 m unterhalb der Peilöffnung dürfen keine
Einbauten vorhanden sein. Andernfalls muß eine Peilplatte in passender
Höhe angebracht sein. Die Peilplatte soll waagrecht angeordnet sein.
Ihr Abstand von der oberen Bezugs- oder Kontrollebene kann veränder-
bar sein. In diesem Fall muß sich die endgültige Stellung durch
Stempelung sichern lassen.

b) Die Ablesung des Flüssigkeitsstandes erfolgt

an einem Schauglas mit Skala oder
an einem Standrohr mit Skala.

1.3. Werkstoffe, besondere Einrichtungen, Ummantelung

Die Behälter sollen hinsichtlich der Werkstoffe, der Ablese- und Peil-
einrichtungen, der Einbauten und sonstigen Einrichtungen im Behälter-
inneren den technischen Voraussetzungen gemäß EO IV B 1 281–287
genügen. (4).

Als Einbauten mit meßtechnisch zu berücksichtigendem Verdrängungsvolumen gelten Heizschlangen, Heizhauben, Rührwerke, Absaugrohre mit und ohne Schwimmer, Schaumrinnen, Leitern, Pfeiler, Säulen, Versteifungen u. ä. Diese Teile müssen im allgemeinen fest eingebaut sein. Falls kleine Lageänderungen möglich sind, dürfen hierdurch keine meßbaren Änderungen bei der Volumenermittlung entstehen.

Als volumenvergrößernd kommen vor allem Mantel-Mannlöcher außerhalb des Sumpfraumes in Betracht, während der Einfluß von Bodenrinnen, Sicken, Sumpfkästen, Vorwärmern und dgl. bei der Sumpfbestimmung mit erfaßt wird.

Als weitere Anbauten kommen Zu- und Ableitungen einschließlich der Schieber in Betracht, die fest montiert sein müssen.

Bei aufgeheiztem Füllgut sind häufig Ummantelungen angebracht.

1.4. Begriffsbestimmungen

1. **Aufschwimmzone** (beim Entleeren auch **Ab-schwimmzone** genannt) reicht von dem Flüssigkeitsstand, bei dem das auf den Stützen stehende Schwimmdach von der Flüssigkeit gerade noch nicht berührt wird, bis zu dem Flüssigkeitsstand, bei dem das Schwimmdach frei schwimmt und alle Stützen sich vom Boden abgehoben haben. In dieser Zone dürfen Teilmengen nicht gemessen werden.
2. **Einbauten**, Körper wie Rohrleitungen, Heizschlangen, Heizkörper, Versteifungen, Rührwerke, Leitern usw.
3. **Flächeneinfluß**, Bezeichnung für die durch Verdrängungs- bzw. Zusatzvolumen verursachte Flächenänderung des Flüssigkeitsspiegels.
4. **Leerraumhöhe (Leerhöhe)**, der lotrechte Abstand zwischen dem Flüssigkeitsspiegel und der Peilkante am Peilstützen.
5. **Füllhöhe**, der lotrechte Abstand zwischen einer Bezugsebene (Behälterboden, Peilplatte oder dgl.) und dem Flüssigkeitsspiegel.
6. **Füllmenge**, bei nasser Ausmessung (bzw. bei der

Sumpfbestimmung) jeweils in den Behälter eingefülltes Flüssigkeitsvolumen.

7. Füllschritt, Bezeichnung für das Flüssigkeitsvolumen, das zwischen zwei Flüssigkeitsstandmessungen in den Behälter eingefüllt wird. Die Füllschritte können auch als Füllhöhenunterschiede (in mm oder cm) angegeben werden.

8. Füllungskennwert oder l/mm-Wert, Quotient aus dem Volumen und der Höhe des jeweiligen horizontalen Behälterabschnitts. Er wird angegeben in l/mm. Mittlerer Füllungskennwert oder mittlerer l/mm-Wert eines Behälters nennt man den Quotienten aus der Summe der Volumen und der Summe der Höhen der einzelnen Behälterabschnitte.

9. Hochstellung (oder Reinigungsstellung), bei Schwimmdachbehältern diejenige Stellung, bei der das Schwimmdach mit den auf größte Länge eingestellten Stützen auf dem Behälterboden steht.

10. Lotung, Verfahren (s. 2.5.4), bei dem mit Hilfe einer Lotschnur Abweichungen der Behälterwand von der Senkrechten festgestellt werden. Die Bezeichnung hat eine andere Bedeutung als die für Verfahren in der Navigation benutzte gleiche Ausdrucksweise.

11. Lufthöhe, bei Schwimmdachbehältern der lotrechte Abstand des Flüssigkeitsspiegels von der Peilkante in bestimmten Peilöffnungen (sog. Luftpeilstellen) des Daches.

12. Mantelschuß, Bezeichnung für die zusammengesetzten (geschweißten oder genieteten) Plattenschüsse.

13. Obere Bezugs- oder Kontrollebene, wird gebildet durch Oberkante des Peilstützens (s. Nr. 16) oder eines in ihm eingesetzten Peilsteges. Durch Anlegen des Peilbands an diese Kante (Peilstelle, Peilkante) kann die Füllhöhe durch Messung der Leerraumhöhe (Leerhöhe) bestimmt oder der Abstand der Peilplatte von der genannten Kante kontrolliert werden.

14. Peilband, ein nach Längenmaß unterteiltes Meßband, das mit einem Gewicht fest verbunden ist. Dadurch unterliegt

der Bandquerschnitt in senkrechtem Hang einer definierten Zugspannung.

15. Peilplatte dient als Bezugsebene, die im Behälter festgelegt ist und gegen welche (als Aufsetzpunkt für das Gewicht, s. Nr. 14) gepeilt wird.

16. Peilstützen ist am Behälterdach angebracht. Er dient zum Anlegen des Peilbandes und zur Festlegung der oberen Bezugs- oder Kontrollebene (s. Nr. 13).

17. Peiltisch, ein Rahmengestell mit ggfls. einstellbarer Peilplatte.

18. Peilung bedeutet hier – abweichend vom sonstigen Sprachgebrauch – die Ermittlung der Füllhöhe durch Verwendung des lotrechten Peilbandes, an welchem die Benetzungsgrenze der Flüssigkeit abgelesen wird. Die Peilung kann gegen eine Bezugsebene unten (z. B. Peilplatte) bei aufgesetztem Spangewicht oder von einer oberen Bezugsebene (s. Nr. 13) aus durch Anlegen des hängenden Peilbandes an den Peilstützen oder den Peilsteg erfolgen.

19. Plattenschuß, beim Behälterbau Bezeichnung für das durch den Walzvorgang gebogene einzelne Baublech.

20. Schwimmdach, ein der Behälterwand eingebautes, begehbare Dach mit Peileinrichtungen und Dachentwässerung. Es ist gegen die Behälterwand beweglich abgedichtet und mit verstellbaren Stützen (zur Hoch- und Tiefstellung) versehen. Ausführungsarten: Ponton-, Pfannen-, Doppeldeckdach.

21. Schwimmdecken zur weitgehenden Beseitigung des freien Flüssigkeitsspiegels (mit Stützen und Schwimmszellen versehen), können in Behälter mit Festdach eingebaut werden.

22. Standrohre, Vorrichtungen zur Füllstandsanzeige. Rohrmaterial: Glas, Kunststoff.

23. Sumpf, der (nicht unterteilte) unterste Behälterabschnitt. Als Höhe des Sumpfes wird im allgemeinen die Höhe der Oberkante der Peilplatte festgelegt.

24. Tiefstellung, bei Schwimmdachbehältern die Stellung, bei der das Schwimmdach mit den auf kleinste Länge eingestellten Stützen auf dem Behälterboden steht (wird auch als Betriebs- oder Gebrauchsstellung bezeichnet).

25. Verdrängungsvolumen, das durch Einbauten verdrängte Volumen.

26. Zusatzvolumen, das durch Anbauten vergrößerte Volumen.

2. Meßtechnische Prüfung

2.1. Voraussetzungen

2.1.1. Vollständige Füllung vor der Prüfung

Der Behälter muß vor der ersten Prüfung mindestens drei Tage vollständig gefüllt gestanden haben. Durch diese Maßnahme wird gewährleistet, daß nach der Ausmessung keine bleibenden, meßtechnisch erheblichen Form- und Lageänderungen möglich sind, die stets nach der ersten Füllung eines Behälters eintreten.

2.1.2. Bauzustand und Sicherheitsvorkehrungen

Die Lagerbehälter müssen fertig hergerichtet sein, lediglich der Anstrich darf fehlen. Sämtliche Einbauten müssen fest angebracht sein, ebenso müssen die Zu- und Ableitungen einschließlich der Schieber fest montiert sein. Vorhandene Peiltische sollten verstellbar, die Muttern bzw. Flügelmuttern gangbar und mit Durchbohrungen zum Anbringen von Sicherungsplomben versehen sein. Der Peilstutzen muß angebracht und mit einem Peilsteg versehen sein.

Der Lagerbehälter muß vor der Ausmessung sauber und ohne Atemschutz begehbar sein. Lagerbehälter mit Produktresten dürfen nicht, auch nicht mit Schutzmaske, begangen werden. Bei Innenlotung muß vor Beginn der Ausmessung auch die innere Behälterwand von Produktresten gut gereinigt sein, damit auf den Rädern des Meßwagens (s. unter 2.5.4.2.2) sich keine, die Abstandswerte fälschende Schmutzschicht festsetzen kann.

Am Lagerbehälter selbst und in nächster Nähe dürfen zur Vermeidung

von Unfällen keine Fremdarbeiten (Montagen, Anstrich und dgl.) durchgeführt werden.

Es müssen technische Vorkehrungen getroffen sein, die eine gefahrlose Ausmessung ermöglichen. Auswahl und Ausführung dieser Vorkehrungen (Leitern, Dachgeländer, Gerüste, Kopfbedeckungen usw.) müssen den gültigen Sicherheits- und Unfallvorschriften genügen; ausführliche Zusammenstellung siehe (5).

2.1.3. Zeichnerische Unterlagen

Folgende Unterlagen sind für die Ausmessung erforderlich:

- a) Ein Lageplan, aus dem die Numerierung der Behälter, die Lage der Wasseranschlüsse usw. hervorgehen;
- b) Bauzeichnungen für jeden Behälter mit Angaben der Plattenmaße, der Einbauten, der Mannlöcher, der Blechdicken und der Dachkonstruktion;
- c) Angaben über die in verschiedener Höhe an der Behälterwand angebrachten Marken (z. B. in Form angeschweißter Bolzen), die als Nivellierungspunkte bei der Nacheichung zur Feststellung von Lageänderungen dienen;
- d) bei Schwimmdachbehältern eine Zeichnung mit Angaben über die Stützen des Daches, ihre Verstellbarkeit, die Dichtung und die eingebauten Luftpeilstützen, ferner über die Peilrohrführung bzw. die Öffnungen im Schwimmdach zur Peilung gegen die Peilplatte.

2.1.4. Auswertungsmittel, Formblatt

Es wird ferner empfohlen, in einer Skizze die Lage der Mannlochstützen, Peilstellen, Standrohre und Skalen und die Nordrichtung anzugeben. Zur Eintragung dieser Angaben und der Meßwerte und zur Auswertung (Inhaltsbestimmung, Aufstellung von Peiltafeln, Ermittlung der Behälterneigung) kann ein Formblatt (etwa gemäß Anlage 2) verwendet werden. Die dortigen Zahlenwerte sind entsprechend der jeweils vorliegenden Meßunsicherheit angegeben. Die empfohlenen Rundungswerte werden besonders genannt. Sie richten sich an einigen Stellen des Formblattes nach den Abmessungen des Lagerbehälters. Ein vorzeitiges Runden von Zahlenwerten in der Rechnung wird nicht empfohlen.

2.2. Auswahl des Prüfverfahrens

Lagerbehälter können „naß“ oder „trocken“ ausgemessen werden. Beim nassen Verfahren (auch als Ausliterung bezeichnet), das mit einem Flüssigkeitsnormal (Zähler oder Eichkolben) und einem Präzisionsmeßband ausgeführt wird, wird die Zuordnung zwischen Behälterstand und Flüssigkeitsvolumen durch Einfüllen gemessener Wassermengen, beim trockenen Verfahren, das sich aber nicht auf den Sumpf (s. unter 2.3) bezieht, durch geometrische Ausmessung des Behälters ermittelt.

Die nasse Ausmessung hat den Vorzug, daß sie etwa bei den Belastungsverhältnissen der Praxis stattfindet.

Größere Lagerbehälter können mit weniger Zeitaufwand trocken ausgemessen werden, wenn die im folgenden beschriebenen Messungen durchführbar sind.

Für ummantelte Behälter steht das Prüfverfahren der nassen Ausmessung oder der trockenen Innenausmessung zur Verfügung.

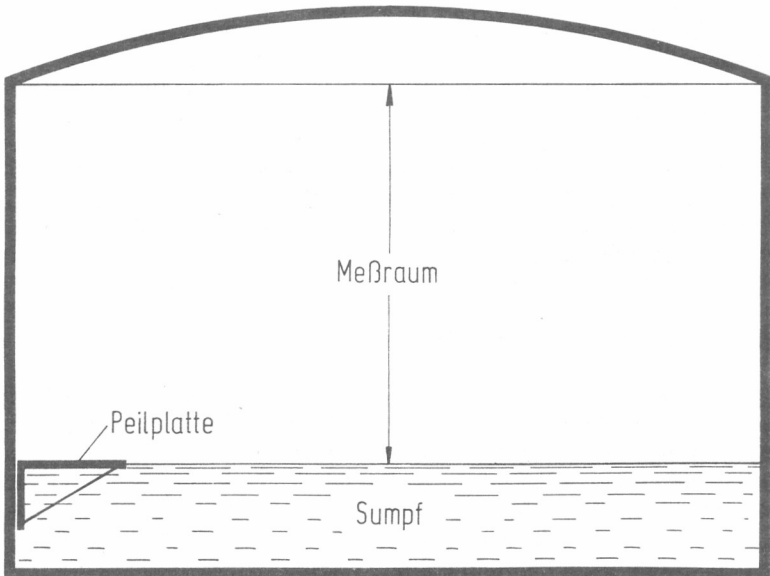


Bild 6:

Schema eines Lagerbehälters mit Meßraum, Sumpf und Peilplatte

2.3. Sumpf

Der Sumpf bildet den untersten Teil des Behälterraumes (s. Bild 6) und wird bei der späteren Ermittlung von Füllungen in der Regel nicht benutzt, da sich dort Wasser und Verunreinigungen absetzen. Auch können sich im Sumpfbereich im Gegensatz zu Entnahmen bei größeren Füllhöhen Verformungen der Bodenbleche ungünstig bemerkbar machen.

Der Sumpf sollte eine möglichst kleine Höhe haben. Seine obere Begrenzung, der Sumpfspiegel, liegt, wenn eine Peilplatte vorhanden ist, mit deren Oberkante in einer Ebene. Oberhalb des Sumpfspiegels beginnt der unterteilte Meßraum. In Ausnahmefällen kann der Sumpfspiegel auch in eine andere Höhe gelegt werden, so daß beispielsweise Einbauten im Sumpf liegen.

Der Sumpf wird stets naß ausgemessen (s. unter 2.4.2.1 und 2.5.1).

2.4. Vollständige nasse Ausmessung

2.4.1. Verwendung von Zählern oder Eichkolben

1. Meßanlage. Bei Benutzung eines Zählers kann der Behälter wahlweise von oben oder von unten gefüllt werden. Bei Füllung von oben besteht konstanter Gegendruck, so daß keine wesentlichen Änderungen der Durchflußstärke am Zähler auftreten. Bei Füllung von unten kann die Durchflußstärke sich zwar stärker ändern, so daß sie nachgestellt werden muß. Ein Vorteil der Füllung von unten ist die ruhigere Wasseroberfläche und damit geringere Wartezeiten für die Peilung.

In einer gebräuchlichen Anordnung nach Bild 7 oder 8 sind folgende Vorkehrungen getroffen:

Bei Pumpenförderung oder Hydrantenanschluß ist vor dem Zähler ein Gasabscheider und hinter dem Zähler ein Gasanzeiger vorgesehen.

Ein Regulierhahn ist zur Nachstellung der Durchflußstärke nötig.

Da die Meßanlage zu Beginn und Ende jeder Messung bis zur gleichen Stelle vollständig gefüllt sein muß, sind besondere Ent- bzw. Belüftungshähne hierfür vorgesehen.

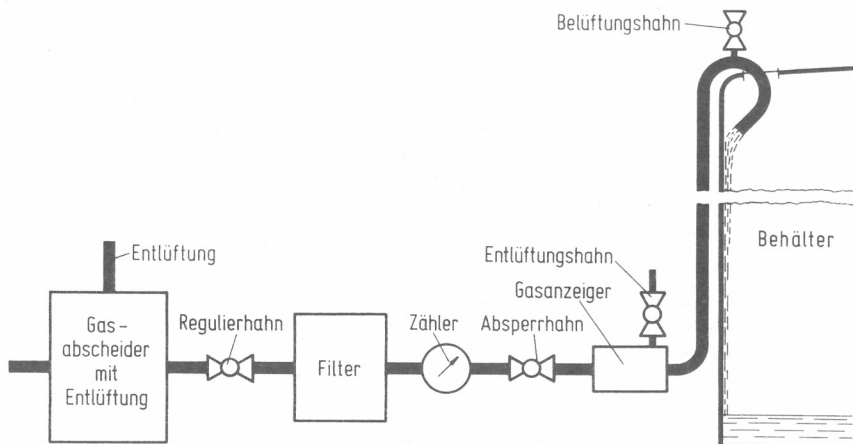


Bild 7:

Meßanlage für nasse Behälterausmessung; Befüllung von oben

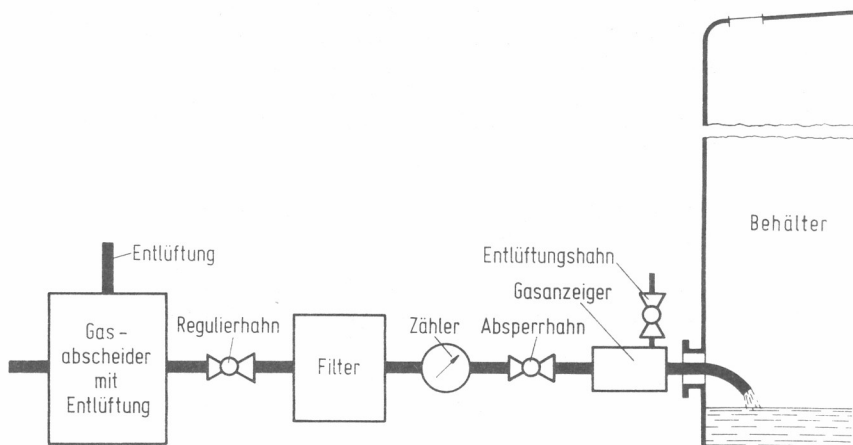


Bild 8:

Meßanlage für nasse Behälterausmessung; Sumpfbefüllung

2. Die Fehlerkurve des Zählers (s. 4.1.1) hat innerhalb bestimmter Werte der Durchflußstärke einen annähernd horizontalen Verlauf. Der Zähler hat in diesem Bereich also – abgesehen von einer sehr kleinen Temperaturabhängigkeit – einen praktisch konstanten Fehler, der auf Zehntelprozent genau zu berücksichtigen ist (s. Anlage 2 unter G).

Beim Füllen muß die Durchflußstärke in diesem Meßbereich liegen und gelegentlich kontrolliert werden.

Bei längerer Benutzung wird der Zähler in angemessenen Zeitabständen – besonders kurz vor Gebrauch der Meßanlage – mit einem Eichkolben oder auf einem Prüfstand kontrolliert, da seine Fehler bzw. Fehleränderungen für die Volumenbestimmung bekannt sein müssen.

3. Die Behälter können auch mit Eichkolben (s. 4.1.2) gefüllt oder entleert werden. Die Verwendung von Eichkolben kann notwendig werden, wenn das verfügbare Wasser zuviel Verunreinigungen enthält, so daß die Siebe für die Zähler zu schnell verschmutzen.

2.4.2. Messungen, Füllabschnitte

1. Der als Sumpf festgelegte Teil des Behältervolumens wird ohne Unterteilung ausgemessen.

Daran anschließend wird das darüberliegende Behältervolumen abschnittsweise bestimmt.

2. Je nach Höhe des Behälters sowie Lage und Volumen der Einbauten und Mannlochstutzen haben die Abschnitte wahlweise 200 mm bis 1000 mm Höhe. Es ist zweckmäßig, die Höhenbegrenzungen der Einbauten und die Unter- und Oberkanten der Mannlochstutzen als Begrenzung der Füllabschnitte vorzusehen. Sonst können insbesondere bei geschweißten Behältern und bei Benutzung von Eichkolben die Füllabschnitte auch nach vorgegebenen Teilmengen (z. B. Eichkolbenfüllungen) festgelegt werden.

3. Die Wassertemperatur, die sich nach Möglichkeit nur in geringen Grenzen ändern soll, wird zu Beginn, während und bei Beendigung der Ausmessungen bestimmt.

2.4.3. Bestimmung der Füllhöhe

Bei Behältern mit Standrohr und Skala wird der Füllstand mit Hilfe eines Anschlagwinkels abgelesen und, wenn notwendig, auch auf der Skala durch Anreißen markiert.

Bei Peilungen wird der Füllstand mehrmals gemessen und daraus der Mittelwert gebildet.

2.5. Trockene Ausmessung mit nasser Sumpfbestimmung

2.5.1. Sumpfvolumen (Anlage 2 G)

Der Sumpf wird naß ohne Unterteilung (s. a. 2.4.2.1) bestimmt.²⁾

2.5.2. Durchmesserbestimmung durch Messung des Umfanges (Außenmessung) (Anlage 2 A)

2.5.2.1. Verfahren der Umfangsbestimmung

Die Bestimmung des Behälterumfangs ist von besonderer Bedeutung, da alle Messungen zur Bestimmung der Innenquerschnitte auf den Umfang bezogen sind.

Er wird etwa in Augenhöhe (möglichst im tiefsten Mantelschuß) mit einem Präzisionsband ausgemessen, das auf der Behälterwand an vorher angerissene Strichmarken angelegt wird. Blechstöße, Nietkopfreihen, schlechte Schweißstellen usw., die der genauen Umfangsbestimmung im Wege sind, werden durch Übergreifeseisen (Bild 9a) überbrückt, an deren als Schneiden ausgebildeten Aufsetzkanten die Strichmarken auf der Behälterwand angerissen werden. Bei Behältern, bei denen ein Anreißen nicht unmittelbar möglich ist, können hierfür auch geeignete Farbmarkierungen (wetterbeständige, schnell trocknende Farben) verwendet werden. Zur Erleichterung späterer Kontrollen empfiehlt es sich, einheitlich mit der Markierung und Messung der Teillängen in Nähe des Mannlochstutzens oder z. B. einer Treppe oder Leiter zu beginnen.

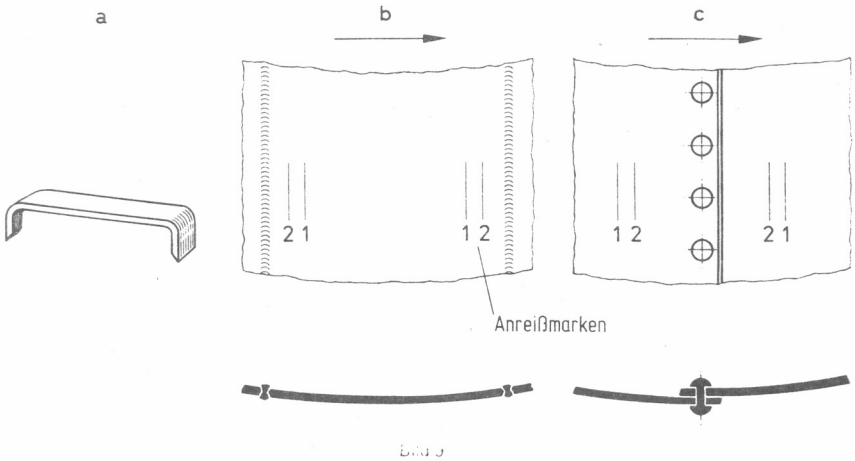
2) Bei vorhandener Peilplatte wird die Sumpfbestimmung gelegentlich auch in zwei Schritten (Teilfüllungen) ausgeführt, wobei nach dem ersten Schritt der Behälterboden vollständig bedeckt sein muß. Aus den zwei verschiedenen Füllhöhen (z. B. 30 mm unterhalb und etwa 10 mm oberhalb der Peilplatte) und den entsprechenden Zähleranzeigen läßt sich ein angenäherter l/mm-Wert bestimmen und durch Abziehen der oberhalb der Peilplatte zugefüllten von der insgesamt durchgelaufenen Wassermenge das Füllvolumen auf die Ebene der Peilplatte beziehen.

2.5.2.2. Verwendung des Meßbandes

Bei der Bestimmung der Teillängen (Bild 9b) wird das Meßband möglichst gleichmäßig mit einer Kraft von rd. 50 N gespannt und der Abstand der zugeordneten Strichmarken – auf 1/10 mm geschätzt – abgelesen. Es ist zweckmäßig, immer entweder die linke oder die rechte Kante oder die Mitte der Strichmarken als Längenbegrenzung zu benutzen.

2.5.2.3. Übergreif Eisen

Die überbrückten Teillängen (Bild 9c), „wirksame Längen“ genannt, müssen ebenfalls mit dem Meßband bestimmt werden, und zwar durch Ansetzen der Übergreif Eisen an mehreren gleich hohen, glatten Stellen der Wandfläche und Ausmessung der zugehörigen Bogenlängen.



Zur Umfangsbestimmung mit Übergreif Eisen (a = Übergreif Eisen; b = Bestimmung der Teillänge mit dem Meßband; c = Zur Bestimmung der überbrückten Teillängen)

2.5.2.4. Wiederholungsmessung

Die Umfangsbestimmung soll einigemal wiederholt werden. Die Berechnung des äußeren Behälterumfanges als Summe der Teillängen ist in Anlage 2 Abschnitt A wiedergegeben.³⁾ Wenn bei Benutzung des gleichen Meßbandes die gefundenen Umfangswerte nicht mehr als 0,01% von ihrem gemeinsamen Mittelwert abweichen, ist eine weitere Wiederholung der Umfangsbestimmung nicht erforderlich.

2.5.2.5. Berechnung des inneren Durchmessers (Anlage 2 B und C)

Mit Hilfe der Anlage 1 Tafel 1 wird aus dem mittleren Umfang der zugehörige mittlere Außendurchmesser berechnet.

Zur Berechnung des Innendurchmessers werden die Dicken der Wandbleche und des Farbanstriches berücksichtigt. Die Blechdicken sollten nach Möglichkeit der Bauzeichnung – auf halbe mm genau – entnommen werden.

Bei genieteten Behältern kann die Blechdicke auch an mehreren Stellen mit einer Tiefenlehre bestimmt werden. Da die Bleche am Rande möglicherweise gestaucht sind, sollen die gemessenen Werte auf volle mm abgerundet werden.

Die Dicke des Farbanstriches wird an der Behälterwand ermittelt.

2.5.3. Durchmesserbestimmung durch Innenmessung

2.5.3.1. Direkte und indirekte Bestimmung

Bei Behältern, deren Außenwand nicht zugänglich ist, kann der mittlere Innendurchmesser

entweder durch direkte Messung von 24 paarweise gegenüberliegenden Halbmessern

oder indirekt durch Ausmessung eines dem Behältermantel einbeschriebenen Sehnenvielecks

bestimmt werden.

3) Wenn der Verzicht auf Übergreifeseisen vertretbar ist (etwa bei nur geringen Abweichungen von der Zylinderfläche), kann die Umfangsberechnung sich sehr vereinfachen (besonders wenn nur volle Meßbandlängen – z. B. 10 m – und eine Restlänge bestimmt werden müssen).

2.5.3.2. Direkte Halbmesserbestimmung

2.5.3.2.1. Festlegung der Halbmesser

Die Halbmesser r_i , deren Richtungen gleichmäßig über den Winkelbereich 0° bis 360° verteilt sind, gehen alle von einem Bodenpunkt M aus (Bild 10), dessen Abstand vom Bodenmittelpunkt O nicht näher bekannt sein muß, jedoch so gewählt sein soll, daß bei der Ausführung der Messungen (s. 2.5.3.2.2) stets die gleiche Meßeinrichtung benutzt werden kann.

Die Markierung der Endpunkte der Halbmesser wird (z. B. mit Kreide) etwa in Augenhöhe auf dem Behältermantel angebracht.

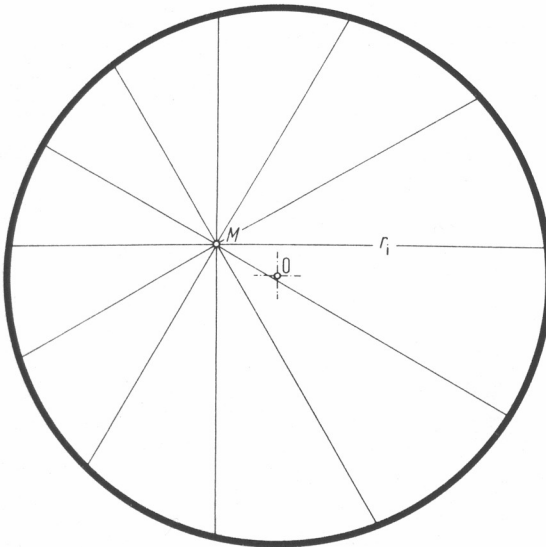


Bild 10:

Zur Mittelwertbildung aus Halbmesserpaaren

2.5.3.2.2. Ausführung der Messungen

Die Bezugsebene bei der Bestimmung der Behälterhalbmesser liegt nach Möglichkeit in Höhe des tiefsten Mantelschusses (etwa Augenhöhe). Über dem gemeinsamen Ausgangspunkt M der Halbmesser r_i , der markiert ist, wird ein Stativ mit Lot und horizontal schwenkbarem Maßstab errichtet, dessen Schwenksachse (Nullpunkt der Maßstabskala) mit Hilfe eines Kreuzsupports in senkrechte Lage über M gebracht wird. Mit einer zur Maßstabsachse parallelen Visiereinrichtung kann auf die Wandpunkte gleicher Höhe eingestellt werden, deren Abstände bestimmt werden sollen. Bild 11 zeigt eine solche Meßanordnung, jedoch ohne Kreuzsupport.

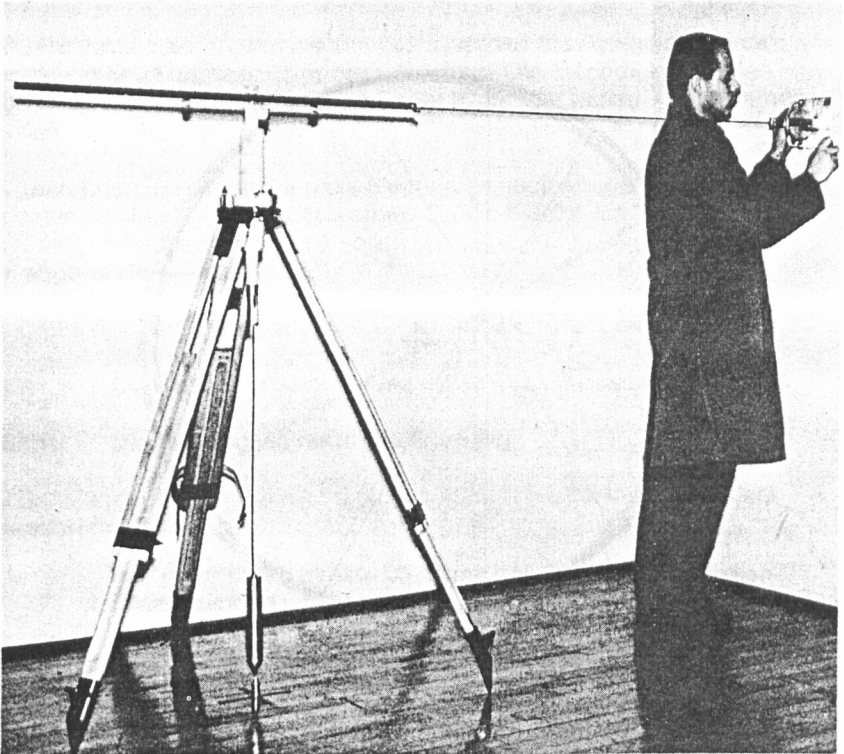


Bild 11:

Meßanordnung zur direkten Bestimmung des Innendurchmessers (Laboraufnahme)

Die Abstände werden mit einem Meßdraht bestimmt. Sein Anfang ist mit einem Haftmagneten verbunden. In passendem Abstand hiervon trägt der Draht eine Marke, die während der Messungen nicht verstellt werden darf.

Der an der Behälterwand gehaltene Meßdraht wird mit einer bestimmten Zugkraft (s. u.) über das Stativ gespannt und der Skalenpunkt am Maßstab (in mm) angegeben, auf den die Marke zeigt.

Die wirksame Länge des Meßdrahtes (Länge mit Durchhang bei festgelegter Zugkraft) muß bekannt sein. Sie ergibt sich durch Vergleich mit einem auf ebener Auflage gespannten Präzisionsmeßband.

2.5.3.2.3. Mittlerer Behälterdurchmesser

Jedes r_i ergibt sich als Summe der wirksamen Länge des Meßdrahtes und des auf der Maßstabsskala abgelesenen Wertes für die auf dem Draht befestigte Marke (s. o. 2.5.3.2.2, vorletzter Absatz). Der Halbmesser r ergibt sich bei einer geraden Anzahl von Werten r_i durch quadratische Mittelung aus der Beziehung ⁴⁾.

$$r = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n r_i^2}$$

Hierbei hat die Lage von M keinen Einfluß auf r .

2.5.3.3. Bestimmung des mittleren Halbmessers mit Hilfe eines Sehnenvieleckes

2.5.3.3.1. Mathematische Begründung des Meßverfahrens

Mit einem Greifzirkel oder einer geeigneten Anreißvorrichtung mit bekanntem konstanten Abstand l werden auf dem inneren Behältermantel Strichmarkierungen für die Eckpunkte eines nicht geschlossenen Sehnenvieleckes $P_a \dots P_e$ angerissen. Es ist vorteilhaft, wenn zwischen dem ersten und letzten Vieleckspunkt (P_a und P_e) eine Restsehne bzw. übergreifende

4) Abweichungen von der Kreisform brauchen nicht besonders berücksichtigt zu werden, da sie auf den Flächeninhalt nur einen sehr geringen Einfluß (6) haben. Vgl. auch (7).

Sehne (Bild 12) bleibt, deren Länge s kleiner als l , aber größer als $l/2$ ist. Ohne die Bogenlänge zu kennen, kann nun (Bild 13) der zu s gehörige Zentriwinkel β mit Hilfe einer verstellbaren, mit Tiefenlehre versehenen Vorrichtung bestimmt werden, wenn der senkrechte Abstand a_s zwischen der Sehnenmitte und der Wand gemessen wird.⁵⁾ β ergibt sich aus der Beziehung

$$\tan \frac{\beta}{4} = \frac{2a_s}{s}$$

Ist n die Anzahl der Sehnen der Länge l und γ der zu ihnen gehörige mittlere Zentriwinkel, so kann aus den Beziehungen $n \cdot \gamma \pm \beta = 360^\circ$ und $\sin \gamma/2 = l/2r$ der mittlere Behälterhalbmesser

$$r = \frac{l}{2 \sin \gamma/2}$$

bestimmt werden.

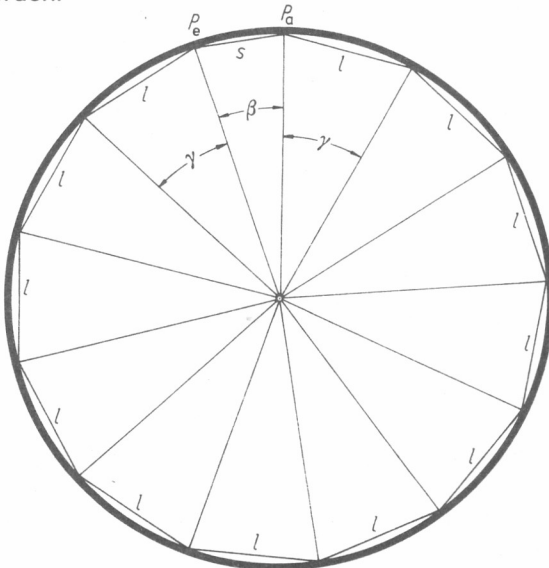


Bild 12:

Sehnenvieleck mit Restsehne s

5) Falls die Restsehne gerade auf eine unregelmäßige Wandstelle (z. B. offensichtliche Verbeulung, Delle oder dgl.) trifft, läßt sich der Wert a_s mit Hilfe der bereits ermittelten Sehnenlänge s auch an beliebigen anderen Stellen des Mantels bestimmen.

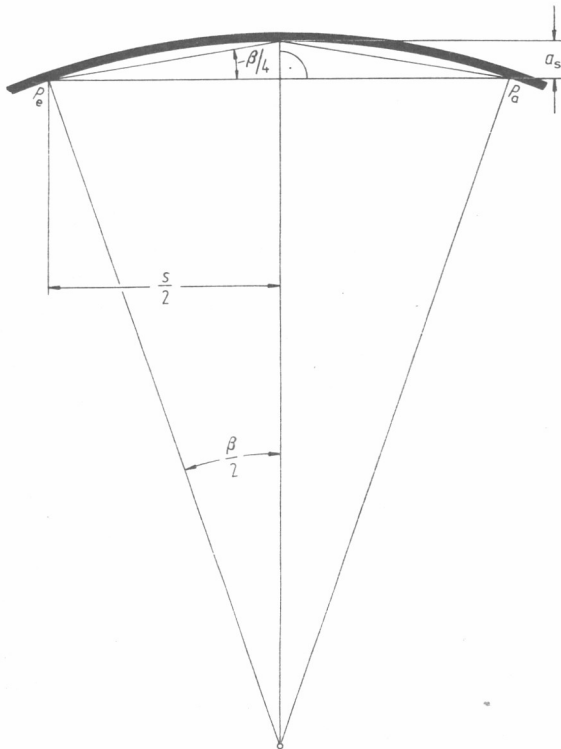


Bild 13:

Zur Bestimmung des zur Restsehne gehörenden Winkels β

2.5.3.3.2. Technische Durchführung der Messungen

Die Sehnenlängen l können z. B. mit einer **I**-förmig verstärkten, praktisch durchbiegungsfreien Leichtmetallschiene (etwa 150 cm lang, Profil 25 x 25 x 5 mm) aufgebracht werden, die mit Aufsetzkanten versehen ist, die zur Führung beim Anreißen der Markierungsstriche dienen. Zur Bestimmung der Restsehnenlänge s und des Abstandes a_s kann eine etwa gleichlange, mit Teilung versehene Schiene aber ohne Aufsetz-

kanten benutzt werden. Ähnlich wie bei einer Schublehre muß auf dieser Schiene eine bewegliche Marke zur Messung des Abstandes s verschiebbar sein, während die Führung für den senkrecht zur Sehne laufenden kürzeren Maßstab (Tiefenmaß) für die Bestimmung von a_s auf den Punkt $s/2$ der Teilung fest eingestellt werden kann.

2.5.3.3.3. Beispiel

In nachfolgendem Beispiel einer Berechnung (mit Hilfe einer fünfstelligen Tafel) wird gezeigt, welche Abweichungen für den mittleren Behälterhalbmesser sich ergeben können, wenn der zu messende Abstand a_s um 1 mm verschieden ermittelt wird. Dabei ist $n = 21$, $l = 200$ cm und die Restsehnenlänge $s = 138,6$ cm, während zum Vergleich die Rechnung für drei wenig voneinander abweichende Werte a_s (6,8 cm, 6,9 cm und 7,0 cm) durchgeführt worden ist. Die Ergebnisse sind in nachfolgender Übersicht wiedergegeben:

a_s (cm)	6,8	6,9	7,0
$\beta/4$	5° 36' 15"	5° 41' 10"	5° 46' 5"
β	22° 25' 0"	22° 44' 40"	23° 4' 20"
$360^\circ \beta = 2 \gamma$	337° 35' 0"	337° 15' 20"	336° 55' 40"
$\gamma/2$	8° 2' 16"	8° 1' 48"	8° 1' 20"
r (cm)	715,17	715,87	716,55

Bei dem Übergang von $\beta/4$ auf $\gamma/2$ verkleinert sich die Meßunsicherheit für den Winkel erheblich, nämlich um den Faktor 10,5. Eine Meßunsicherheit von $\pm 0,1$ cm für a_s führt in diesem Beispiel zu einer Unsicherheit von $715,9 \cdot (1 \pm 0,001)$ entsprechend 0,1%.

Bei diesem Verfahren ergibt sich der mittlere Halbmesser proportional zur Länge l , die daher ebenfalls genau bestimmt werden muß.

Bei einer für die Messung von a_s anzusetzenden Meßunsicherheit von $\frac{1}{2}$ mm sowie bei mehrmaliger Wiederholung des Verfahrens auch an verschiedenen Stellen des Umfanges läßt sich der im Beispiel gefundene Wert für die Meßunsicherheit des mittleren Halbmessers noch beträchtlich verkleinern.

2.5.4. Lotungen (Anlage 2 B)

2.5.4.1. Verfahren

Durch die Lotungen werden Meßpunkte in verschiedener Höhe des Behältermantels in die Ebene der Umfangsmessung projiziert; hierdurch

können Änderungen des Behälterdurchmessers, die Neigung der Behältermantellinien sowie Ausbeulungen festgestellt und berücksichtigt werden.

Der Behältermantel wird an vielen Stellen mit Hilfe eines Lotes, das über einen Wagen geführt wird, ausgemessen.

Zu den verschiedenen Stellungen des Wagens gehören auf der Behälterwand sogenannte Lotungspunkte, deren Abstand a von der Stelle der Lotschnur, an der diese in die Vertikale übergeht, mit genügender Annäherung als konstant angenommen werden kann (Bild 14a). Übereinander liegende Lotungspunkte bilden eine gemeinsame Meßstelle.

Es wird auf jedem Mantelschuß oben und unten gelotet (siehe jedoch unten 2.5.4.2.3. Sonderlotung), wobei die Lotungspunkte im tiefsten Mantelschuß sich in Höhe der Anreißmarken (s. 2.5.2.1) befinden.

Der seitliche Abstand benachbarter Meßstellen soll nach Möglichkeit nicht wesentlich weniger als 1 m und nicht mehr als 4 m betragen, jedoch sollten auf dem Gesamtumfang mindestens 12 Meßstellen vorhanden sein.

Bei den Lotungen beginnt man am besten an der gleichen Stelle wie bei der Umfangsbestimmung (s. 2.5.2.1).

Aus den Abstandsänderungen der Lotschnur von der Behälterwand in der Höhe der Abstandsmeßvorrichtung (s. 2.5.4.2.2) ergeben sich für die verschiedenen Lotungspunkte die Abweichungen des Behälters von der senkrechten Zylinderform.

Die Berechnung der zugehörigen Innenquerschnitte mit Hilfe der Tafel 2 in Anlage 1 ist im Abschnitt B der Anlage 2 an einem Beispiel durchgeführt.

2.5.4.2. Außenlotung

1. Bewegung der Lotschnur, Windeinfluß

Wenn auch bei der großen Zahl von Lotungen gesichert ist, daß ein Fehler einer einzelnen Messung einen nur geringen Einfluß auf den Wert des Gesamtrauminhalts hat, sollte doch beachtet werden, daß Außenlotungen im Interesse richtiger

Messungen nur bei ruhiger Luft ausgeführt werden.⁶⁾

Auch bei Windstille führt das Lot meist kleine elliptische Pendelbewegungen aus, wobei es vor der Skala einer Abstandsmeßvorrichtung (s. folgender Absatz 2) hin- und hergehende, schwach gedämpfte Bewegungen ausführt. Es genügt daher, aus zwei Umkehrpunkten den einfachen Mittelwert zu bilden. Bei nicht zu starker Luftbewegung können die Störeinflüsse am Lot durch Abschirmung des Beschwerungsgewichtes noch herabgesetzt werden.

2. Meßwagen, Abstandsmeßvorrichtung

Am Dachgeländer oder an einer Hilfseinrichtung werden das Seil mit dem Wagen und das über die Mittelrolle des Wagens geführte Lot eingehängt (Bild 14 a und 15 a). Unter dem Wagen wird eine Abstandsmeßvorrichtung in etwa 1 m Höhe am Behältermantel angesetzt. An ihrem Maßstab werden die von den Höhenlagen des Wagens abhängigen Abstände des Lotes von der Wand angezeigt.⁷⁾

3. Sonderlotung⁸⁾

Für über dem Sumpf liegende Wandpunkte unterhalb der nicht versetzten Abstandsmeßvorrichtung sind Sondermessungen mit einem mit Klemmarke versehenen Stab (Bild 14 b) nötig. Der Abstand zwischen Behälterwand und Klemmarke muß möglichst genau dem Abstand a zwischen Behälterwand und dem über die Mittelrolle des Wagens geführten Lot entsprechen. Nach Aufsetzen des Stabes in dem Wandpunkt wird mit Hilfe eines Sonderlotes der über der Klemmarke befindliche Skalenpunkt der Abstandsmeßvorrichtung abgelesen.

Für Wandpunkte unterhalb der Ebene der Umfangsbestimmung kann auch folgendes Verfahren (Bild 14 c) angewandt

6) In einer späteren Erweiterung soll auch ein optisches Verfahren näher beschrieben werden; vgl. (1).

7) Das hier geschilderte Prinzip liegt allen gebräuchlichen Meßverfahren dieser Art zugrunde, die jedoch im einzelnen – wie auch die zugehörigen Meßeinrichtungen (Bild 15 a, b) – variieren können; vgl. auch (8) Abschnitt IV. 54.41.

8) Die Sonderlotung kann entfallen, wenn der Umfang – abweichend von 2.5.2.1 – in Höhe des untersten Mantelschusses unten bestimmt worden ist.

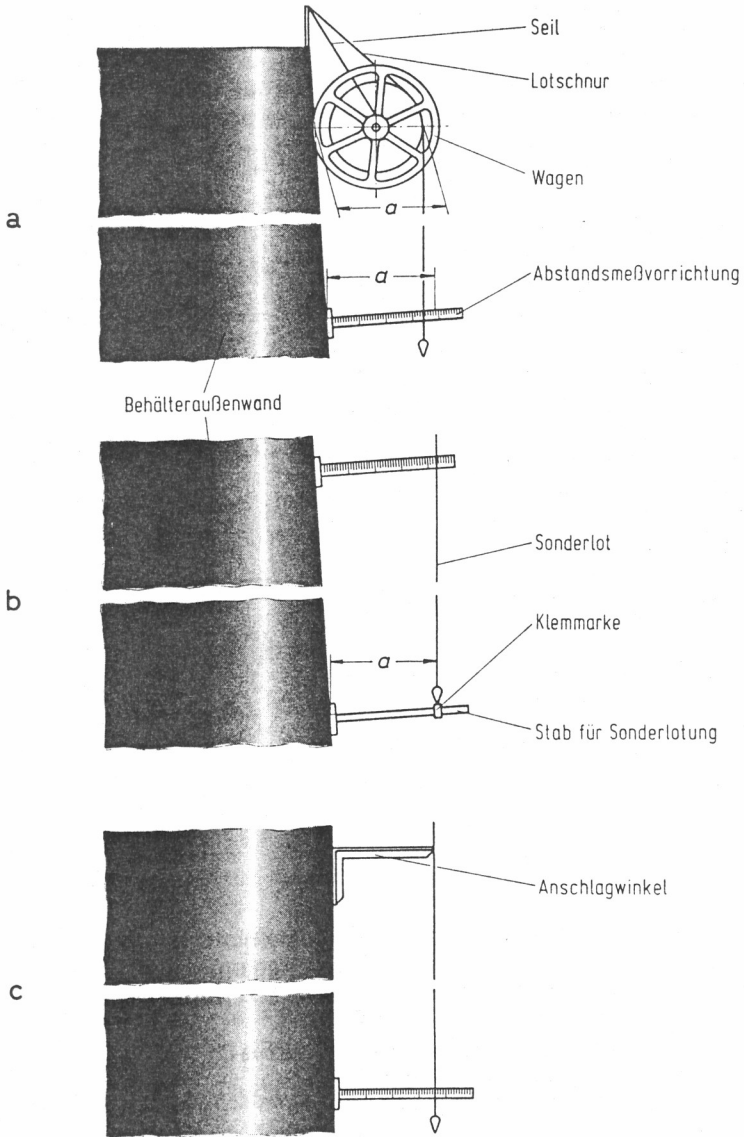


Bild 14:

Verschiedene Lotungsverfahren (a = Anordnung für höherliegende Wandpunkte, b = Anordnung für Sonderlotungen, c = Anordnung für Wandpunkte in Nähe des Behälterbodens). a = Abstand: Wandpunkt-Lotschnur.

werden. Ein Anschlagwinkel (90°) wird in Höhe der Anreißmarken an den Behälter gehalten. Der im Wandpunkt aufgesetzte Maßstab zeigt die Abweichung von der bekannten Länge des Schenkels des Anschlagwinkels an.

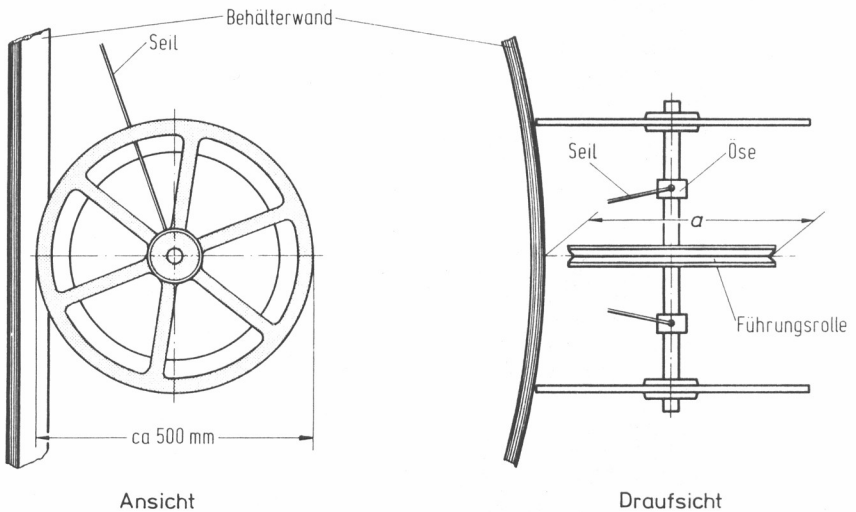


Bild 15a:

Wagen mit Führungsrolle für die Lotschnur (a = Abstand: Wandpunkt-Lotschnur)

2.5.4.3. Innenlotung

Das in 2.5.4.2 geschilderte Verfahren ist für Innenlotungen sinngemäß anwendbar, wobei ein an die Behälterwand angelegtes, fahrbares Stativ mit Seilrolle für den Wagen (Bild 16a, b) benutzt werden kann.

2.5.5. Höhenbestimmungen (Anlage 2 C bis D)

2.5.5.1. Messung der Mantelschüsse

Bei den Messungen außen wird ein Präzisionsmeßband benutzt. Es empfiehlt sich, die Höhen möglichst auf einen Punkt A (Bild 17) zu beziehen, der bei Behältern mit Standrohren am Boden neben der Skala, sonst in

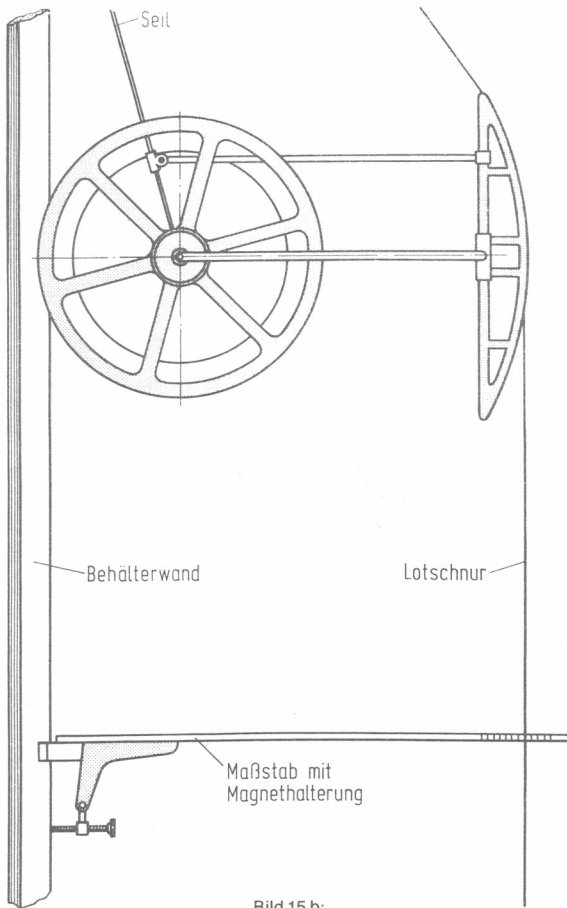


Bild 15 b:

Meßwagen mit Abstandsmeßvorrichtung

der Nähe der Leiter am Bodenblech des Behälters markiert wird.⁹⁾

Zur Abgrenzung der Höhenabschnitte wird die Höhe der horizontalen Blechstöße (vgl. Füllungstafel, Anlage 2 H) gemessen; vgl. ferner 2.4.2.2 für die vollständige nasse Ausmessung.

⁹⁾ Wenn an Stelle der Leiter eine Treppe um den Behälter führt, können die Höhen der horizontalen Blechstöße jeweils auch an verschiedenen Umfangsstellen bestimmt werden. Hierbei können sich durch Behälterneigung bedingte Abweichungen u. U. ausgleichen.

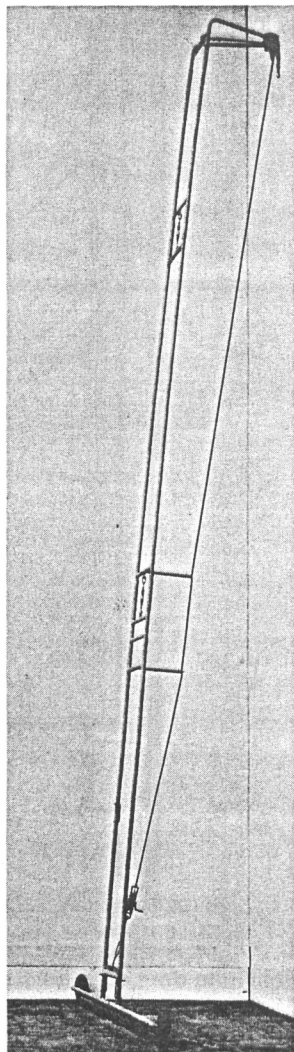
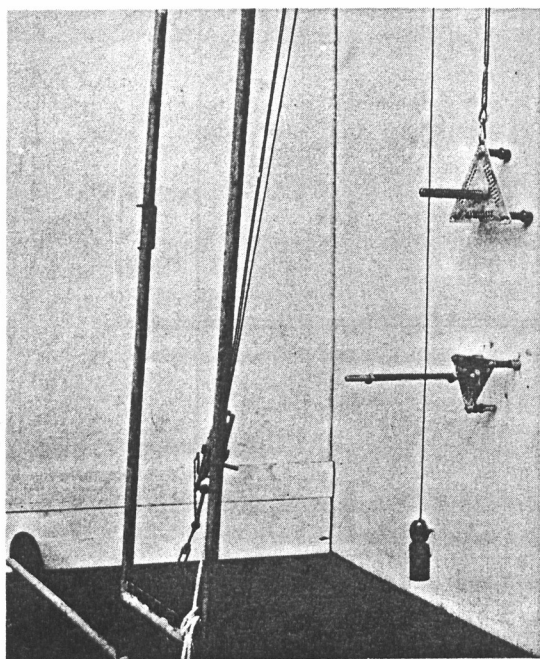


Bild 16 a und 16 b:

Fahrbares Stativ für die Innenlotung (a = Anordnung mit Lot und Abstandsmeßvorrichtung;
b = Gesamtansicht des Stativs)

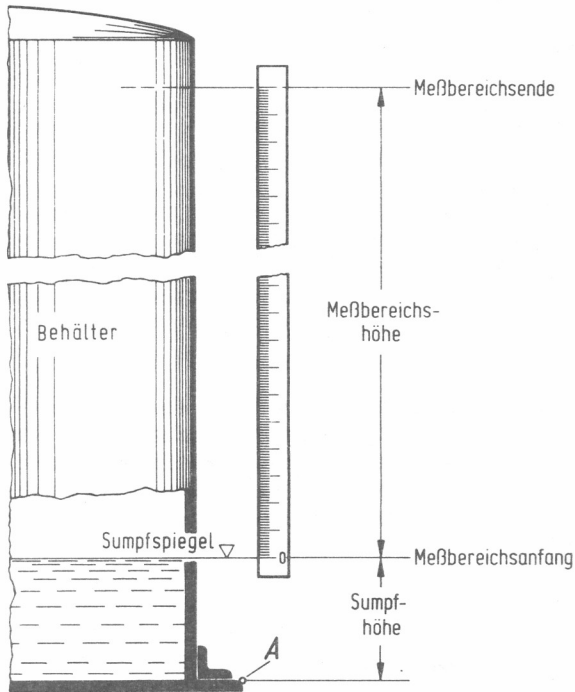


Bild 17:

Höhenlage der Skala (A = äußerer Bezugspunkt)

Die Abstände der horizontalen Schweißnähte können an der Außenwand bestimmt werden.

Bei genieteten Behältern müssen die Überlappungen berücksichtigt werden, indem der Abstand a_k der waagerechten Blechkante bis zur Mitte der Nietreihe gemessen und verdoppelt wird (vgl. Anlage 2, Zeichnungen zu C).

Die Höhen der horizontalen Begrenzungen der einzelnen Schüsse können bei begehbaren Behältern innen direkt gemessen werden.

2.5.5.2. Ableseeinrichtungen (Anlage 2 D)

1. Peileinrichtungen

Mit dem Meßband wird der Höhenabstand zwischen der an

einer Dachöffnung (Peilöffnung) markierten Peilstelle und der Peilplatte oder dem Boden bestimmt.

2. Skalen

Bei nicht geeichter Skala werden die Gesamtlänge und die Metermarkierungen der Skala mit dem Meßband überprüft.

Die Höhen des Skalennullpunktes, des Skalenedes und des Meßbereichsendes über A werden zur Bestimmung der Lage der Skala festgestellt. Zweckmäßig wird der Nullpunkt der Skala in die Höhe des Sumpfspiegels gelegt; andernfalls wird empfohlen, die Höhe des Sumpfspiegels auf der Skala zu markieren.

Bei Behältern, die Skalen nach konstanten Volumenintervallen haben, werden zweckmäßig die Höhenbestimmungen mit dem Meßband ebenfalls auf den Punkt A (s. 2.5.5.1 und Bild 17) bezogen. Die Teilungen solcher Skalen können erst nach den Angaben der Füllungstafel (Anlage 2 H) bestimmt bzw. überprüft werden.

3. Meßraumbegrenzung

Es ist angebracht, bei Überprüfung der Ableseeinrichtungen die obere Begrenzung des Meßraumes festzulegen.

2.5.6. Verdrängungsvolumen (Anlage 2 E)

Das Verdrängungsvolumen ergibt sich aus den Abmessungen der Einbauten. Es werden nur größere Teile (Heizschlangen, geschlossene Rohrleitungen, Auflager u. ä.) berücksichtigt. In einer Skizze können die wichtigen Höhen und Längen angegeben werden. Weitere Angaben für die Auswertung sind aus Tafel 4 in Anlage 1 ersichtlich.

2.5.7. Zusatzvolumen (Anlage 2 F und H)

Das Zusatzvolumen ergibt sich aus den Abmessungen der Anbauten. Hierzu gehören hauptsächlich die Anschlußstutzen bis zum Schieber und die Mannlochstutzen. Das Volumen und die Flächenzuschläge der Stutzen können aus Tafel 3 in Anlage 1 entnommen werden.

2.6. Behälter mit Schwimmdach (9) (vgl. Anlage 3 und 4)

1. Bei Behältern mit Schwimmdach erfolgt die nasse Bestimmung des Sumpfes und die trockene Ausmessung des übrigen Behälters in der üblichen Weise (2.5).
2. Bei Benutzung von Schwimmdachbehältern muß das von der Dichte des Meßgutes abhängige Volumen, das in der Flüssigkeit durch das Schwimmdach verdrängt wird, das sogenannte Verdrängungsvolumen des Schwimmdaches, (s. Anlage 4, Tabelle 2 und Beispiel A 1b) bekannt sein. Zu seiner Bestimmung muß die Masse des Daches z. B. durch Aufschwimmen ermittelt werden (s. Anlage 3, Blatt 3 und 4).¹⁰⁾

Es kann wie folgt verfahren werden. Nach der Sumpfbestimmung wird der kleinste lotrechte Abstand a_t des Sumpfspiegels vom untersten Punkt des noch stehenden Schwimmdaches ermittelt. Danach werden die Mannlöcher und die offenen Schieber geschlossen und der Behälter mit ungemessener Wassermenge bis zu einem Füllstand h_1 gefüllt, bei dem zwischen dem Wasserspiegel und dem tiefsten Punkt des Daches noch ein Abstand (sog. Sicherheitsabstand) von etwa 100 mm besteht. Beim Peilen an der Hauptpeilstelle gegen die Peilplatte darf dann die Höhe des Wasserspiegels über der Peilplatte den Wert $a_t - 100$ mm nicht überschreiten. Beim Wasserstand h_1 werden nun folgende Messungen vorgenommen:

1. Höhe der einzelnen Luftpeilstützen (oberer Rand) über dem Behälterboden und
2. Höhe des Wasserspiegels an den Stellen der Luftpeilstützen über dem Behälterboden.

Vor dem Aufschwimmen des Daches können an der inneren Behälterwand in etwa gleicher Höhe 4 gleichmäßig auf dem Umfang verteilte waagerechte Strichmarken (untere Marken) angezeichnet werden, die sich in ausreichendem Abstand (etwa 200 mm bis 400 mm) über dem Schwimmdachrand befinden und eine Kontrolle (durch Messung der Differenzen Schwimmdachrand – untere Marke) über das gleichmäßige, verkantungsfreie

¹⁰⁾ Das Dach muß hierbei unbelastet, d. h. frei von Wasser, Schnee oder Eis, jedoch mit allem betriebsmäßigen Zubehör geprüft werden.

Aufschwimmen des Daches und die jeweilige Hubhöhe gestatten. Über einen Zähler wird nun das Volumen V_1 zugefüllt, bis das Dach sich gehoben hat (Wasserstand h_2) und schwimmt.

Beim Wasserstand h_2 werden an dem nunmehr schwimmenden Dach wiederum die gleichen Pegelmessungen an den Luftpeilstützen und die Peilung an der Hauptpeilstelle gegen die Peilplatte ausgeführt. Die neue Lage des Daches wird wieder mit Kontrollmarken (obere Marken) in der gleichen Weise und mit demselben Abstand wie vor Beginn des Aufschwimmens am inneren Behältermantel gekennzeichnet.

Das Volumen V_2 zwischen den Wasserhöhen ergibt sich als Produkt aus den Innenquerschnittswerten der trockenen Ausmessung und den Werten h_1 und h_2 . Der Zahlenwert der Differenz $V_2 - V_1$, gemessen in m^3 ist gleich der Masse des Daches, gemessen in t, wenn die Dichte des Wassers gleich 1000 kg/m^3 ist, was näherungsweise angenommen werden kann.

Bei schwimmendem Dach wird ferner die Eintauchtiefe durch Peilung jeweils vom oberen Rand der einzelnen Luftpeilstützen und des Hauptpeilstützens gegen den Wasserspiegel (sog. Lufthöhe) gemessen (auf möglichst geringen Winddruck, keine Zusatzbelastungen und Vermeiden von Verkantungen des Daches achten).

Die Massenbestimmung des Daches kann auch durch Ab-schwimmen ermittelt werden. Dies kommt vor allem dann in Frage, wenn infolge von Schwierigkeiten in der Wasserzuführung das im Behälter von der Standprobe noch vorhandene Wasser zur Massenbestimmung des Daches verwendet werden soll. Dabei soll der Wasserspiegel vor Feststellung der Ausgangsmessung soweit gesenkt werden, daß das Dach mit Sicherheit noch schwimmt und keine der Stützen den Boden berührt. Durch die Beweglichkeitsprüfung bzw. Nachmessung des Abstandes vom Stützloch bis zur Unterkante einer herausgezogenen Stütze und Vergleich mit dem Abstand Stützloch im Stützen bis Behälterboden kann in diesem Falle der noch einwandfrei schwimmende Zustand des Daches kontrolliert werden. Nach Festlegung der Ausgangsmessungen wird über einen Zähler der Wasserspiegel so weit gesenkt, daß er an keiner Stelle mehr die Unterkante des Schwimmdaches berührt. Diese Feststellung ist vom Schwimmdach aus nicht ohne weiteres möglich; hierfür müssen Zeichnungsmaße des Schwimmdaches zur

Verfügung stehen, außerdem soll der zusätzliche Sicherheitsabstand verdoppelt und somit der Flüssigkeitsstand etwa 200 mm unter den errechneten Wert gesenkt werden. Nach Erreichen dieses Wasserstandes sind wieder sämtliche Messungen durchzuführen. Der an der Peilplatte von der Hauptpeilstelle aus gemessene Wasserstand darf bei der späteren Sumpfbestimmung den Abstand vom Sumpfspiegel bis zum tiefsten Punkt des Schwimmdaches nicht übersteigen.

Bei beiden Vorgängen (Aufschwimmen, Abschwimmen) muß einwandfrei Klarheit darüber bestehen, ob bei Beginn und bei Beendigung des Vorganges das Dach

- a) vom Wasserspiegel noch nicht berührt wird oder
- b) frei schwimmt.

Dies läßt sich, wenn kein störender Reibungseinfluß auftritt, sicher beurteilen

- a) bei abgestütztem Dach durch Vergleich der bei der Sumpfbestimmung gemessenen Höhenwerte (entsprechend Sumpfspiegel bis tiefster Punkt des Schwimmdaches) mit dem über die Peilplatte gemessenen Flüssigkeitsstand;
- b) bei schwimmendem Dach durch Vergleich der Höhe des Dachrandes mit den oben erwähnten oberen Kontrollmarken im inneren Behältermantel oder auch an der vollen Beweglichkeit aller Dachstützen, die vom Dachboden aus ggfls. leicht festgestellt werden kann.

Wird z. B. beim Abschwimmen das Dach aus dem schwimmenden Zustand in eine Lage gebracht, in der es ohne Berührung seiner unteren Fläche mit dem Wasserspiegel fest auf den Stützen ruht, so kann aus der Wasserstandsdifferenz, den Innenquerschnitten und dem durch den Zähler gemessenen Flüssigkeitsvolumen ebenfalls wie oben die Masse des Daches bestimmt werden.

Da in jeder Lage innerhalb der Abschwimmzone das Dach frei schwimmen muß, ändert sich zwischen Beginn und Ende einer solchen Messung sein Verdrängungsvolumen nicht, so daß die Differenz aus zwei Messungen in verschiedener Höhe mit dem aus der trockenen Ausmessung sich ergebenden Differenzvolumen übereinstimmt.

Falls der Reibungseinfluß zwischen schwimmendem Dach und Behältermantel unerwünscht groß ist, sollten die Lufthöhen durch Auf- und Abwärtsmessungen (s. Anlage 3 Blatt 4) kontrolliert werden. Der Reibungsfehler darf ± 2 mm betragen.

Bei Schwimmdachbehältern empfiehlt es sich, nicht mit hängendem Band, sondern nur gegen die Peilplatte bzw. den Behälterboden zu peilen.

3. Der Einfluß verschieden großer Dachbelastungen kann durch Vergleich der Eintauchtiefen (Lufthöhen) mit den Werten bei unbelastetem Dach ermittelt werden.

Bei Angaben über den Dachquerschnitt ist es ausreichend, dessen Wert der Zeichnung zu entnehmen.

3. Prüfungsergebnisse und ihre Bewertung

3.1. Bezugstemperatur

Die Meßwerte sind auf 20 °C zu beziehen.

3.2. Meßunsicherheit

Die Meßunsicherheit der Prüfung kann im einzelnen von zahlreichen verschiedenen Umständen (Prüfverfahren, Temperaturverhältnissen während der Prüfung und von subjektiven Fehlern) abhängen. Dabei sind auch die Zugänglichkeit des Behälters und die Beschaffenheit der Behälterwand in Betracht zu ziehen. Die nachstehend genannten Werte sollten jedenfalls eingehalten werden.

Bei der Ausliterung mittels Zähler (s. 2.4.1.2) läßt sich das eingefüllte Volumen bei konstanter Durchflußstärke und bei häufigen Kontrollen des Zählers mit etwa 0,1% ermitteln (bezüglich einer möglichen Temperaturabhängigkeit des Zählerfehlers vgl. ebenfalls oben 2.4.1.2). Ändert sich die Flüssigkeitstemperatur nach dem Durchgang durch den Zähler, beträgt z. B. die Temperaturdifferenz 5 °C in der Nähe von 15 °C, so ist ein zusätzlicher Fehler von etwa 0,08% zu erwarten. Dieser Wert sinkt aber bei Temperaturen unter 12 °C bereits auf 0,04% ab.

Bei der Ausliterung mittels Eichkolben (s. 2.4.1.3) ist die Meß-

unsicherheit 0,05%, wenn die Abtropfzeit eingehalten wird (10). Wegen der notwendigen Zeit für Füllung und Entleerung muß auch hier mit Temperaturänderungen gerechnet werden, die die Meßunsicherheit vergrößern.

Bei der Ausliteration müssen die Füllhöhen mittels Peilband gemessen werden. Neben der geringen Meßunsicherheit des Präzisionspeilbandes (s. u. Umfangsbestimmung) muß man je Peilung mit einer Unsicherheit von ± 1 mm (Anlege- und Benetzungsfehler) rechnen, die sich durch Wiederholung verringern läßt. Für einen Füllabschnitt von 1000 mm ergibt das Peilen dann 0,1% Unsicherheit. Aus diesem Peilungsfehler und den obigen Fehlergrenzen für die Flüssigkeitsnormale kann im ganzen bei Auslitterungen eine Meßunsicherheit von 0,2% bis 0,3% angenommen werden.

Bei trockener Ausmessung treten durch Temperaturänderungen keine Fehler auf, da der Behälter und die benutzten Meßbänder praktisch den gleichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten haben.

Bei der geometrischen Ausmessung hat ein Präzisionsmeßband z. B. von 10 m die Meßunsicherheit 1,1 mm. Es ist jedoch zu berücksichtigen, daß die Meßbänder bei ihrer Verwendung zur Umfangsbestimmung (s. 2.5.2.2) auf zylindrischen Wänden nicht immer so gleichmäßig gespannt werden können, wie bei ihrer eigenen Prüfung, da sich die Reibung auf der Behälterwand auswirkt.¹¹⁾ Ferner muß man je Anreißmarke mit einem Anlegefehler von 0,1 mm bis 0,2 mm rechnen, der je nach individueller Handhabung sich nicht immer ausgleichen muß. Die Meßunsicherheit bei der Bestimmung des äußeren Umfangs kann daher mit 0,01% bis 0,013% veranschlagt werden.

Beim Übergang zum Innendurchmesser durch Einrechnung der Dicke des Farbanstriches und der Wanddicke müssen die laut DIN 1543 zulässigen Abweichungen (0,5 mm bei Wanddicken über 10 mm, 0,3 mm bei Wanddicken bis 10 mm) in Betracht gezogen werden. Der Einfluß dieser Werte auf die Meßunsicherheit ändert sich jedoch im umgekehrten Verhältnis zum Behälterdurchmesser, so daß für Angaben über den Innendurchmesser je nach Größe des Behälters eine Meßunsicherheit von 0,01% (bei 40 m Durchmesser) bis etwa 0,025% (bei 5 m Durchmesser) anzunehmen ist. Für den Innenquerschnitt liegt die Meßunsicherheit zwischen 0,02% und 0,05%.

11) Eine Änderung der Spannkraft von 50 N auf 60 N ergibt z. B. für ein 10-m-Band (5 mm breit, 0,2 mm dick, Dehnungsmodul $2 \cdot 10^{11}$ N/m²) eine Verlängerung von 0,5 mm. Ein Durchhang des gleichen Bandes um 1 cm in der Mitte ergibt dagegen nur eine Änderung der gemessenen Länge von 0,02 mm, die allerdings mit der Größe des Durchhanges quadratisch wächst.

Bei der Bestimmung des mittleren Innendurchmessers (s. 2.5.3) kann aufgrund der bisher vorliegenden Erfahrungen erwartet werden, daß bei entsprechender Sorgfalt der doppelte Wert der Meßunsicherheit wie bei der Bestimmung des Außendurchmessers eingehalten werden kann. Abweichungen bei den Wanddicken und der Farbanstrich bilden hier keine Fehlerquellen.

Durch Lotungen (s. 2.5.4) kann bei ruhigem Wetter der Abstand der Lotschnur von der Behälterwand mit einer Unsicherheit von ± 1 mm gemessen werden. Die Differenzwerte δ (s. Anlage 2 B) aus 2 Lotungen in verschiedener Höhe haben somit eine Unsicherheit von ± 2 mm; zu dieser Toleranz können Unregelmäßigkeiten hinzutreten, die sich durch unterschiedlichen Wandabstand bei verschiedenen Wagenstellungen für die Führungsrolle der Lotschnur ergeben. Die Gesamtunsicherheit kann daher ± 3 mm betragen.

Da die Lage der Abstandsmeßvorrichtung bei den zu vergleichenden Werten einer Meßstelle ungeändert bleibt, hebt sich bei der Differenzbildung auch eine mögliche Unsicherheit bei Festlegung der Skala der Abstandsmeßvorrichtung aus der Rechnung heraus. Bei Verwendung eines sogenannten Plus-Minus-Stabes unterbleibt diese Differenzbildung und führt für alle höheren Mantelschüsse zu einem systematischen Fehler, wenn die Nullmarke des Plus-Minus-Stabes nicht genau mit dem mittleren Wandabstand der Führungsrolle des Wagens übereinstimmt. Auch bei den Sonderlotungen läßt sich ein derartiger Fehler nicht gänzlich vermeiden. Beim Differenzverfahren (s. Anlage 2 B, Tabelle Zeile 2) geht auch der Durchmesser der Lotschnur nicht als Fehler ein, wenn stets an der gleichen (z. B. dem Behälter zugewandten) Seite der Schnur abgelesen wird.

Bei der großen Anzahl von Meßstellen auf dem Behälterumfang führt der obige Wert der Meßunsicherheit von 3 mm für die Einzelmessung der Differenz der mittleren Außenhalbmesser (z. B. im höchsten und tiefsten Mantelschuß) zu einer erheblichen Verkleinerung der Unsicherheit für die mittlere Differenz. Diese Meßunsicherheit kann demnach gegenüber den übrigen Unsicherheiten vernachlässigt werden.

In der Füllungstafel (Anlage 2 H) wird der für die Praxis wichtige Innenquerschnitt, der sogenannte l/mm -Wert, entsprechend der Genauigkeit der Umfangs- und Durchmesserbestimmung aufgrund der rechnerischen Werte auf 5 Stellen angegeben.

Bei Höhenbestimmungen (s. 2.5.5) mit dem Präzisionsmeßband ist

(jeweils für 10 m Länge) der Fehler des Bandes mit 1,1 mm und der Anlegefehler – z. B. bei schwer zugänglichen Meßpunkten – bis 2 mm anzusetzen, so daß die Meßunsicherheit bis zu 0,03% betragen kann. Diese geringe Meßunsicherheit kann jedoch wegen der Ausführung der horizontalen Blechstöße und gegebenenfalls der Behälterneigung nicht auf die Angaben der Höhen der Mantelschüsse übertragen werden, die aufgrund der Rechnung auf ganze mm gerundet sind.

Die relative Unsicherheit $\Delta V/V$ des Gesamtvolumens (jedoch ohne Sumpfvolumen) setzt sich aus unbekanntem systematischen Fehlern (Fehlern des Meßbandes) und zufälligen Fehlern (z. B. Anlegefehler) zusammen. Wegen der geringen Größe der verschiedenen Fehler (Größenordnung ein oder mehrere Millimeter) ergibt die Abschätzung der gesamten relativen Unsicherheit einen Wert von weniger als 0,1% des Gesamtvolumens.

Bei der Feststellung der Behälterfüllung ist für die Meßunsicherheit folgendes zu beachten:

1. Im allgemeinen ¹²⁾ kann davon ausgegangen werden, daß der Abstand zwischen der Anlegekante des Peilstutzens und der Peilplatte konstant ist. Falls bei einem Behälter Zweifel hierüber bestehen, ist es zweckmäßig, die Peilung nur von der Anlegekante aus und nicht gegen die Peilplatte vorzunehmen, da die Messung dann unabhängig von Lageänderungen der Peilplatte (somit kleinere Meßunsicherheit) wird und außerdem die Peilplatte unter Umständen verschmutzt ist (Schichten bis 20 mm kommen vor). Aus diesem Grunde empfiehlt sich für das Spanggewicht des Peilbandes (s. u. Bild 18) eine Ausführung mit scharfer Aufsetzkante (u. U. auch Ringform).
2. Die Füllungstafel sollte nur unter Ausschluß des Sumpfes benutzt werden, da dessen Volumen infolge von Durchdrückungen der Bodenbleche, Vorgängen beim Setzen und damit verbundenen Neigungen des Behälters eine zu große Meßunsicherheit (wesentlich größer als 0,5%) hat.
3. Zur Füllstandsermittlung werden Peilbänder mit dem Fehler von Handelsmaßen benutzt. Ihr Verkehrsfehler beträgt in mm: $0,4 + 0,4 L$ (L = aufgerundete Bandlänge in m); dazu kommt die Unsicherheit von je 1 mm für den Anlegefehler und den Benetzungsfehler beim Peilen. – Bei einer Füllhöhendifferenz von beispielsweise 1 m

12) Für Schwimmdachbehälter vgl. jedoch 2.6.2

führt der Fehler des Meßbandes von 0,8 mm, zusammen mit der Unsicherheit des Peilens (2 mal 1 mm) zu einer Unsicherheit von 2,8 mm (bezogen auf 1 m) entsprechend 0,28%; zusammen mit dem obigen Wert von 0,083% erhält man so als Meßunsicherheit 0,36%.¹³⁾

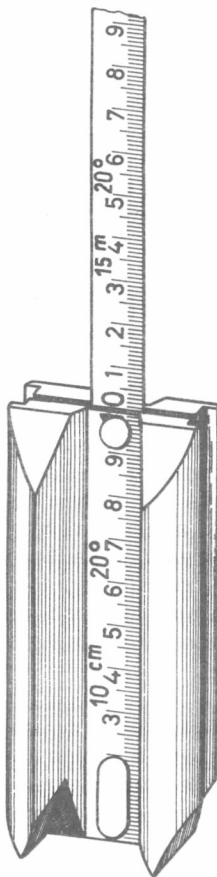


Bild 18:

Peilband mit Spanngewicht.

13) Es sei hier darauf hingewiesen, daß beim nassen Verfahren der Behälterausmessung bereits Peilfehler (bei Anwendung der Präzisionsmeßbänder) in die Volumenbestimmung eingehen, während bei geometrischer Ausmessung die Peilfehler erst bei der praktischen Füllstandsermittlung entstehen.

Jeder Behälter erfährt bei der Füllung eine Dehnung gegenüber der trockenen Ausmessung (s. u. 3.3.2), die bei größeren Durchmessern den l/mm -Wert bis 0,2% erhöhen kann. Die Berücksichtigung der Behälterdehnung ist dann sinnvoll, wenn ihr Betrag die Meßunsicherheit aller übrigen Einflüsse übersteigt.

Unter Berücksichtigung aller genannten Einflüsse ergibt sich für die Behältermessung eine Gesamtunsicherheit von 0,5%.

3.3. Einfluß von Lage- und Gestaltsänderungen des Behälters

1. Eine Neigung des Behälters ändert nichts an dem aus der Differenz zweier Füllhöhenablesungen sich ergebenden Volumenwert, wenn mit behälterfesten Standrohren gemessen wird. Denn im gleichen Verhältnis, in dem die abgelesene Füllhöhendifferenz gegenüber dem wahren Wert zu groß ist, ist der aus der Füllungs-
tafel entnommene Querschnittswert (der l/mm -Wert) gegenüber dem größeren Wert der Fläche des Flüssigkeitsspiegel beim geneigten Behälter zu klein. – Bei Benutzung des senkrecht hängenden Peilbandes dagegen wird das Volumen um den Faktor $\cos \alpha$ (α = Neigungswinkel) zu klein bestimmt, da jetzt die Füllhöhendifferenz zwar richtig gemessen wird, bei Gebrauch des l/mm -Wertes aus der Füllungs-
tafel jedoch – wie oben – ein zu kleiner Wert eingesetzt wird.
2. Nach Untersuchungen, die an verschiedenen Stellen ausgeführt worden sind, tritt bei Lagerbehältern bei der Befüllung eine elastische Dehnung des Behältermantels ein, so daß sich um etwa 0,1 bis 0,2% größere Werte des Behältervolumens ergeben als bei der trockenen Ausmessung. Die l/mm -Werte der Füllungs-
tafel (Anlage 2 H) sind dann um die Werte $\Delta l/mm$ zu vergrößern, wobei für den n -ten Mantelschuß

$$\Delta n \quad l/mm = \frac{\pi \rho g d D^3 k}{4E} \left(\frac{H_1}{s_1} + \frac{H_2}{s_2} + \dots + \frac{H_{n-1}}{s_{n-1}} + \frac{1}{2} \cdot \frac{H_n}{s_n} \right)$$

gesetzt wird.

Hierin bedeutet

D den Durchmesser des Behälters (in m),

- H_n die jeweilige Schußhöhe (in m),
- s_n die jeweilige Wanddicke im Schuß (in m),
- g die gerundete Fallbeschleunigung 9,81 m/s²,
- ρ die Dichte des Füllgutes (in kg/m³),
- E den Elastizitätsmodul für den Werkstoff des Behältermantels (in kg/ms²) und
- k einen Faktor kleiner 1, durch den die Tatsache berücksichtigt wird, daß der tatsächliche Wert der Dehnung geringer ist als der theoretische Wert (Einflüsse des Bodens und des Daches). Für k kann etwa der Zahlenwert 0,85 angesetzt werden. Die größten Korrekturwerte gegenüber dem bei der trockenen Ausmessung gefundenen l/mm-Wert ergeben sich im obersten Schuß. Der Dehnungseinfluß braucht nicht für Behälter berücksichtigt zu werden, wenn im obersten Mantelschuß die Korrektur weniger als 0,05% des trocken festgestellten l/mm-Wertes beträgt.

3.4. Rundungen

Bei der Berechnung des Inhaltes der einzelnen Abschnitte ist das Ergebnis stets auf volle Liter zu runden.

Die aus den Tabellen errechneten Inhaltswerte sind abschließend auf volle 1, 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500, 1000, 2000, 5000 oder 10 000 Liter zu runden.

Der Rundungswert richtet sich nach dem vorhandenen Füllungskennwert und wird durch Rundung auf den nächsten Zahlenwert obiger Reihe gefunden.

Die Rundung des Sumpfinhalts und der Masse des Schwimmdaches erfolgt nach den im vorigen Absatz zu ermittelnden Werten.

Die Angabe des Gesamtinhalts für das Eichschild und den Eichschein ist bei einem Lagerbehälter

bis	110 m ³	auf	1 m ³ ,
über	110 m ³ bis 2500 m ³	auf	10 m ³ und
über	2500 m ³	auf	100 m ³

zu runden.

4. Prüfmittel

Es werden gebraucht

1. Für die nasse Ausmessung (s. 2.4 und 2.5.1)

1. Eine Meßanlage mit Zähler, bestehend aus einem justierbaren Flüssigkeitszähler¹⁴⁾ (Ovalrad- oder Ringkolbenzähler) mit Filter, Gasabscheider, Gasanzeiger, Regulierhahn, Ent- bzw. Belüftungshahn und Schlauch (Bild 7 und 8). (11) Diese Meßanlage kann auch fahrbar montiert werden.
2. Beglaubigte Eichkolben (10), ein Präzisionsmeßband.
3. Ein geeichtes oder beglaubigtes Thermometer, in halbe Grade geteilt, ferner eine Stoppuhr und Peilpaste.

2. Für die Umfangsbestimmung (s. 2.5.2)

Ein geeichtes oder beglaubigtes Präzisionsmeßband (Länge bis 15 m) für 50 N Zugkraft mit Spannvorrichtung, 3 Übergreifeseisen (Bild 9a), Reißnadeln und eine Tiefenlehre zur Wanddickenbestimmung.

3. Für die Durchmesserbestimmung (s. 2.5.3)

Ein Stativ mit Lot, schwenkbarem Maßstab mit Skala (mit Kreuzsupport) und Visiereinrichtung (Bild 11) sowie ein Meßdraht mit Haftmagnet und Marke; ferner ein Greifzirkel oder eine Anreißvorrichtung sowie ein verstellbarer Maßstab mit Tiefenlehre.

14) Die Meßkammer des Zählers sollte zugänglich und leicht zu reinigen sein. Bei Ringkolbenzählern wird eine Meßkammer aus Messing mit Kohlekolben (etwa gemäß Bild 19) empfohlen. Für die Richtigkeit der Anzeige ist es ausschlaggebend, daß der Zähler nach jedem Gebrauch gereinigt und in den Betriebspausen, mit reinem (gut entlüfteten) Wasser gefüllt, aufbewahrt wird.

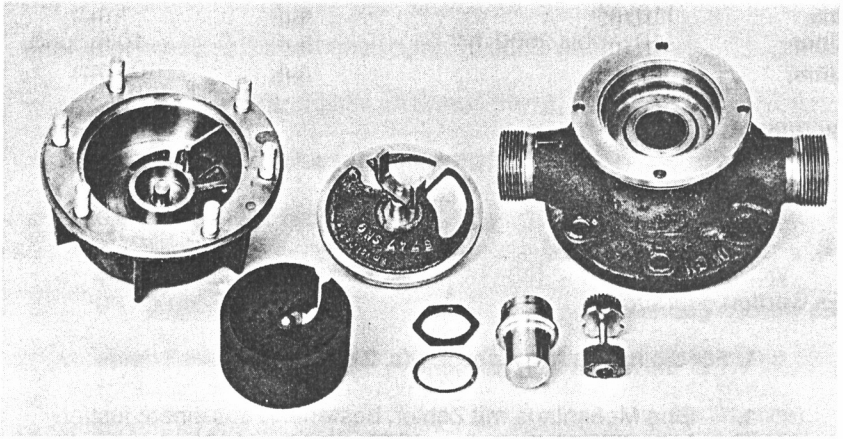


Bild 19:
Geöffneter Ringkolbenzähler für nasse Ausmessung.

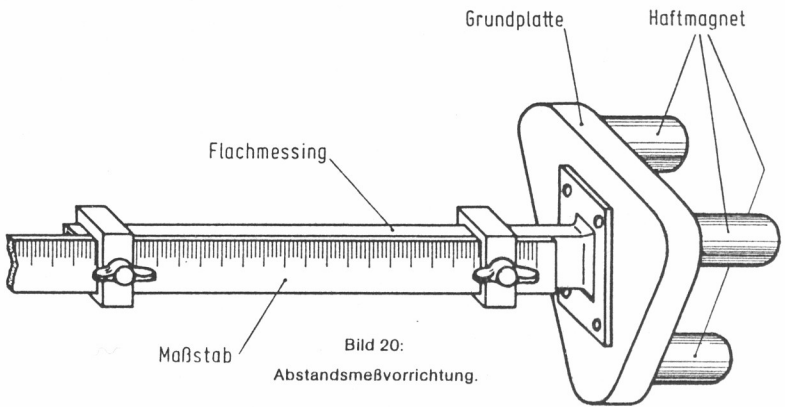


Bild 20:
Abstandsmeßvorrichtung.

4. Für die Lotungen (s. 2.5.4)

1. Eine Lotschnur mit Gewicht (etwa 10 kg), ein Wagen mit Halteseil zur Führung der Lotschnur (Bild 15a), eine Abstandsmeßvorrichtung (Bild 20), ein Sonderlotungsstab (Bild 14b) und ein Anschlagwinkel (Bild 14c), eine besondere Lotschnur.
2. Ein fahrbares Stativ mit Höhenverstellung für die Innenlotungen (Bild 16a, b).

5. Für die Höhenbestimmungen (s. 2.5.5)

Ein geeichtes oder beglaubigtes 20-m-Präzisionsmeßband zum Gebrauch in senkrechtem Hang (Bild 18) sowie ein Metallmaßstab.

Schrifttum

1. Friebe, A.: Un procédé optique pour l'étalonnage des récipients-mesures de stockage des liquides, Bull. Organ. Int. Métrol. Lég. 7, Nr. 23, 33 (1966).
2. Lotmar, W.: Die Ausmessung der Ölbehälter der „Raffinerie du Rhône“ bei Collombey (VS), Schweiz. Bauzeitung 82, 749 (1964).
3. Petroleum Measurement Manual published by The Institute of Petroleum, London 1952.
4. Eichordnung in der Fassung vom 14. 4. 1965.
5. Unfallverhütungsvorschriften VBG 1 (März 1964) und VBG 1 a (Januar 1965) der BG der Chemischen Industrie.
6. Padelt, E.: Die Ausmessung von Lagerbehältern, Öl und Kohle 14, Nr. 16, 1052 (1938).
7. Bönke, K., Lübbig, H.: Zur Bestimmung horizontaler kreisförmiger Querschnitte ohne Mittelpunktsgabe, PTB-Mitteilungen 82, Nr. 5, 304 (Okt. 1972).
8. Deutsches Amt für Meßwesen, Mitteilungsblatt Nr. 354 vom 21. 1. 1964 über Lagerbehälter, welche als Meßgeräte benutzt werden.
9. Lagerbehälter mit Schwimmdach, Rundschreiben der PTB vom 4. 10. 1956 (G. Nr. 17941/56 I B/F)
10. Eichkolben der Größe 50 l und mehr, Rundschreiben der PTB vom 17. 2. 1955 (G. Nr. 760/55 I B/F)
11. Ringkolbenzählergerätschaft für Tankausmessungen, Rundschreiben der PTR vom 26. 6. 1939 (G. Nr. PTR I 3572/39)

Bildquellennachweis

Die freundlicherweise zur Verfügung gestellten Unterlagen für die nachfolgend genannten Bilder stammen

von der Beratungsstelle für Stahlverwendung in Düsseldorf (Bild 1),
von den Berliner Gaswerken (Gasag) (Bild 2 und 3),
vom Bayerischen Landesamt für Maß und Gewicht (Bild 4, 5 und 15 b),
von der Hessischen Eichdirektion (Bild 11),
vom Landesgewerbeamt Baden-Württemberg (Bild 16) und
von der Firma Siemens A. G. (Bild 19).

Anlage 1

Tafeln für die Berechnung von Lagerbehältern in Form stehender Zylinder

Tafel 1:

Zur Berechnung des Durchmessers D aus dem Umfang U ($D = \frac{U}{\pi}$)

	$\frac{100000}{\pi}$	$\frac{10000}{\pi}$	$\frac{1000}{\pi}$	$\frac{100}{\pi}$	$\frac{10}{\pi}$	$\frac{1}{\pi}$	$\frac{0,1}{\pi}$
.1	31830,99	3183,10	318,31	31,83	3,18	0,32	0,03
.2	63661,98	6366,20	636,62	63,66	6,37	0,64	0,06
.3	95492,97	9549,30	954,93	95,49	9,55	0,95	0,10
Zahlen- werte der Zeile 1	.4 127323,95	12732,40	1273,24	127,32	12,73	1,27	0,13
	.5 159154,94	15915,49	1591,55	159,15	15,92	1,59	0,16
	.6 190985,93	19098,59	1909,86	190,99	19,10	1,91	0,19
	.7 222816,92	22281,69	2228,17	222,82	22,28	2,23	0,22
	.8 254647,91	25464,79	2546,48	254,65	25,46	2,55	0,25
	.9 286478,90	28647,89	2864,79	286,48	28,65	2,86	0,29

Zur Berechnung des Querschnitts aus dem Innendurchmesser

Innen- durch- messer	Kreis- fläche für den Durch- messer nach Spalte 1	Flächenzuschlag je		Innen- durch- messer	Kreis- fläche für den Durch- messer nach Spalte 1	Flächenzuschlag je	
		1 cm Durchmesserzunahme	1 mm Durchmesserzunahme			1 cm Durchmesserzunahme	1 mm Durchmesserzunahme
m	m ²	m ²	m ²	m	m ²	m ²	m ²
Sp. 1	Spalte 2	Spalte 3	Spalte 4	Sp. 1	Spalte 2	Spalte 3	Spalte 4
				5,0	19,63495	0,07933	0,00793
				5,1	20,42821	0,08090	0,00809
				5,2	21,23717	0,08247	0,00825
				5,3	22,06183	0,08404	0,00840
				5,4	22,90221	0,08561	0,00856
				5,5	23,75829	0,08718	0,00872
				5,6	24,63009	0,08875	0,00887
				5,7	25,51759	0,09032	0,00903
				5,8	26,42079	0,09189	0,00919
				5,9	27,33971	0,09346	0,00935
				6,0	28,27433	0,09503	0,00950
				6,1	29,22467	0,09660	0,00966
				6,2	30,19071	0,09817	0,00982
				6,3	31,17245	0,09975	0,00997
				6,4	32,16991	0,10132	0,01013
				6,5	33,18307	0,10289	0,01029
				6,6	34,21194	0,10446	0,01045
				6,7	35,25652	0,10603	0,01060
				6,8	36,31681	0,10760	0,01076
				6,9	37,39281	0,10917	0,01092
				7,0	38,48451	0,11074	0,01107
				7,1	39,59192	0,11231	0,01123
				7,2	40,71504	0,11388	0,01139
				7,3	41,85387	0,11545	0,01155
				7,4	43,00840	0,11702	0,01170
				7,5	44,17865	0,11860	0,01186
				7,6	45,36460	0,12017	0,01202
				7,7	46,56626	0,12174	0,01217
				7,8	47,78362	0,12331	0,01233
				7,9	49,01670	0,12488	0,01249
3,0	7,068583	0,047909	0,004791	8,0	50,26548	0,12645	0,01264
3,1	7,547676	0,049480	0,004948	8,1	51,52997	0,12802	0,01280
3,2	8,042477	0,051051	0,005105	8,2	52,81017	0,12959	0,01296
3,3	8,552986	0,052622	0,005262	8,3	54,10608	0,13116	0,01312
3,4	9,079203	0,054192	0,005419	8,4	55,41769	0,13273	0,01327
3,5	9,621128	0,055763	0,005576	8,5	56,74502	0,13430	0,01343
3,6	10,178760	0,057334	0,005733	8,6	58,08805	0,13587	0,01359
3,7	10,752101	0,058905	0,005890	8,7	59,44679	0,13744	0,01374
3,8	11,341149	0,060476	0,006048	8,8	60,82123	0,13902	0,01390
3,9	11,945906	0,062046	0,006205	8,9	62,21139	0,14059	0,01406
4,0	12,56637	0,06362	0,00636	9,0	63,61725	0,14216	0,01422
4,1	13,20254	0,06519	0,00652	9,1	65,03882	0,14373	0,01437
4,2	13,85442	0,06676	0,00668	9,2	66,47610	0,14530	0,01453
4,3	14,52201	0,06833	0,00683	9,3	67,92909	0,14687	0,01469
4,4	15,20531	0,06990	0,00699	9,4	69,39778	0,14844	0,01484
4,5	15,90431	0,07147	0,00715	9,5	70,88218	0,15001	0,01500
4,6	16,61903	0,07304	0,00730	9,6	72,38229	0,15158	0,01516
4,7	17,34945	0,07461	0,00746	9,7	73,89811	0,15315	0,01532
4,8	18,09557	0,07618	0,00762	9,8	75,42964	0,15472	0,01547
4,9	18,85741	0,07775	0,00778	9,9	76,97687	0,15629	0,01563
5,0	19,63495	0,07933	0,00793	10,0	78,53982	0,15787	0,01579

<https://doi.org/10.7795/510.20200716F>

Zur Berechnung des Querschnitts aus dem Innendurchmesser

Innen- durch- messer	Kreis- fläche für den Durch- messer nach Spalte 1	Flächenzuschlag je		Innen- durch- messer	Kreis- fläche für den Durch- messer nach Spalte 1	Flächenzuschlag je	
		1 cm Durchmesserzunahme	1 mm Durchmesserzunahme			1 cm Durchmesserzunahme	1 mm Durchmesserzunahme
m	m ²	m ²	m ²	m	m ²	m ²	m ²
Sp. 1	Spalte 2	Spalte 3	Spalte 4	Sp. 1	Spalte 2	Spalte 3	Spalte 4
10,0	78,53982	0,15787	0,01579	15,0	176,7146	0,2364	0,0236
10,1	80,11847	0,15944	0,01594	15,1	179,0786	0,2380	0,0238
10,2	81,71282	0,16101	0,01610	15,2	181,4584	0,2395	0,0240
10,3	83,32289	0,16258	0,01626	15,3	183,8539	0,2411	0,0241
10,4	84,94867	0,16415	0,01641	15,4	186,2650	0,2427	0,0243
10,5	86,59015	0,16572	0,01657	15,5	188,6919	0,2443	0,0244
10,6	88,24734	0,16729	0,01673	15,6	191,1345	0,2458	0,0246
10,7	89,92024	0,16886	0,01689	15,7	193,5928	0,2474	0,0247
10,8	91,60884	0,17043	0,01704	15,8	196,0668	0,2490	0,0249
10,9	93,31316	0,17200	0,01720	15,9	198,5565	0,2505	0,0251
11,0	95,03318	0,17357	0,01736	16,0	201,0619	0,2521	0,0252
11,1	96,76891	0,17514	0,01751	16,1	203,5831	0,2537	0,0254
11,2	98,52035	0,17671	0,01767	16,2	206,1199	0,2553	0,0255
11,3	100,28749	0,17829	0,01783	16,3	208,6724	0,2568	0,0257
11,4	102,07035	0,17986	0,01799	16,4	211,2407	0,2584	0,0258
11,5	103,86891	0,18143	0,01814	16,5	213,8246	0,2600	0,0260
11,6	105,68318	0,18300	0,01830	16,6	216,4243	0,2615	0,0262
11,7	107,51315	0,18457	0,01846	16,7	219,0397	0,2631	0,0263
11,8	109,35884	0,18614	0,01861	16,8	221,6708	0,2647	0,0265
11,9	111,2202	0,1877	0,0188	16,9	224,3176	0,2662	0,0266
12,0	113,0973	0,1893	0,0189	17,0	226,9801	0,2678	0,0268
12,1	114,9901	0,1909	0,0191	17,1	229,6583	0,2694	0,0269
12,2	116,8987	0,1924	0,0192	17,2	232,3522	0,2710	0,0271
12,3	118,8229	0,1940	0,0194	17,3	235,0618	0,2725	0,0273
12,4	120,7628	0,1956	0,0196	17,4	237,7871	0,2741	0,0274
12,5	122,7185	0,1971	0,0197	17,5	240,5282	0,2757	0,0276
12,6	124,6898	0,1987	0,0199	17,6	243,2849	0,2772	0,0277
12,7	126,6769	0,2003	0,0200	17,7	246,0574	0,2788	0,0279
12,8	128,6796	0,2018	0,0202	17,8	248,8456	0,2804	0,0280
12,9	130,6981	0,2034	0,0203	17,9	251,6494	0,2820	0,0282
13,0	132,7323	0,2050	0,0205	18,0	254,4690	0,2835	0,0284
13,1	134,7822	0,2066	0,0207	18,1	257,3043	0,2851	0,0285
13,2	136,8478	0,2081	0,0208	18,2	260,1553	0,2867	0,0287
13,3	138,9291	0,2097	0,0210	18,3	263,0220	0,2882	0,0288
13,4	141,0261	0,2113	0,0211	18,4	265,9044	0,2898	0,0290
13,5	143,1388	0,2128	0,0213	18,5	268,8025	0,2914	0,0291
13,6	145,2672	0,2144	0,0214	18,6	271,7163	0,2930	0,0293
13,7	147,4114	0,2160	0,0216	18,7	274,6459	0,2945	0,0295
13,8	149,5712	0,2176	0,0218	18,8	277,5911	0,2961	0,0296
13,9	151,7468	0,2191	0,0219	18,9	280,5521	0,2977	0,0298
14,0	153,9380	0,2207	0,0221	19,0	283,5287	0,2992	0,0299
14,1	156,1450	0,2223	0,0222	19,1	286,5211	0,3008	0,0301
14,2	158,3677	0,2238	0,0224	19,2	289,5292	0,3024	0,0302
14,3	160,6061	0,2254	0,0225	19,3	292,5530	0,3039	0,0304
14,4	162,8602	0,2270	0,0227	19,4	295,5925	0,3055	0,0306
14,5	165,1300	0,2286	0,0229	19,5	298,6477	0,3071	0,0307
14,6	167,4155	0,2301	0,0230	19,6	301,7186	0,3087	0,0309
14,7	169,7167	0,2317	0,0232	19,7	304,8052	0,3102	0,0310
14,8	172,0336	0,2333	0,0233	19,8	307,9075	0,3118	0,0312
14,9	174,3662	0,2348	0,0235	19,9	311,0255	0,3134	0,0313
15,0	176,7146	0,2364	0,0236	20,0	314,1593	0,3149	0,0315

Zur Berechnung des Querschnitts aus dem Innendurchmesser

Innendurchmesser	Kreisfläche für den Durchmesser nach Spalte 1	Flächenzuschlag je Durchmesserzunahme		Innendurchmesser	Kreisfläche für den Durchmesser nach Spalte 1	Flächenzuschlag je Durchmesserzunahme	
		1 cm	1 mm			1 cm	1 mm
m	m ²	m ²	m ²	m	m ²	m ²	m ²
Sp. 1	Spalte 2	Spalte 3	Spalte 4	Sp 1	Spalte 2	Spalte 3	Spalte 4
20,0	314,1593	0,3149	0,0315	25,0	490,8739	0,3935	0,0393
20,1	317,3087	0,3165	0,0317	25,1	494,8087	0,3951	0,0395
20,2	320,4739	0,3181	0,0318	25,2	498,7592	0,3966	0,0397
20,3	323,6547	0,3197	0,0320	25,3	502,7255	0,3982	0,0398
20,4	326,8513	0,3212	0,0321	25,4	506,7075	0,3998	0,0400
20,5	330,0636	0,3228	0,0323	25,5	510,7052	0,4013	0,0401
20,6	333,2916	0,3244	0,0324	25,6	514,7185	0,4029	0,0403
20,7	336,5353	0,3259	0,0326	25,7	518,7476	0,4045	0,0404
20,8	339,7947	0,3275	0,0328	25,8	522,7924	0,4061	0,0406
20,9	343,0698	0,3291	0,0329	25,9	526,8529	0,4076	0,0408
21,0	346,3606	0,3307	0,0331	26,0	530,9292	0,4092	0,0409
21,1	349,6671	0,3322	0,0332	26,1	535,0211	0,4108	0,0411
21,2	352,9894	0,3338	0,0334	26,2	539,1287	0,4123	0,0412
21,3	356,3273	0,3354	0,0335	26,3	543,2521	0,4139	0,0414
21,4	359,6809	0,3369	0,0337	26,4	547,3911	0,4155	0,0415
21,5	363,0503	0,3385	0,0339	26,5	551,5459	0,4170	0,0417
21,6	366,4354	0,3401	0,0340	26,6	555,7163	0,4186	0,0419
21,7	369,8361	0,3416	0,0342	26,7	559,9025	0,4202	0,0420
21,8	373,2526	0,3432	0,0343	26,8	564,1044	0,4218	0,0422
21,9	376,6848	0,3448	0,0345	26,9	568,3220	0,4233	0,0423
22,0	380,1327	0,3464	0,0346	27,0	572,5553	0,4249	0,0425
22,1	383,5963	0,3479	0,0348	27,1	576,8043	0,4265	0,0426
22,2	387,0756	0,3495	0,0350	27,2	581,0690	0,4280	0,0428
22,3	390,5707	0,3511	0,0351	27,3	585,3494	0,4296	0,0430
22,4	394,0814	0,3526	0,0353	27,4	589,6455	0,4312	0,0431
22,5	397,6078	0,3542	0,0354	27,5	593,9574	0,4328	0,0433
22,6	401,1500	0,3558	0,0356	27,6	598,2849	0,4343	0,0434
22,7	404,7078	0,3574	0,0357	27,7	602,6282	0,4359	0,0436
22,8	408,2814	0,3589	0,0359	27,8	606,9871	0,4375	0,0437
22,9	411,8707	0,3605	0,0360	27,9	611,3618	0,4390	0,0439
23,0	415,4756	0,3621	0,0362	28,0	615,7522	0,4406	0,0441
23,1	419,0963	0,3636	0,0364	28,1	620,1582	0,4422	0,0442
23,2	422,7327	0,3652	0,0365	28,2	624,5800	0,4437	0,0444
23,3	426,3848	0,3668	0,0367	28,3	629,0175	0,4453	0,0445
23,4	430,0526	0,3684	0,0368	28,4	633,4707	0,4469	0,0447
23,5	433,7361	0,3699	0,0370	28,5	637,9397	0,4485	0,0448
23,6	437,4354	0,3715	0,0371	28,6	642,4243	0,4500	0,0450
23,7	441,1503	0,3731	0,0373	28,7	646,9246	0,4516	0,0452
23,8	444,8809	0,3746	0,0375	28,8	651,4407	0,4532	0,0453
23,9	448,6273	0,3762	0,0376	28,9	655,9724	0,4547	0,0455
24,0	452,3893	0,3778	0,0378	29,0	660,5199	0,4563	0,0456
24,1	456,1671	0,3793	0,0379	29,1	665,0830	0,4579	0,0458
24,2	459,9606	0,3809	0,0381	29,2	669,6619	0,4595	0,0459
24,3	463,7698	0,3825	0,0382	29,3	674,2565	0,4610	0,0461
24,4	467,5947	0,3841	0,0384	29,4	678,8668	0,4626	0,0463
24,5	471,4352	0,3856	0,0386	29,5	683,4928	0,4642	0,0464
24,6	475,2916	0,3872	0,0387	29,6	688,1345	0,4657	0,0466
24,7	479,1636	0,3888	0,0389	29,7	692,7919	0,4673	0,0467
24,8	483,0513	0,3903	0,0390	29,8	697,4650	0,4689	0,0469
24,9	486,9547	0,3919	0,0392	29,9	702,1538	0,4705	0,0470
25,0	490,8739	0,3935	0,0393	30,0	706,8583	0,4720	0,0472

Zur Berechnung des Querschnitts aus dem Innendurchmesser

Innen- durch- messer	Kreis- fläche für den Durch- messer nach Spalte 1	Flächenzuschlag je		Innen- durch- messer	Kreis- fläche für den Durch- messer nach Spalte 1	Flächenzuschlag je	
		1 cm Durchmesserzunahme	1 mm Durchmesserzunahme			1 cm Durchmesserzunahme	1 mm Durchmesserzunahme
m	m ²	m ²	m ²	m	m ²	m ²	m ²
Sp. 1	Spalte 2	Spalte 3	Spalte 4	Sp. 1	Spalte 2	Spalte 3	Spalte 4
30,0	706,8583	0,4720	0,0472	35,0	962,1128	0,5506	0,0551
30,1	711,5786	0,4736	0,0474	35,1	967,6184	0,5521	0,0552
30,2	716,3145	0,4752	0,0475	35,2	973,1397	0,5537	0,0554
30,3	721,0662	0,4767	0,0477	35,3	978,6768	0,5553	0,0555
30,4	725,8336	0,4783	0,0478	35,4	984,2296	0,5568	0,0557
30,5	730,6166	0,4799	0,0480	35,5	989,7980	0,5584	0,0558
30,6	735,4154	0,4814	0,0481	35,6	995,3822	0,5600	0,0560
30,7	740,2299	0,4830	0,0483	35,7	1000,9821	0,5616	0,0562
30,8	745,0601	0,4846	0,0485	35,8	1006,5977	0,5631	0,0563
30,9	749,9060	0,4862	0,0486	35,9	1012,2290	0,5647	0,0565
31,0	754,7676	0,4877	0,0488	36,0	1017,8760	0,5663	0,0566
31,1	759,6450	0,4893	0,0489	36,1	1023,5387	0,5678	0,0568
31,2	764,5380	0,4909	0,0491	36,2	1029,2172	0,5694	0,0569
31,3	769,4467	0,4924	0,0492	36,3	1034,9113	0,5710	0,0571
31,4	774,3712	0,4940	0,0494	36,4	1040,6212	0,5726	0,0573
31,5	779,3113	0,4956	0,0496	36,5	1046,3467	0,5741	0,0574
31,6	784,2672	0,4972	0,0497	36,6	1052,0880	0,5757	0,0576
31,7	789,2388	0,4987	0,0499	36,7	1057,8449	0,5773	0,0577
31,8	794,2260	0,5003	0,0500	36,8	1063,6176	0,5788	0,0579
31,9	799,2290	0,5019	0,0502	36,9	1069,4060	0,5804	0,0580
32,0	804,2477	0,5034	0,0503	37,0	1075,2101	0,5820	0,0582
32,1	809,2821	0,5050	0,0505	37,1	1081,0299	0,5836	0,0584
32,2	814,3322	0,5066	0,0507	37,2	1086,8654	0,5851	0,0585
32,3	819,3980	0,5082	0,0508	37,3	1092,7166	0,5867	0,0587
32,4	824,4796	0,5097	0,0510	37,4	1098,5835	0,5883	0,0588
32,5	829,5768	0,5113	0,0511	37,5	1104,4666	0,5900	0,0590
32,6	834,6898	0,5129	0,0513	37,6	1110,3655	0,5917	0,0591
32,7	839,8184	0,5144	0,0514	37,7	1116,2799	0,5933	0,0593
32,8	844,9628	0,5160	0,0516	37,8	1122,2098	0,5950	0,0595
32,9	850,1228	0,5176	0,0518	37,9	1128,154	0,5966	0,0596
33,0	855,2986	0,5191	0,0519	38,0	1134,115	0,5982	0,0598
33,1	860,4901	0,5207	0,0521	38,1	1140,092	0,5999	0,0600
33,2	865,6973	0,5223	0,0522	38,2	1146,084	0,6017	0,0601
33,3	870,9202	0,5239	0,0524	38,3	1152,093	0,6034	0,0602
33,4	876,1588	0,5254	0,0525	38,4	1158,117	0,6051	0,0603
33,5	881,4131	0,5270	0,0527	38,5	1164,156	0,6068	0,0604
33,6	886,6831	0,5286	0,0529	38,6	1170,212	0,6085	0,0605
33,7	891,9688	0,5301	0,0530	38,7	1176,283	0,6102	0,0606
33,8	897,2703	0,5317	0,0532	38,8	1182,370	0,6119	0,0607
33,9	902,5874	0,5333	0,0533	38,9	1188,472	0,6136	0,0608
34,0	907,9203	0,5349	0,0535	39,0	1194,591	0,6153	0,0609
34,1	913,2688	0,5364	0,0536	39,1	1200,725	0,6170	0,0610
34,2	918,6331	0,5380	0,0538	39,2	1206,874	0,6187	0,0611
34,3	924,0131	0,5396	0,0540	39,3	1213,040	0,6204	0,0612
34,4	929,4088	0,5411	0,0541	39,4	1219,221	0,6221	0,0613
34,5	934,8202	0,5427	0,0543	39,5	1225,417	0,6238	0,0614
34,6	940,2473	0,5443	0,0544	39,6	1231,630	0,6255	0,0615
34,7	945,6901	0,5459	0,0546	39,7	1237,858	0,6272	0,0616
34,8	951,1486	0,5474	0,0547	39,8	1244,102	0,6289	0,0617
34,9	956,6228	0,5490	0,0549	39,9	1250,362	0,6306	0,0618
35,0	962,1128	0,5506	0,0551	40,0	1256,637	0,6323	0,0619

Zur Berechnung des Querschnitts aus dem Innendurchmesser

Innen- durch- messer	Kreis- fläche für den Durch- messer nach Spalte 1	Flächenzuschlag je		Innen- durch- messer	Kreis- fläche für den Durch- messer nach Spalte 1	Flächenzuschlag je	
		1 cm Durchmesserzunahme	1 mm Durchmesserzunahme			1 cm Durchmesserzunahme	1 mm Durchmesserzunahme
m	m ²	m ²	m ²	m	m ²	m ²	m ²
Sp. 1	Spalte 2	Spalte 3	Spalte 4	Sp. 1	Spalte 2	Spalte 3	Spalte 4
40,0	1 256,637	0,629	0,063	45,0	1 590,431	0,708	0,071
40,1	1 262,928	0,631	0,063	45,1	1 597,508	0,709	0,071
40,2	1 269,235	0,632	0,063	45,2	1 604,600	0,711	0,071
40,3	1 275,557	0,634	0,063	45,3	1 611,708	0,712	0,071
40,4	1 281,895	0,635	0,064	45,4	1 618,831	0,714	0,071
40,5	1 288,249	0,637	0,064	45,5	1 625,971	0,715	0,072
40,6	1 294,619	0,639	0,064	45,6	1 633,126	0,717	0,072
40,7	1 301,004	0,640	0,064	45,7	1 640,296	0,719	0,072
40,8	1 307,405	0,642	0,064	45,8	1 647,483	0,720	0,072
40,9	1 313,822	0,643	0,064	45,9	1 654,685	0,722	0,072
41,0	1 320,254	0,645	0,064	46,0	1 661,903	0,723	0,072
41,1	1 326,702	0,646	0,065	46,1	1 669,136	0,725	0,072
41,2	1 333,166	0,648	0,065	46,2	1 676,385	0,726	0,073
41,3	1 339,646	0,650	0,065	46,3	1 683,650	0,728	0,073
41,4	1 346,141	0,651	0,065	46,4	1 690,931	0,730	0,073
41,5	1 352,652	0,653	0,065	46,5	1 698,227	0,731	0,073
41,6	1 359,179	0,654	0,065	46,6	1 705,539	0,733	0,073
41,7	1 365,721	0,656	0,066	46,7	1 712,867	0,734	0,073
41,8	1 372,279	0,657	0,066	46,8	1 720,210	0,736	0,074
41,9	1 378,853	0,659	0,066	46,9	1 727,570	0,737	0,074
42,0	1 385,442	0,661	0,066	47,0	1 734,945	0,739	0,074
42,1	1 392,048	0,662	0,066	47,1	1 742,335	0,741	0,074
42,2	1 398,668	0,664	0,066	47,2	1 749,741	0,742	0,074
42,3	1 405,305	0,665	0,067	47,3	1 757,163	0,744	0,074
42,4	1 411,957	0,667	0,067	47,4	1 764,601	0,745	0,075
42,5	1 418,625	0,668	0,067	47,5	1 772,055	0,747	0,075
42,6	1 425,309	0,670	0,067	47,6	1 779,524	0,748	0,075
42,7	1 432,009	0,672	0,067	47,7	1 787,009	0,750	0,075
42,8	1 438,724	0,673	0,067	47,8	1 794,509	0,752	0,075
42,9	1 445,455	0,675	0,067	47,9	1 802,025	0,753	0,075
43,0	1 452,201	0,676	0,068	48,0	1 809,557	0,755	0,075
43,1	1 458,963	0,678	0,068	48,1	1 817,105	0,756	0,076
43,2	1 465,741	0,679	0,068	48,2	1 824,668	0,758	0,076
43,3	1 472,535	0,681	0,068	48,3	1 832,248	0,759	0,076
43,4	1 479,345	0,683	0,068	48,4	1 839,842	0,761	0,076
43,5	1 486,170	0,684	0,068	48,5	1 847,453	0,763	0,076
43,6	1 493,010	0,686	0,069	48,6	1 855,079	0,764	0,076
43,7	1 499,867	0,687	0,069	48,7	1 862,721	0,766	0,077
43,8	1 506,739	0,689	0,069	48,8	1 870,379	0,767	0,077
43,9	1 513,627	0,690	0,069	48,9	1 878,052	0,769	0,077
44,0	1 520,531	0,692	0,069	49,0	1 885,741	0,770	0,077
44,1	1 527,450	0,694	0,069	49,1	1 893,446	0,772	0,077
44,2	1 534,385	0,695	0,070	49,2	1 901,166	0,774	0,077
44,3	1 541,336	0,697	0,070	49,3	1 908,902	0,775	0,078
44,4	1 548,303	0,698	0,070	49,4	1 916,654	0,777	0,078
44,5	1 555,285	0,700	0,070	49,5	1 924,422	0,778	0,078
44,6	1 562,283	0,701	0,070	49,6	1 932,205	0,780	0,078
44,7	1 569,296	0,703	0,070	49,7	1 940,004	0,781	0,078
44,8	1 576,326	0,705	0,070	49,8	1 947,819	0,783	0,078
44,9	1 583,371	0,706	0,071	49,9	1 955,649	0,785	0,078
45,0	1 590,431	0,708	0,071	50,0	1 963,495	0,786	0,079

Zur Berechnung des Querschnitts aus dem Innendurchmesser

Innendurchmesser	Kreisfläche für den Durchmesser nach Spalte 1	Flächenzuschlag je Durchmesserzunahme		Innendurchmesser	Kreisfläche für den Durchmesser nach Spalte 1	Flächenzuschlag je Durchmesserzunahme	
		1 cm	1 mm			1 cm	1 mm
m	m ²	m ²	m ²	m	m ²	m ²	m ²
Sp. 1	Spalte 2	Spalte 3	Spalte 4	Sp. 1	Spalte 2	Spalte 3	Spalte 4
50,0	1 963,495	0,786	0,079	55,0	2 375,829	0,865	0,086
50,1	1 971,357	0,788	0,079	55,1	2 384,477	0,866	0,087
50,2	1 979,235	0,789	0,079	55,2	2 393,140	0,868	0,087
50,3	1 987,128	0,791	0,079	55,3	2 401,818	0,869	0,087
50,4	1 995,037	0,792	0,079	55,4	2 410,513	0,871	0,087
50,5	2 002,962	0,794	0,079	55,5	2 419,223	0,873	0,087
50,6	2 010,902	0,796	0,080	55,6	2 427,948	0,874	0,087
50,7	2 018,858	0,797	0,080	55,7	2 436,690	0,876	0,088
50,8	2 026,830	0,799	0,080	55,8	2 445,447	0,877	0,088
50,9	2 034,817	0,800	0,080	55,9	2 454,220	0,879	0,088
51,0	2 042,821	0,802	0,080	56,0	2 463,009	0,880	0,088
51,1	2 050,840	0,803	0,080	56,1	2 471,813	0,882	0,088
51,2	2 058,874	0,805	0,081	56,2	2 480,633	0,884	0,088
51,3	2 066,924	0,807	0,081	56,3	2 489,469	0,885	0,089
51,4	2 074,991	0,808	0,081	56,4	2 498,320	0,887	0,089
51,5	2 083,072	0,810	0,081	56,5	2 507,187	0,888	0,089
51,6	2 091,170	0,811	0,081	56,6	2 516,070	0,890	0,089
51,7	2 099,283	0,813	0,081	56,7	2 524,969	0,891	0,089
51,8	2 107,412	0,814	0,081	56,8	2 533,883	0,893	0,089
51,9	2 115,556	0,816	0,082	56,9	2 542,813	0,895	0,089
52,0	2 123,717	0,818	0,082	57,0	2 551,759	0,896	0,090
52,1	2 131,893	0,819	0,082	57,1	2 560,720	0,898	0,090
52,2	2 140,084	0,821	0,082	57,2	2 569,697	0,899	0,090
52,3	2 148,292	0,822	0,082	57,3	2 578,690	0,901	0,090
52,4	2 156,515	0,824	0,082	57,4	2 587,698	0,902	0,090
52,5	2 164,754	0,825	0,083	57,5	2 596,723	0,904	0,090
52,6	2 173,008	0,827	0,083	57,6	2 605,763	0,906	0,091
52,7	2 181,278	0,829	0,083	57,7	2 614,818	0,907	0,091
52,8	2 189,564	0,830	0,083	57,8	2 623,890	0,909	0,091
52,9	2 197,866	0,832	0,083	57,9	2 632,977	0,910	0,091
53,0	2 206,183	0,833	0,083	58,0	2 642,079	0,912	0,091
53,1	2 214,517	0,835	0,083	58,1	2 651,198	0,913	0,091
53,2	2 222,865	0,836	0,084	58,2	2 660,332	0,915	0,091
53,3	2 231,230	0,838	0,084	58,3	2 669,482	0,917	0,092
53,4	2 239,610	0,840	0,084	58,4	2 678,648	0,918	0,092
53,5	2 248,006	0,841	0,084	58,5	2 687,829	0,920	0,092
53,6	2 256,418	0,843	0,084	58,6	2 697,026	0,921	0,092
53,7	2 264,845	0,844	0,084	58,7	2 706,239	0,923	0,092
53,8	2 273,288	0,846	0,085	58,8	2 715,467	0,924	0,092
53,9	2 281,747	0,847	0,085	58,9	2 724,711	0,926	0,093
54,0	2 290,221	0,849	0,085	59,0	2 733,971	0,928	0,093
54,1	2 298,711	0,851	0,085	59,1	2 743,247	0,929	0,093
54,2	2 307,217	0,852	0,085	59,2	2 752,538	0,931	0,093
54,3	2 315,739	0,854	0,085	59,3	2 761,845	0,932	0,093
54,4	2 324,276	0,855	0,086	59,4	2 771,167	0,934	0,093
54,5	2 332,829	0,857	0,086	59,5	2 780,506	0,935	0,094
54,6	2 341,398	0,858	0,086	59,6	2 789,860	0,937	0,094
54,7	2 349,982	0,860	0,086	59,7	2 799,230	0,939	0,094
54,8	2 358,582	0,862	0,086	59,8	2 808,615	0,940	0,094
54,9	2 367,198	0,863	0,086	59,9	2 818,016	0,942	0,094
55,0	2 375,829	0,865	0,086	60,0	2 827,433	0,943	0,094

Zur Berechnung des Querschnitts aus dem Innendurchmesser

Innen- durch- messer	Kreis- fläche für den Durch- messer nach Spalte 1	Flächenzuschlag je		Innen- durch- messer	Kreis- fläche für den Durch- messer nach Spalte 1	Flächenzuschlag je	
		1 cm	1 mm			1 cm	1 mm
		Durchmesserzunahme				Durchmesserzunahme	
m	m ²	m ²	m ²	m	m ²	m ²	m ²
Sp. 1	Spalte 2	Spalte 3	Spalte 4	Sp. 1	Spalte 2	Spalte 3	Spalte 4
60,0	2 827,433	0,943	0,094	65,0	3 318,307	1,022	0,102
60,1	2 836,866	0,945	0,094	65,1	3 328,525	1,023	0,102
60,2	2 846,314	0,946	0,095	65,2	3 338,759	1,025	0,102
60,3	2 855,778	0,948	0,095	65,3	3 349,008	1,027	0,103
60,4	2 865,258	0,950	0,095	65,4	3 359,274	1,028	0,103
60,5	2 874,754	0,951	0,095	65,5	3 369,554	1,030	0,103
60,6	2 884,265	0,953	0,095	65,6	3 379,851	1,031	0,103
60,7	2 893,792	0,954	0,095	65,7	3 390,163	1,033	0,103
60,8	2 903,334	0,956	0,096	65,8	3 400,491	1,034	0,103
60,9	2 912,893	0,957	0,096	65,9	3 410,835	1,036	0,104
61,0	2 922,467	0,959	0,096	66,0	3 421,194	1,038	0,104
61,1	2 932,056	0,961	0,096	66,1	3 431,570	1,039	0,104
61,2	2 941,662	0,962	0,096	66,2	3 441,960	1,041	0,104
61,3	2 951,283	0,964	0,096	66,3	3 452,367	1,042	0,104
61,4	2 960,920	0,965	0,097	66,4	3 462,789	1,044	0,104
61,5	2 970,572	0,967	0,097	66,5	3 473,227	1,045	0,105
61,6	2 980,240	0,968	0,097	66,6	3 483,681	1,047	0,105
61,7	2 989,924	0,970	0,097	66,7	3 494,150	1,049	0,105
61,8	2 999,624	0,972	0,097	66,8	3 504,635	1,050	0,105
61,9	3 009,339	0,973	0,097	66,9	3 515,136	1,052	0,105
62,0	3 019,071	0,975	0,097	67,0	3 525,652	1,053	0,105
62,1	3 028,817	0,976	0,098	67,1	3 536,185	1,055	0,105
62,2	3 038,580	0,978	0,098	67,2	3 546,732	1,056	0,106
62,3	3 048,358	0,979	0,098	67,3	3 557,296	1,058	0,106
62,4	3 058,152	0,981	0,098	67,4	3 567,875	1,060	0,106
62,5	3 067,962	0,983	0,098	67,5	3 578,470	1,061	0,106
62,6	3 077,787	0,984	0,098	67,6	3 589,081	1,063	0,106
62,7	3 087,628	0,986	0,099	67,7	3 599,708	1,064	0,106
62,8	3 097,485	0,987	0,099	67,8	3 610,350	1,066	0,107
62,9	3 107,357	0,989	0,099	67,9	3 621,008	1,067	0,107
63,0	3 117,245	0,990	0,099	68,0	3 631,681	1,069	0,107
63,1	3 127,149	0,992	0,099	68,1	3 642,370	1,070	0,107
63,2	3 137,069	0,994	0,099	68,2	3 653,075	1,072	0,107
63,3	3 147,004	0,995	0,100	68,3	3 663,796	1,074	0,107
63,4	3 156,955	0,997	0,100	68,4	3 674,532	1,075	0,108
63,5	3 166,922	0,998	0,100	68,5	3 685,285	1,077	0,108
63,6	3 176,904	1,000	0,100	68,6	3 696,052	1,078	0,108
63,7	3 186,902	1,001	0,100	68,7	3 706,836	1,080	0,108
63,8	3 196,916	1,003	0,100	68,8	3 717,635	1,081	0,108
63,9	3 206,946	1,005	0,100	68,9	3 728,450	1,083	0,108
64,0	3 216,991	1,006	0,101	69,0	3 739,281	1,085	0,108
64,1	3 227,052	1,008	0,101	69,1	3 750,127	1,086	0,109
64,2	3 237,128	1,009	0,101	69,2	3 760,989	1,088	0,109
64,3	3 247,221	1,011	0,101	69,3	3 771,867	1,089	0,109
64,4	3 257,329	1,012	0,101	69,4	3 782,760	1,091	0,109
64,5	3 267,453	1,014	0,101	69,5	3 793,669	1,092	0,109
64,6	3 277,592	1,016	0,102	69,6	3 804,594	1,094	0,109
64,7	3 287,747	1,017	0,102	69,7	3 815,535	1,096	0,110
64,8	3 297,918	1,019	0,102	69,8	3 826,491	1,097	0,110
64,9	3 308,105	1,020	0,102	69,9	3 837,463	1,099	0,110
65,0	3 318,307	1,022	0,102	70,0	3 848,451	1,100	0,110

Zur Berechnung des Querschnitts aus dem Innendurchmesser

Innendurchmesser	Kreisfläche für den Durchmesser nach Spalte 1	Flächenzuschlag je		Innendurchmesser	Kreisfläche für den Durchmesser nach Spalte 1	Flächenzuschlag je	
		1 cm Durchmesserzunahme	1 mm Durchmesserzunahme			1 cm Durchmesserzunahme	1 mm Durchmesserzunahme
m	m ²	m ²	m ²	m	m ²	m ²	m ²
Sp. 1	Spalte 2	Spalte 3	Spalte 4	Sp. 1	Spalte 2	Spalte 3	Spalte 4
70,0	3 848,451	1,100	0,110	75,0	4 417,865	1,179	0,118
70,1	3 859,454	1,102	0,110	75,1	4 429,653	1,180	0,118
70,2	3 870,474	1,103	0,110	75,2	4 441,458	1,182	0,118
70,3	3 881,508	1,105	0,111	75,3	4 453,278	1,184	0,118
70,4	3 892,559	1,107	0,111	75,4	4 465,114	1,185	0,119
70,5	3 903,625	1,108	0,111	75,5	4 476,966	1,187	0,119
70,6	3 914,707	1,110	0,111	75,6	4 488,833	1,188	0,119
70,7	3 925,805	1,111	0,111	75,7	4 500,716	1,190	0,119
70,8	3 936,918	1,113	0,111	75,8	4 512,615	1,191	0,119
70,9	3 948,047	1,114	0,111	75,9	4 524,530	1,193	0,119
71,0	3 959,192	1,116	0,112	76,0	4 536,460	1,195	0,119
71,1	3 970,353	1,118	0,112	76,1	4 548,406	1,196	0,120
71,2	3 981,529	1,119	0,112	76,2	4 560,367	1,198	0,120
71,3	3 992,721	1,121	0,112	76,3	4 572,345	1,199	0,120
71,4	4 003,928	1,122	0,112	76,4	4 584,338	1,201	0,120
71,5	4 015,152	1,124	0,112	76,5	4 596,346	1,202	0,120
71,6	4 026,391	1,125	0,113	76,6	4 608,371	1,204	0,120
71,7	4 037,646	1,127	0,113	76,7	4 620,411	1,206	0,121
71,8	4 048,916	1,129	0,113	76,8	4 632,467	1,207	0,121
71,9	4 060,202	1,130	0,113	76,9	4 644,538	1,209	0,121
72,0	4 071,504	1,132	0,113	77,0	4 656,626	1,210	0,121
72,1	4 082,822	1,133	0,113	77,1	4 668,729	1,212	0,121
72,2	4 094,155	1,135	0,113	77,2	4 680,847	1,213	0,121
72,3	4 105,504	1,136	0,114	77,3	4 692,982	1,215	0,122
72,4	4 116,869	1,138	0,114	77,4	4 705,132	1,217	0,122
72,5	4 128,249	1,140	0,114	77,5	4 717,298	1,218	0,122
72,6	4 139,645	1,141	0,114	77,6	4 729,479	1,220	0,122
72,7	4 151,057	1,143	0,114	77,7	4 741,676	1,221	0,122
72,8	4 162,485	1,144	0,114	77,8	4 753,889	1,223	0,122
72,9	4 173,928	1,146	0,115	77,9	4 766,118	1,224	0,122
73,0	4 185,387	1,147	0,115	78,0	4 778,362	1,226	0,123
73,1	4 196,861	1,149	0,115	78,1	4 790,622	1,228	0,123
73,2	4 208,352	1,151	0,115	78,2	4 802,898	1,229	0,123
73,3	4 219,858	1,152	0,115	78,3	4 815,190	1,231	0,123
73,4	4 231,380	1,154	0,115	78,4	4 827,497	1,232	0,123
73,5	4 242,917	1,155	0,116	78,5	4 839,820	1,234	0,123
73,6	4 254,470	1,157	0,116	78,6	4 852,158	1,235	0,124
73,7	4 266,039	1,158	0,116	78,7	4 864,513	1,237	0,124
73,8	4 277,624	1,160	0,116	78,8	4 876,883	1,239	0,124
73,9	4 289,224	1,162	0,116	78,9	4 889,269	1,240	0,124
74,0	4 300,840	1,163	0,116	79,0	4 901,670	1,242	0,124
74,1	4 312,472	1,165	0,116	79,1	4 914,087	1,243	0,124
74,2	4 324,120	1,166	0,117	79,2	4 926,520	1,245	0,124
74,3	4 335,783	1,168	0,117	79,3	4 938,968	1,246	0,125
74,4	4 347,462	1,169	0,117	79,4	4 951,433	1,248	0,125
74,5	4 359,156	1,171	0,117	79,5	4 963,913	1,250	0,125
74,6	4 370,866	1,173	0,117	79,6	4 976,408	1,251	0,125
74,7	4 382,592	1,174	0,117	79,7	4 988,920	1,253	0,125
74,8	4 394,334	1,176	0,118	79,8	5 001,447	1,254	0,125
74,9	4 406,092	1,177	0,118	79,9	5 013,990	1,256	0,126
75,0	4 417,865	1,179	0,118	80,0	5 026,548	1,257	0,126

Zur Berechnung des Querschnitts aus dem Innendurchmesser

Innendurchmesser	Kreisfläche für den Durchmesser nach Spalte 1	Flächenzuschlag je		Innendurchmesser	Kreisfläche für den Durchmesser nach Spalte 1	Flächenzuschlag je	
		1 cm	1 mm			1 cm	1 mm
		Durchmesserzunahme				Durchmesserzunahme	
m	m ²	m ²	m ²	m	m ²	m ²	m ²
Sp. 1	Spalte 2	Spalte 3	Spalte 4	Sp. 1	Spalte 2	Spalte 3	Spalte 4
80,0	5 026,548	1,257	0,126	85,0	5 674,502	1,336	0,134
80,1	5 039,122	1,259	0,126	85,1	5 687,861	1,338	0,134
80,2	5 051,712	1,261	0,126	85,2	5 701,237	1,339	0,134
80,3	5 064,318	1,262	0,126	85,3	5 714,628	1,341	0,134
80,4	5 076,939	1,264	0,126	85,4	5 728,034	1,342	0,134
80,5	5 089,576	1,265	0,127	85,5	5 741,457	1,344	0,134
80,6	5 102,229	1,267	0,127	85,6	5 754,895	1,345	0,135
80,7	5 114,898	1,268	0,127	85,7	5 768,349	1,347	0,135
80,8	5 127,582	1,270	0,127	85,8	5 781,819	1,349	0,135
80,9	5 140,282	1,272	0,127	85,9	5 795,304	1,350	0,135
81,0	5 152,997	1,273	0,127	86,0	5 808,805	1,352	0,135
81,1	5 165,729	1,275	0,127	86,1	5 822,322	1,353	0,135
81,2	5 178,476	1,276	0,128	86,2	5 835,854	1,355	0,135
81,3	5 191,238	1,278	0,128	86,3	5 849,402	1,356	0,136
81,4	5 204,017	1,279	0,128	86,4	5 862,966	1,358	0,136
81,5	5 216,811	1,281	0,128	86,5	5 876,545	1,360	0,136
81,6	5 229,621	1,283	0,128	86,6	5 890,141	1,361	0,136
81,7	5 242,446	1,284	0,128	86,7	5 903,752	1,363	0,136
81,8	5 255,288	1,286	0,129	86,8	5 917,378	1,364	0,136
81,9	5 268,145	1,287	0,129	86,9	5 931,021	1,366	0,137
82,0	5 281,017	1,289	0,129	87,0	5 944,679	1,367	0,137
82,1	5 293,906	1,290	0,129	87,1	5 958,352	1,369	0,137
82,2	5 306,810	1,292	0,129	87,2	5 972,042	1,371	0,137
82,3	5 319,730	1,294	0,129	87,3	5 985,747	1,372	0,137
82,4	5 332,665	1,295	0,130	87,4	5 999,468	1,374	0,137
82,5	5 345,616	1,297	0,130	87,5	6 013,205	1,375	0,138
82,6	5 358,583	1,298	0,130	87,6	6 026,957	1,377	0,138
82,7	5 371,566	1,300	0,130	87,7	6 040,725	1,378	0,138
82,8	5 384,564	1,301	0,130	87,8	6 054,509	1,380	0,138
82,9	5 397,578	1,303	0,130	87,9	6 068,308	1,382	0,138
83,0	5 410,608	1,305	0,130	88,0	6 082,123	1,383	0,138
83,1	5 423,653	1,306	0,131	88,1	6 095,954	1,385	0,138
83,2	5 436,715	1,308	0,131	88,2	6 109,801	1,386	0,139
83,3	5 449,791	1,309	0,131	88,3	6 123,663	1,388	0,139
83,4	5 462,884	1,311	0,131	88,4	6 137,541	1,389	0,139
83,5	5 475,992	1,312	0,131	88,5	6 151,435	1,391	0,139
83,6	5 489,116	1,314	0,131	88,6	6 165,344	1,393	0,139
83,7	5 502,256	1,316	0,132	88,7	6 179,269	1,394	0,139
83,8	5 515,411	1,317	0,132	88,8	6 193,210	1,396	0,140
83,9	5 528,583	1,319	0,132	88,9	6 207,167	1,397	0,140
84,0	5 541,769	1,320	0,132	89,0	6 221,139	1,399	0,140
84,1	5 554,972	1,322	0,132	89,1	6 235,127	1,400	0,140
84,2	5 568,190	1,323	0,132	89,2	6 249,130	1,402	0,140
84,3	5 581,424	1,325	0,132	89,3	6 263,150	1,404	0,140
84,4	5 594,674	1,327	0,133	89,4	6 277,185	1,405	0,141
84,5	5 607,939	1,328	0,133	89,5	6 291,236	1,407	0,141
84,6	5 621,220	1,330	0,133	89,6	6 305,302	1,408	0,141
84,7	5 634,517	1,331	0,133	89,7	6 319,384	1,410	0,141
84,8	5 647,830	1,333	0,133	89,8	6 333,482	1,411	0,141
84,9	5 661,158	1,334	0,133	89,9	6 347,596	1,413	0,141
85,0	5 674,502	1,336	0,134	90,0	6 361,725	1,415	0,141

Zur Berechnung des Querschnitts aus dem Innendurchmesser

Innendurchmesser	Kreisfläche für den Durchmesser nach Spalte 1	Flächenzuschlag je		Innendurchmesser	Kreisfläche für den Durchmesser nach Spalte 1	Flächenzuschlag je	
		1 cm Durchmesserzunahme	1 mm Durchmesserzunahme			1 cm Durchmesserzunahme	1 mm Durchmesserzunahme
m	m ²	m ²	m ²	m	m ²	m ²	m ²
Sp. 1	Spalte 2	Spalte 3	Spalte 4	Sp. 1	Spalte 2	Spalte 3	Spalte 4
90,0	6 361,725	1,415	0,141	95,0	7 088,218	1,493	0,149
90,1	6 375,870	1,416	0,142	95,1	7 103,149	1,495	0,149
90,2	6 390,031	1,418	0,142	95,2	7 118,095	1,496	0,150
90,3	6 404,207	1,419	0,142	95,3	7 133,057	1,498	0,150
90,4	6 418,399	1,421	0,142	95,4	7 148,034	1,499	0,150
90,5	6 432,607	1,422	0,142	95,5	7 163,028	1,501	0,150
90,6	6 446,831	1,424	0,142	95,6	7 178,037	1,502	0,150
90,7	6 461,070	1,425	0,143	95,7	7 193,061	1,504	0,150
90,8	6 475,325	1,427	0,143	95,8	7 208,102	1,506	0,151
90,9	6 489,596	1,429	0,143	95,9	7 223,158	1,507	0,151
91,0	6 503,882	1,430	0,143	96,0	7 238,229	1,509	0,151
91,1	6 518,184	1,432	0,143	96,1	7 253,317	1,510	0,151
91,2	6 532,502	1,433	0,143	96,2	7 268,420	1,512	0,151
91,3	6 546,836	1,435	0,143	96,3	7 283,539	1,513	0,151
91,4	6 561,185	1,436	0,144	96,4	7 298,674	1,515	0,152
91,5	6 575,550	1,438	0,144	96,5	7 313,824	1,517	0,152
91,6	6 589,930	1,440	0,144	96,6	7 328,990	1,518	0,152
91,7	6 604,327	1,441	0,144	96,7	7 344,172	1,520	0,152
91,8	6 618,739	1,443	0,144	96,8	7 359,369	1,521	0,152
91,9	6 633,167	1,444	0,144	96,9	7 374,582	1,523	0,152
92,0	6 647,610	1,446	0,145	97,0	7 389,811	1,524	0,152
92,1	6 662,069	1,447	0,145	97,1	7 405,056	1,526	0,153
92,2	6 676,544	1,449	0,145	97,2	7 420,316	1,528	0,153
92,3	6 691,035	1,451	0,145	97,3	7 435,592	1,529	0,153
92,4	6 705,541	1,452	0,145	97,4	7 450,884	1,531	0,153
92,5	6 720,063	1,454	0,145	97,5	7 466,191	1,532	0,153
92,6	6 734,601	1,455	0,146	97,6	7 481,514	1,534	0,153
92,7	6 749,154	1,457	0,146	97,7	7 496,853	1,535	0,154
92,8	6 763,723	1,458	0,146	97,8	7 512,208	1,537	0,154
92,9	6 778,308	1,460	0,146	97,9	7 527,578	1,539	0,154
93,0	6 792,909	1,462	0,146	98,0	7 542,964	1,540	0,154
93,1	6 807,525	1,463	0,146	98,1	7 558,366	1,542	0,154
93,2	6 822,157	1,465	0,146	98,2	7 573,783	1,543	0,154
93,3	6 836,805	1,466	0,147	98,3	7 589,216	1,545	0,154
93,4	6 851,468	1,468	0,147	98,4	7 604,665	1,546	0,155
93,5	6 866,147	1,469	0,147	98,5	7 620,129	1,548	0,155
93,6	6 880,842	1,471	0,147	98,6	7 635,610	1,550	0,155
93,7	6 895,552	1,473	0,147	98,7	7 651,105	1,551	0,155
93,8	6 910,279	1,474	0,147	98,8	7 666,617	1,553	0,155
93,9	6 925,021	1,476	0,148	98,9	7 682,144	1,554	0,155
94,0	6 939,778	1,477	0,148	99,0	7 697,687	1,556	0,156
94,1	6 954,552	1,479	0,148	99,1	7 713,246	1,557	0,156
94,2	6 969,341	1,480	0,148	99,2	7 728,821	1,559	0,156
94,3	6 984,145	1,482	0,148	99,3	7 744,411	1,561	0,156
94,4	6 998,966	1,484	0,148	99,4	7 760,017	1,562	0,156
94,5	7 013,802	1,485	0,149	99,5	7 775,638	1,564	0,156
94,6	7 028,654	1,487	0,149	99,6	7 791,275	1,565	0,157
94,7	7 043,521	1,488	0,149	99,7	7 806,928	1,567	0,157
94,8	7 058,405	1,490	0,149	99,8	7 822,597	1,568	0,157
94,9	7 073,304	1,491	0,149	99,9	7 838,282	1,570	0,157
95,0	7 088,218	1,493	0,149	100,0	7 853,982	1,572	0,157

Zur Berechnung des Querschnitts aus dem Innendurchmesser

Innendurchmesser	Kreisfläche für den Durchmesser nach Spalte 1	Flächenzuschlag je		Innendurchmesser	Kreisfläche für den Durchmesser nach Spalte 1	Flächenzuschlag je	
		1 cm	1 mm			1 cm	1 mm
		Durchmesserzunahme				Durchmesserzunahme	
m	m ²	m ²	m ²	m	m ²	m ²	m ²
Sp. 1	Spalte 2	Spalte 3	Spalte 4	Sp. 1	Spalte 2	Spalte 3	Spalte 4
100,0	7 853,982	1,572	0,157	105,0	8 659,015	1,650	0,165
100,1	7 869,697	1,573	0,157	105,1	8 675,516	1,652	0,165
100,2	7 885,429	1,575	0,157	105,2	8 692,033	1,653	0,165
100,3	7 901,176	1,576	0,158	105,3	8 708,566	1,655	0,165
100,4	7 916,939	1,578	0,158	105,4	8 725,114	1,656	0,166
100,5	7 932,718	1,579	0,158	105,5	8 741,678	1,658	0,166
100,6	7 948,512	1,581	0,158	105,6	8 758,258	1,660	0,166
100,7	7 964,322	1,583	0,158	105,7	8 774,853	1,661	0,166
100,8	7 980,148	1,584	0,158	105,8	8 791,464	1,663	0,166
100,9	7 995,989	1,586	0,159	105,9	8 808,091	1,664	0,166
101,0	8 011,847	1,587	0,159	106,0	8 824,734	1,666	0,167
101,1	8 027,720	1,589	0,159	106,1	8 841,392	1,667	0,167
101,2	8 043,608	1,590	0,159	106,2	8 858,066	1,669	0,167
101,3	8 059,512	1,592	0,159	106,3	8 874,756	1,671	0,167
101,4	8 075,433	1,594	0,159	106,4	8 891,461	1,672	0,167
101,5	8 091,368	1,595	0,160	106,5	8 908,182	1,674	0,167
101,6	8 107,320	1,597	0,160	106,6	8 924,919	1,675	0,168
101,7	8 123,287	1,598	0,160	106,7	8 941,672	1,677	0,168
101,8	8 139,270	1,600	0,160	106,8	8 958,440	1,678	0,168
101,9	8 155,268	1,601	0,160	106,9	8 975,224	1,680	0,168
102,0	8 171,282	1,603	0,160	107,0	8 992,024	1,682	0,168
102,1	8 187,312	1,605	0,160	107,1	9 008,839	1,683	0,168
102,2	8 203,358	1,606	0,161	107,2	9 025,670	1,685	0,168
102,3	8 219,420	1,608	0,161	107,3	9 042,517	1,686	0,169
102,4	8 235,497	1,609	0,161	107,4	9 059,379	1,688	0,169
102,5	8 251,589	1,611	0,161	107,5	9 076,258	1,689	0,169
102,6	8 267,698	1,612	0,161	107,6	9 093,151	1,691	0,169
102,7	8 283,822	1,614	0,161	107,7	9 110,061	1,693	0,169
102,8	8 299,962	1,616	0,162	107,8	9 126,986	1,694	0,169
102,9	8 316,118	1,617	0,162	107,9	9 143,927	1,696	0,170
103,0	8 332,289	1,619	0,162	108,0	9 160,884	1,697	0,170
103,1	8 348,476	1,620	0,162	108,1	9 177,857	1,699	0,170
103,2	8 364,679	1,622	0,162	108,2	9 194,845	1,700	0,170
103,3	8 380,897	1,623	0,162	108,3	9 211,849	1,702	0,170
103,4	8 397,132	1,625	0,162	108,4	9 228,868	1,704	0,170
103,5	8 413,381	1,627	0,163	108,5	9 245,904	1,705	0,171
103,6	8 429,647	1,628	0,163	108,6	9 262,955	1,707	0,171
103,7	8 445,928	1,630	0,163	108,7	9 280,021	1,708	0,171
103,8	8 462,225	1,631	0,163	108,8	9 297,104	1,710	0,171
103,9	8 478,538	1,633	0,163	108,9	9 314,202	1,711	0,171
104,0	8 494,867	1,634	0,163	109,0	9 331,316	1,713	0,171
104,1	8 511,211	1,636	0,164	109,1	9 348,445	1,715	0,171
104,2	8 527,571	1,638	0,164	109,2	9 365,590	1,716	0,172
104,3	8 543,946	1,639	0,164	109,3	9 382,751	1,718	0,172
104,4	8 560,337	1,641	0,164	109,4	9 399,928	1,719	0,172
104,5	8 576,744	1,642	0,164	109,5	9 417,120	1,721	0,172
104,6	8 593,167	1,644	0,164	109,6	9 434,328	1,722	0,172
104,7	8 609,605	1,645	0,165	109,7	9 451,552	1,724	0,172
104,8	8 626,059	1,647	0,165	109,8	9 468,792	1,726	0,173
104,9	8 642,529	1,649	0,165	109,9	9 486,047	1,727	0,173
105,0	8 659,015	1,650	0,165	110,0	9 503,318	1,729	0,173

Zur Berechnung des Querschnitts aus dem Innendurchmesser

Innendurchmesser	Kreisfläche für den Durchmesser nach Spalte 1	Flächenzuschlag je		Innendurchmesser	Kreisfläche für den Durchmesser nach Spalte 1	Flächenzuschlag je	
		1 cm Durchmesserzunahme	1 mm Durchmesserzunahme			1 cm Durchmesserzunahme	1 mm Durchmesserzunahme
m	m ²	m ²	m ²	m	m ²	m ²	m ²
Sp. 1	Spalte 2	Spalte 3	Spalte 4	Sp. 1	Spalte 2	Spalte 3	Spalte 4
110,0	9 503,318	1,729	0,173	115,0	10 386,891	1,807	0,181
110,1	9 520,604	1,730	0,173	115,1	10 404,963	1,809	0,181
110,2	9 537,907	1,732	0,173	115,2	10 423,050	1,810	0,181
110,3	9 555,225	1,733	0,173	115,3	10 441,154	1,812	0,181
110,4	9 572,558	1,735	0,173	115,4	10 459,273	1,813	0,181
110,5	9 589,908	1,737	0,174	115,5	10 477,408	1,815	0,182
110,6	9 607,273	1,738	0,174	115,6	10 495,558	1,817	0,182
110,7	9 624,654	1,740	0,174	115,7	10 513,725	1,818	0,182
110,8	9 642,051	1,741	0,174	115,8	10 531,907	1,820	0,182
110,9	9 659,463	1,743	0,174	115,9	10 550,104	1,821	0,182
111,0	9 676,891	1,744	0,174	116,0	10 568,318	1,823	0,182
111,1	9 694,334	1,746	0,175	116,1	10 586,547	1,824	0,182
111,2	9 711,794	1,748	0,175	116,2	10 604,792	1,826	0,183
111,3	9 729,269	1,749	0,175	116,3	10 623,052	1,828	0,183
111,4	9 746,760	1,751	0,175	116,4	10 641,328	1,829	0,183
111,5	9 764,266	1,752	0,175	116,5	10 659,620	1,831	0,183
111,6	9 781,789	1,754	0,175	116,6	10 677,928	1,832	0,183
111,7	9 799,326	1,755	0,176	116,7	10 696,251	1,834	0,183
111,8	9 816,880	1,757	0,176	116,8	10 714,590	1,835	0,184
111,9	9 834,449	1,759	0,176	116,9	10 732,945	1,837	0,184
112,0	9 852,035	1,760	0,176	117,0	10 751,315	1,839	0,184
112,1	9 869,635	1,762	0,176	117,1	10 769,702	1,840	0,184
112,2	9 887,252	1,763	0,176	117,2	10 788,104	1,842	0,184
112,3	9 904,884	1,765	0,176	117,3	10 806,521	1,843	0,184
112,4	9 922,532	1,766	0,177	117,4	10 824,954	1,845	0,184
112,5	9 940,196	1,768	0,177	117,5	10 843,403	1,846	0,185
112,6	9 957,875	1,770	0,177	117,6	10 861,868	1,848	0,185
112,7	9 975,570	1,771	0,177	117,7	10 880,349	1,850	0,185
112,8	9 993,281	1,773	0,177	117,8	10 898,845	1,851	0,185
112,9	10 011,007	1,774	0,177	117,9	10 917,356	1,853	0,185
113,0	10 028,749	1,776	0,178	118,0	10 935,884	1,854	0,185
113,1	10 046,507	1,777	0,178	118,1	10 954,427	1,856	0,186
113,2	10 064,281	1,779	0,178	118,2	10 972,986	1,857	0,186
113,3	10 082,070	1,780	0,178	118,3	10 991,561	1,859	0,186
113,4	10 099,875	1,782	0,178	118,4	11 010,15	1,86	0,19
113,5	10 117,695	1,784	0,178	118,5	11 028,76	1,86	0,19
113,6	10 135,532	1,785	0,179	118,6	11 047,38	1,86	0,19
113,7	10 153,384	1,787	0,179	118,7	11 066,02	1,87	0,19
113,8	10 171,252	1,788	0,179	118,8	11 084,67	1,87	0,19
113,9	10 189,135	1,790	0,179	118,9	11 103,34	1,87	0,19
114,0	10 207,035	1,791	0,179	119,0	11 122,02	1,87	0,19
114,1	10 224,949	1,793	0,179	119,1	11 140,72	1,87	0,19
114,2	10 242,880	1,795	0,180	119,2	11 159,44	1,87	0,19
114,3	10 260,826	1,796	0,180	119,3	11 178,17	1,87	0,19
114,4	10 278,789	1,798	0,180	119,4	11 196,92	1,88	0,19
114,5	10 296,766	1,799	0,180	119,5	11 215,68	1,88	0,19
114,6	10 314,760	1,801	0,180	119,6	11 234,46	1,88	0,19
114,7	10 332,769	1,802	0,180	119,7	11 253,26	1,88	0,19
114,8	10 350,794	1,804	0,180	119,8	11 272,07	1,88	0,19
114,9	10 368,834	1,806	0,181	119,9	11 290,89	1,88	0,19
115,0	10 386,891	1,807	0,181	120,0	11 309,73	1,89	0,19

Anlage 1
Tabelle 3
Volumen und Flächenzuschlag von Mannlochstützen

Mittl. Tiefe des Mannlochstützens	Stützdurchmesser in mm													
	400		450		500		550		600		700		800	
mm	Volumen	Flächenzuschlag	Volumen	Flächenzuschlag	Volumen	Flächenzuschlag	Volumen	Flächenzuschlag	Volumen	Flächenzuschlag	Volumen	Flächenzuschlag	Volumen	Flächenzuschlag
5	0,6	0,00157	0,8	0,00177	1,0	0,00196	1,2	0,00216	1,4	0,00236	1,9	0,00275	2,5	0,00314
10	1,3	0,00314	1,6	0,00353	2,0	0,00432	2,4	0,00471	2,8	0,00511	3,8	0,00650	5,0	0,00628
15	1,9	0,00471	2,4	0,00530	2,9	0,00589	3,6	0,00648	4,2	0,00707	5,8	0,00942	7,5	0,00942
20	2,5	0,00628	3,2	0,00707	3,9	0,00785	4,8	0,00864	5,7	0,00942	7,7	0,01100	10,1	0,01257
25	3,1	0,00785	4,0	0,00884	4,9	0,00982	5,9	0,01080	7,1	0,01178	9,6	0,01374	12,6	0,01571
30	3,8	0,00942	4,8	0,01080	5,9	0,01178	7,1	0,01296	8,5	0,01414	11,5	0,01649	15,1	0,01885
35	4,4	0,01100	5,6	0,01237	6,9	0,01374	8,3	0,01512	10,0	0,01649	13,5	0,01924	17,6	0,02199
40	5,0	0,01257	6,4	0,01414	7,9	0,01571	9,5	0,01728	11,3	0,01885	15,4	0,02199	20,1	0,02513
45	5,7	0,01414	7,2	0,01590	8,8	0,01767	10,7	0,01944	12,7	0,02121	17,3	0,02474	22,6	0,02827
50	6,3	0,01571	8,0	0,01767	9,8	0,01963	11,9	0,02160	14,1	0,02356	19,2	0,02749	25,1	0,03142
55	6,9	0,01728	8,7	0,01944	10,8	0,02160	13,1	0,02376	15,6	0,02592	21,2	0,03024	27,6	0,03456
60	7,5	0,01885	9,5	0,02121	11,8	0,02356	14,3	0,02592	17,0	0,02827	23,1	0,03299	30,2	0,03770
65	8,2	0,02042	10,3	0,02297	12,8	0,02553	15,4	0,02808	18,4	0,03063	25,0	0,03574	32,7	0,04084
70	8,8	0,02199	11,1	0,02474	13,7	0,02749	16,6	0,03024	19,8	0,03299	26,9	0,03848	35,2	0,04398
75	9,4	0,02356	11,9	0,02651	14,7	0,02945	17,8	0,03240	21,2	0,03534	28,9	0,04123	37,7	0,04712
80	10,1	0,02513	12,7	0,02827	15,7	0,03142	19,0	0,03456	22,6	0,03770	30,8	0,04398	40,2	0,05027
85	10,7	0,02670	13,5	0,03004	16,7	0,03338	20,2	0,03672	24,0	0,04006	32,7	0,04673	42,7	0,05341
90	11,3	0,02827	14,3	0,03181	17,7	0,03534	21,4	0,03888	25,4	0,04241	34,6	0,04948	45,2	0,05655
95	11,9	0,02985	15,1	0,03358	18,7	0,03731	22,6	0,04104	26,9	0,04477	36,6	0,05223	47,8	0,05989
100	12,6	0,03142	15,9	0,03534	19,6	0,03927	23,8	0,04320	28,3	0,04712	38,5	0,05498	50,3	0,06283
105	13,2	0,03299	16,7	0,03711	20,8	0,04123	24,9	0,04536	29,7	0,04948	40,4	0,05773	52,8	0,06597
110	13,8	0,03456	17,5	0,03888	21,8	0,04320	26,1	0,04752	31,1	0,05184	42,3	0,06048	55,3	0,06912
115	14,5	0,03613	18,3	0,04064	22,8	0,04516	27,3	0,04968	32,5	0,05419	44,3	0,06322	57,8	0,07226
120	15,1	0,03770	19,1	0,04241	23,6	0,04712	28,5	0,05184	33,9	0,05655	46,2	0,06597	60,3	0,07540
125	15,7	0,03927	19,9	0,04418	24,5	0,04909	29,7	0,05400	35,3	0,05890	48,1	0,06872	62,8	0,07854
130	16,3	0,04084	20,7	0,04595	25,5	0,05105	30,9	0,05616	36,8	0,06126	50,0	0,07147	65,3	0,08168
135	17,0	0,04241	21,5	0,04771	26,5	0,05301	32,1	0,05832	38,2	0,06362	52,0	0,07422	67,9	0,08482
140	17,6	0,04398	22,3	0,04948	27,5	0,05498	33,3	0,06048	39,6	0,06597	53,9	0,07697	70,4	0,08795
145	18,2	0,04555	23,1	0,05125	28,5	0,05694	34,4	0,06264	41,0	0,06833	55,8	0,07972	72,9	0,09111
150	18,8	0,04712	23,9	0,05301	29,5	0,05890	35,6	0,06480	42,4	0,07089	57,7	0,08247	75,4	0,09425
155	19,5	0,04869	24,7	0,05478	30,4	0,06087	36,8	0,06696	43,8	0,07304	59,7	0,08522	77,9	0,09739
160	20,1	0,05027	25,4	0,05655	31,4	0,06283	38,0	0,06912	45,2	0,07540	61,6	0,08796	80,4	0,10053
165	20,7	0,05184	26,2	0,05832	32,4	0,06480	39,2	0,07127	46,7	0,07775	63,5	0,09071	82,9	0,10367
170	21,4	0,05341	27,0	0,06008	33,4	0,06676	40,4	0,07343	48,1	0,08011	65,4	0,09346	85,5	0,10681
175	22,0	0,05498	27,8	0,06185	34,4	0,06872	41,6	0,07559	49,5	0,08247	67,3	0,09696	88,0	0,10996
180	22,6	0,05655	28,6	0,06362	35,3	0,07069	42,8	0,07775	50,9	0,08482	69,3	0,09960	90,5	0,11310
185	23,2	0,05812	29,4	0,06538	36,3	0,07265	44,0	0,07991	52,3	0,08718	71,2	0,10171	93,0	0,11624

Anlage 1
 Tabelle 3
 Volumen und Flächenzusatzung von Mannlochstützen

190	23,9	0,05969	30,2	0,06715	37,3	0,07461	45,1	0,08207	53,7	0,08954	73,1	0,10446	95,5	0,11938
195	24,5	0,06126	31,0	0,06892	38,3	0,07659	46,3	0,08423	55,1	0,09189	75,0	0,10721	98,0	0,12252
200	25,1	0,06293	31,8	0,07069	39,3	0,07854	47,5	0,08639	56,5	0,09425	77,0	0,10996	100,5	0,12566
205	25,8	0,06440	32,6	0,07245	40,3	0,08050	48,7	0,08855	58,0	0,09660	78,9	0,11270	103,0	0,12881
210	26,4	0,06597	33,4	0,07422	41,2	0,08247	49,9	0,09071	59,4	0,09896	80,8	0,11545	105,6	0,13195
215	27,0	0,06754	34,2	0,07599	42,2	0,08443	51,1	0,09287	60,8	0,10132	82,7	0,11820	108,1	0,13509
220	27,6	0,06912	35,0	0,07775	43,2	0,08639	52,3	0,09503	62,2	0,10367	84,7	0,12095	110,6	0,13823
225	28,3	0,07069	35,8	0,07952	44,2	0,08836	53,5	0,09719	63,6	0,10603	86,6	0,12370	113,1	0,14137
230	28,9	0,07226	36,6	0,08129	45,2	0,09032	54,6	0,09935	65,0	0,10838	88,5	0,12645	115,6	0,14451
235	29,5	0,07383	37,4	0,08306	46,1	0,09228	55,8	0,10151	66,4	0,11074	90,5	0,12920	118,1	0,14765
240	30,2	0,07540	38,2	0,08482	47,1	0,09425	57,0	0,10367	67,9	0,11310	92,4	0,13195	120,6	0,15080
245	30,8	0,07697	39,0	0,08659	48,1	0,09621	58,2	0,10563	69,3	0,11545	94,3	0,13470	123,2	0,15394
250	31,4	0,07854	39,8	0,08836	49,1	0,09817	59,4	0,10799	70,7	0,11781	96,2	0,13744	125,7	0,15708
255	32,0	0,08011	40,6	0,09012	50,1	0,10014	60,6	0,11015	72,1	0,12017	98,1	0,14019	128,2	0,16022
260	32,7	0,08168	41,4	0,09189	51,1	0,10210	61,8	0,11231	73,5	0,12252	100,1	0,14294	130,7	0,16336
265	33,3	0,08325	42,1	0,09366	52,0	0,10407	62,9	0,11447	74,9	0,12488	102,0	0,14569	133,2	0,16650
270	33,9	0,08482	42,9	0,09543	53,0	0,10603	64,1	0,11663	76,3	0,12723	103,9	0,14844	135,7	0,16965
275	34,6	0,08639	43,7	0,09719	54,0	0,10799	65,3	0,11879	77,8	0,12959	105,8	0,15119	138,2	0,17279
280	35,2	0,08796	44,5	0,09896	55,0	0,10986	66,5	0,12095	79,2	0,13195	107,8	0,15394	140,7	0,17593
285	35,8	0,08954	45,3	0,10073	56,0	0,11192	67,7	0,12311	80,6	0,13430	109,7	0,15669	143,3	0,17907
290	36,4	0,09111	46,1	0,10249	56,9	0,11388	68,9	0,12527	82,0	0,13666	111,6	0,15944	145,8	0,18221
295	37,1	0,09268	46,9	0,10426	57,9	0,11585	70,1	0,12745	83,4	0,13902	113,5	0,16218	148,3	0,18535
300	37,7	0,09425	47,7	0,10603	58,9	0,11781	71,3	0,12959	84,8	0,14137	115,5	0,16493	150,8	0,18850
305	38,3	0,09582	48,5	0,10780	59,9	0,11977	72,5	0,13175	86,2	0,14373	117,4	0,16768	153,3	0,19164
310	38,9	0,09739	49,3	0,10966	60,9	0,12174	73,7	0,13391	87,7	0,14608	119,3	0,17043	155,8	0,19478
315	39,6	0,09896	50,1	0,11153	61,9	0,12370	74,8	0,13607	89,1	0,14844	121,2	0,17318	158,3	0,19792
320	40,2	0,10053	50,9	0,11310	62,8	0,12566	76,0	0,13823	90,5	0,15080	123,2	0,17593	160,8	0,20106
325	40,8	0,10210	51,7	0,11486	63,8	0,12763	77,2	0,14039	91,9	0,15315	125,1	0,17868	163,4	0,20420
330	41,5	0,10367	52,5	0,11663	64,8	0,12959	78,4	0,14255	93,3	0,15551	127,0	0,18143	165,9	0,20735
335	42,1	0,10524	53,3	0,11840	65,8	0,13155	79,6	0,14471	94,7	0,15787	128,9	0,18418	168,4	0,21049
340	42,7	0,10681	54,1	0,12017	66,8	0,13352	80,8	0,14687	96,1	0,16022	130,8	0,18692	170,9	0,21363
345	43,4	0,10838	54,9	0,12193	67,7	0,13548	82,0	0,14903	97,5	0,16258	132,8	0,18967	173,4	0,21677
350	44,0	0,10996	55,7	0,12370	68,7	0,13744	83,2	0,15119	99,0	0,16493	134,7	0,19242	0,21991	0,22005
355	44,6	0,11153	56,5	0,12547	69,7	0,13941	84,3	0,15335	100,4	0,16729	136,6	0,19517	178,4	0,22305
360	45,2	0,11310	57,3	0,12723	70,7	0,14137	85,5	0,15551	101,8	0,16965	138,5	0,19792	181,0	0,22619
365	45,9	0,11467	58,1	0,12900	71,7	0,14334	86,7	0,15767	103,2	0,17200	140,5	0,20067	183,5	0,22934
370	46,5	0,11624	58,8	0,13077	72,6	0,14530	87,9	0,15983	104,6	0,17436	142,4	0,20342	186,0	0,23248
375	47,1	0,11781	59,6	0,13254	73,6	0,14726	89,1	0,16199	106,0	0,17671	144,3	0,20617	188,5	0,23562
380	47,8	0,11938	60,4	0,13430	74,6	0,14923	90,3	0,16415	107,4	0,17907	146,2	0,20892	191,0	0,23876
385	48,4	0,12095	61,2	0,13607	75,6	0,15119	91,5	0,16631	108,9	0,18143	148,2	0,21166	193,5	0,24190
390	49,0	0,12252	62,0	0,13784	76,6	0,15315	92,7	0,16847	110,3	0,18378	150,1	0,21441	196,0	0,24504
395	49,6	0,12409	62,8	0,13960	77,6	0,15512	93,8	0,17063	111,7	0,18614	152,0	0,21716	198,5	0,24819
400	50,3	0,12566	63,6	0,14137	78,5	0,15708	95,0	0,17279	113,1	0,18850	153,9	0,21991	201,1	0,25133

Rohrvolumen je Meterlänge in Liter

Außen- durch- messer in cm	Rohrvolumen je Meterlänge in Liter									
	,0	,1	,2	,3	,4	,5	,6	,7	,8	,9
1			0,113	0,133	0,154	0,177	0,201	0,227	0,254	0,284
2	0,314	0,346	0,380	0,415	0,452	0,491	0,531	0,573	0,616	0,661
3	0,707	0,755	0,804	0,855	0,908	0,962	1,018	1,075	1,134	1,195
4	1,257	1,320	1,385	1,452	1,521	1,590	1,662	1,735	1,810	1,886
5	1,963	2,043	2,124	2,206	2,290	2,376	2,463	2,552	2,642	2,734
6	2,827	2,922	3,019	3,117	3,217	3,318	3,421	3,526	3,632	3,739
7	3,848	3,959	4,072	4,185	4,301	4,418	4,536	4,657	4,778	4,902
8	5,027	5,153	5,281	5,411	5,542	5,675	5,809	5,945	6,082	6,221
9	6,362	6,504	6,648	6,793	6,940	7,088	7,238	7,390	7,543	7,698
10	7,854	8,012	8,171	8,332	8,495	8,659	8,825	8,992	9,161	9,331
11	9,503	9,677	9,852	10,029	10,207	10,387	10,568	10,751	10,936	11,122
12	11,310	11,499	11,690	11,882	12,076	12,272	12,469	12,668	12,868	13,070
13	13,273	13,478	13,685	13,893	14,103	14,314	14,527	14,741	14,957	15,175
14	15,394	15,615	15,837	16,061	16,286	16,513	16,742	16,972	17,203	17,437
15	17,671	17,908	18,146	18,385	18,627	18,869	19,113	19,359	19,607	19,856
16	20,106	20,358	20,612	20,867	21,124	21,382	21,642	21,904	22,167	22,432
17	22,698	22,966	23,235	23,506	23,779	24,053	24,328	24,606	24,885	25,165
18	25,447	25,730	26,016	26,302	26,590	26,880	27,172	27,465	27,759	28,055
19	28,353	28,652	28,953	29,255	29,559	29,865	30,172	30,481	30,791	31,103
20	31,416	31,731	32,047	32,365	32,685	33,006	33,329	33,654	33,979	34,307
21	34,636	34,967	35,299	35,633	35,968	36,305	36,644	36,984	37,325	37,668
22	38,013	38,360	38,708	39,057	39,408	39,761	40,115	40,471	40,828	41,187
23	41,548	41,910	42,273	42,638	43,005	43,374	43,744	44,115	44,488	44,863
24	45,239	45,617	45,996	46,377	46,759	47,144	47,529	47,916	48,305	48,695
25	49,087	49,481	49,876	50,273	50,671	51,071	51,472	51,875	52,279	52,685
26	53,093	53,502	53,913	54,325	54,739	55,155	55,572	55,990	56,410	56,832
27	57,256	57,680	58,107	58,535	58,965	59,396	59,828	60,263	60,699	61,136
28	61,575	62,016	62,458	62,902	63,347	63,794	64,242	64,692	65,144	65,597
29	66,052	66,508	66,966	67,426	67,887	68,349	68,813	69,279	69,746	70,215
30	70,686	71,158	71,631	72,107	72,583	73,062	73,542	74,023	74,506	74,991
31	75,477	75,964	76,454	76,945	77,437	77,931	78,427	78,924	79,423	79,923
32	80,425	80,928	81,433	81,940	82,448	82,958	83,469	83,982	84,496	85,012
33	85,530	86,049	86,570	87,092	87,616	88,141	88,668	89,197	89,727	90,259
34	90,792	91,327	91,863	92,401	92,941	93,482	94,025	94,569	95,115	95,662
35	96,211	96,762	97,314	97,868	98,423	98,980	99,538	100,098	100,660	101,223
36	101,788	102,354	102,922	103,491	104,062	104,635	105,209	105,784	106,362	106,941
37	107,521	108,103	108,687	109,272	109,858	110,447	111,036	111,628	112,221	112,815
38	113,411	114,009	114,608	115,209	115,812	116,416	117,021	117,628	118,237	118,847
39	119,459	120,072	120,687	121,304	121,922	122,542	123,163	123,786	124,410	125,036
40	125,664	126,293	126,923	127,556	128,190	128,825	129,462	130,100	130,741	131,382
41	132,025	132,670	133,317	133,965	134,614	135,265	135,918	136,572	137,228	137,885
42	138,544	139,205	139,867	140,531	141,196	141,863	142,531	143,201	143,872	144,545
43	145,220	145,896	146,574	147,254	147,934	148,617	149,301	149,987	150,674	151,363
44	152,053	152,745	153,439	154,134	154,830	155,528	156,228	156,930	157,633	158,337
45	159,043	159,751	160,460	161,171	161,883	162,597	163,313	164,030	164,748	165,468
46	166,190	166,914	167,639	168,365	169,093	169,823	170,554	171,287	172,021	172,757
47	173,494	174,234	174,974	175,716	176,460	177,205	177,952	178,701	179,451	180,203
48	180,956	181,711	182,467	183,225	183,984	184,745	185,508	186,272	187,038	187,805
49	188,574	189,345	190,117	190,890	191,665	192,442	193,221	194,000	194,782	195,565
50	196,350	197,136	197,923	198,713	199,504	200,296	201,090	201,886	202,683	203,482

Rohrvolumen je Meterlänge in Liter

Außen- durch- messer in cm	Rohrvolumen je Meterlänge in Liter									
	,0	,1	,2	,3	,4	,5	,6	,7	,8	,9
50	196,350	197,136	197,923	198,713	199,504	200,296	201,090	201,886	202,683	203,482
51	204,282	205,084	205,887	206,692	207,499	208,307	209,117	209,928	210,741	211,556
52	212,372	213,189	214,008	214,829	215,651	216,475	217,301	218,128	218,956	219,787
53	220,618	221,452	222,287	223,123	223,961	224,801	225,642	226,484	227,329	228,175
54	229,022	229,871	230,722	231,574	232,428	233,283	234,140	234,998	235,858	236,720
55	237,583	238,448	239,314	240,182	241,051	241,922	242,795	243,669	244,545	245,422
56	246,301	247,181	248,063	248,947	249,832	250,719	251,607	252,497	253,388	254,281
57	255,176	256,072	256,970	257,869	258,770	259,672	260,576	261,482	262,389	263,298
58	264,208	265,120	266,033	266,948	267,865	268,783	269,703	270,624	271,547	272,471
59	273,397	274,325	275,254	276,184	277,117	278,051	278,986	279,923	280,862	281,802
60	282,743	283,687	284,631	285,578	286,526	287,475	288,424	289,379	290,333	291,289
61	292,247	293,206	294,166	295,128	296,092	297,057	298,024	298,992	299,962	300,934
62	301,907	302,882	303,858	304,836	305,815	306,796	307,779	308,763	309,748	310,736
63	311,725	312,715	313,707	314,700	315,696	316,692	317,690	318,690	319,692	320,695
64	321,699	322,705	323,713	324,722	325,733	326,745	327,759	328,775	329,792	330,810
65	331,831	332,853	333,876	334,901	335,927	336,955	337,985	339,016	340,049	341,083
66	342,119	343,157	344,196	345,237	346,279	347,323	348,368	349,415	350,464	351,514
67	352,565	353,618	354,673	355,730	356,788	357,847	358,908	359,971	361,035	362,101
68	363,168	364,237	365,308	366,380	367,453	368,528	369,605	370,684	371,764	372,845
69	373,928	375,013	376,099	377,187	378,276	379,367	380,459	381,553	382,649	383,746
70	384,845	385,945	387,047	388,151	389,256	390,363	391,471	392,580	393,692	394,805
71	395,919	397,035	398,153	399,272	400,393	401,515	402,639	403,765	404,892	406,020
72	407,150	408,282	409,415	410,550	411,687	412,825	413,965	415,106	416,248	417,393
73	418,539	419,686	420,835	421,986	423,138	424,292	425,447	426,604	427,762	428,922
74	430,084	431,247	432,412	433,578	434,746	435,916	437,087	438,259	439,433	440,609
75	441,786	442,965	444,146	445,328	446,511	447,697	448,883	450,072	451,262	452,453
76	453,646	454,841	456,037	457,234	458,434	459,635	460,837	462,041	463,247	464,454
77	465,663	466,873	468,085	469,298	470,513	471,730	472,948	474,168	475,389	476,612
78	477,836	479,062	480,290	481,519	482,750	483,982	485,216	486,451	487,688	488,927
79	490,167	491,409	492,652	493,897	495,143	496,391	497,641	498,892	500,145	501,399
80	502,655	503,912	505,171	506,432	507,694	508,958	510,223	511,490	512,758	514,028
81	515,300	516,573	517,848	519,124	520,402	521,681	522,962	524,245	525,529	526,814
82	528,102	529,391	530,681	531,973	533,267	534,562	535,858	537,157	538,456	539,758
83	541,061	542,365	543,671	544,979	546,288	547,599	548,912	550,226	551,541	552,858
84	554,177	555,497	556,819	558,142	559,467	560,794	562,122	563,452	564,783	566,116
85	567,450	568,786	570,124	571,463	572,803	574,146	575,490	576,835	578,182	579,530
86	580,880	582,232	583,585	584,940	586,297	587,655	589,014	590,375	591,738	593,102
87	594,468	595,835	597,204	598,575	599,947	601,320	602,696	604,073	605,451	606,831
88	608,212	609,595	610,980	612,366	613,754	615,143	616,534	617,927	619,321	620,717
89	622,114	623,513	624,913	626,315	627,718	629,124	630,530	631,938	633,348	634,760
90	636,173	637,587	639,003	640,421	641,840	643,261	644,683	646,107	647,533	648,960
91	650,388	651,818	653,250	654,684	656,118	657,555	658,993	660,433	661,874	663,317
92	664,761	666,207	667,654	669,103	670,554	672,006	673,461	674,915	676,371	677,831
93	679,291	680,752	682,216	683,680	685,147	686,615	688,084	689,555	691,028	692,502
94	693,978	695,455	696,934	698,415	699,897	701,380	702,865	704,352	705,840	707,330
95	708,822	710,315	711,809	713,306	714,803	716,303	717,804	719,306	720,810	722,316
96	723,823	725,332	726,842	728,354	729,867	731,382	732,899	734,417	735,937	737,458
97	738,981	740,506	742,032	743,559	745,088	746,619	748,151	749,685	751,221	752,758
98	754,296	755,837	757,378	758,922	760,466	762,013	763,561	765,111	766,662	768,214
99	769,769	771,325	772,882	774,441	776,002	777,564	779,128	780,693	782,260	783,828
100	785,398	786,970	788,543	790,118	791,694	793,272	794,851	796,432	798,015	799,599

Anlage 2

Formblatt (mit Rechenbeispiel) *)

Behälterverzeichnis Nr. Neuer – bereits benutzter Behälter

Antragsteller:

(Name, Wohnort, Straße)

Besitzer:

(Name, Wohnort, Straße)

Aufstellungsort:

Trockene Ausmessung eines Lagerbehälters (Tanks) in Form eines stehenden Zylinders mit nasser Sumpfbestimmung

Fassungsvermögen): 662***) m³, Durchmesser**): 9,8 m, Füllhöhe**): 8,8 m**

den 19 ausgemessen v.

(Ort u. Tag d. Prüfung)

gerechnet v. nachgerechnet v.

Hersteller des Behälters:

Fabrik-Nr.: Behälter ~~geschweißt~~ – genietet, Beh.-Nr.: Baujahr:

Bei der Ausmessung haben folgende Zeichnungen vorgelegen:

Mantel: Zeichnung Nr. Dachgespärre: Zeichnung Nr.

Heizschlangen: Zeichnung Nr.

Firmenschild

Das Firmenschild ist befestigt an

Dauer der Ausmessung:	am	von	Uhr bis	Uhr
	am	von	Uhr bis	Uhr

Gesamtdauer:

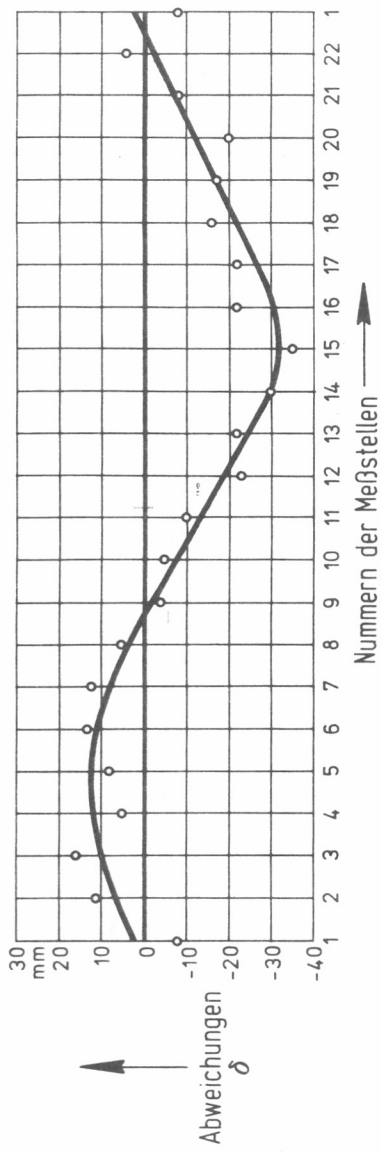
Besondere Beobachtungen:

Stempelung:

*) in selbständiger Heftform vorgesehen

**) gerundete Werte nach Abschn. A, C und H; nach der Auswertung eintragen

***) die in Kursivdruck gesetzten Zahlen sind durch Rechnung ermittelt



Anlage 2

A. Umfangbestimmung (s. 2.5.2)

Wirksame Länge der Übergreifseisen in mm

	Übergreifseisen		
	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3
1. Bestimmung	519,2	501,2	478,0
2. Bestimmung	519,0	501,4	478,0
3. Bestimmung			
Mittel	519,1	501,3	478,0

Messung des Außenumfanges in mm

Der Umfang wurde im 1. Mantelschuß – **oben – unten** bestimmt.

Die Übergreifseisen wurden je 11 mal ange setzt.

	1. Messung Übergreifseisen Nr.1	2. Messung Übergreifseisen Nr. 2	3. Messung Übergreifseisen Nr. 3
Summe d. durch d. Übergreifseisen überbr. Teillängen (11 mal)	5710,1	5514,3	5258,0
Länge zwischen den zugeordneten Strichmarken (s. Bild 9b)			
auf dem 1. Blech	2188,7	2209,6	2234,5
auf dem 2. Blech	2308,5	2323,5	2341,0
auf dem 3. Blech	2457,9	2474,0	2496,0
auf dem 4. Blech	2124,6	2142,2	2163,8
auf dem 5. Blech	2296,5	2313,0	2339,5
auf dem 6. Blech	2222,5	2239,8	2261,2
auf dem 7. Blech	2336,0	2354,8	2377,7
auf dem 8. Blech	2265,2	2285,0	2304,0
auf dem 9. Blech	2264,0	2282,0	2310,0
auf dem 10. Blech	2267,7	2284,2	2312,5
auf dem 11. Blech	2396,5	2416,0	2440,0
usw. bis 20. Blech			
Außenumfang *)	30838,2	30838,4	30838,2

Außenumfang (Mittel)

30838,3

Berechnung des mittleren Außendurchmessers D_o (nach Anlage 1, Tafel 1)

0. 100 000 : π	0,00 mm
3. 10 000 : π	9549,30 mm
0. 1 000 : π	0,00 mm
8. 100 : π	254,65 mm
3. 10 : π	9,55 mm
8. 1 : π	2,55 mm
3. 0,1 : π	0,10 mm
D_o	9816,15 mm
D_o (gerundet auf 0,1 mm)	9816,2 mm

*) Umfangswerte sofort ausrechnen

Anlage 2

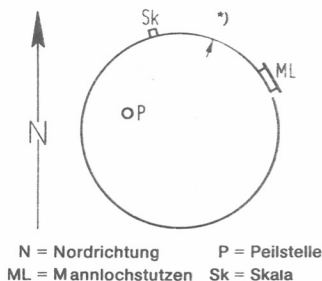
B. Lotungen (s. 2.5.4)

Wetterverhältnisse: sonnig, leichte Luftbewegung

Anzahl der Mantelschüsse: 6

Anzahl der Bleche je Mantelschuß: 11; je Blech 2 Meßstellen

Anzahl n der Meßstellen: 22



Tafel d. Lotungsw. (= Lotabstände von d. Behälterwand in 1 m Höhe über Behälterunterk.) in vollen mm

unten

oben

Meß- stelle	Mantelschuß										δ		
	Nr. 1		Nr. 2		Nr. 3		Nr. 4		Nr. 5			Nr. 6	
	u.	o.	u.	o.	u.	o.	u.	o.	u.	o.		u.	o.
	**)												
1	248	250	248	265	280	290	280	267	269	254	241	242	- 8
2	252	246	238	253	256	263	262	268	276	282	274	257	+ 11
3	249	247	234	237	244	247	241	249	255	258	256	263	+ 16
4	244	251	245	244	251	253	245	244	250	256	249	256	+ 5
5	253	249	245	259	267	257	250	260	269	260	252	257	+ 8
6	251	250	248	246	258	251	253	250	267	262	258	263	+ 13
7	250	252	246	248	252	254	249	256	266	271	268	264	+ 12
8	249	248	238	250	257	258	251	248	256	256	261	253	+ 5
9	251	253	251	247	254	249	238	237	247	254	254	249	- 4
10	252	247	238	244	252	254	247	251	254	252	243	242	- 5
11	249	249	232	234	244	244	239	234	237	234	233	239	- 10
12	251	249	240	223	226	229	222	213	216	225	221	226	- 23
13	249	246	238	240	246	245	240	239	245	241	235	224	- 22
14	246	248	240	239	243	237	230	221	226	221	215	218	- 30
15	249	250	247	233	234	240	236	228	229	224	217	215	- 35
16	246	247	236	236	240	235	228	227	231	235	229	225	- 22
17	245	248	238	238	239	236	229	227	227	225	219	226	- 22
18	251	250	246	255	262	261	251	245	249	250	241	234	- 16
19	245	247	239	249	258	264	261	251	246	235	229	230	- 17
20	250	250	250	234	238	228	222	218	210	203	208	230	- 20
21	248	246	230	216	214	189	181	197	215	230	225	238	- 8
22	246	248	239	246	245	234	233	251	263	268	261	252	+ 4

δ ist hier die Differenz der Lotungswerte für den höchsten (6.) Mantelschuß oben und den tiefsten (1.) Mantelschuß oben (s. Kurvenblatt). Der mittlere Halbmesser (s. u.) ist im höchsten Mantelschuß oben 8 mm (kleiner) als im tiefsten Mantelschuß oben.

Neigungsverhältnis ***)

δ hat an der Meßstelle (5) den größten Wert 13 mm (vgl. Kurve). Gegenüber einem mit dem Kreis im tiefsten Mantelschuß oben konzentrischen Kreis, dessen Halbmesser 8 mm (kleiner) ist, zeigt die Behälterwand im 6. Mantelschuß oben eine Abweichung von der Senkrechten von $13 + 8 = 21$ mm nach außen. Bei dem entsprechenden Höhenunterschied von etwa $9 - 1,5 = 7,5$ m (s. C. Höhenbestimmungen) ergibt sich als Neigungsverhältnis der Behälterachse $21/7500 \approx 1/360$.

$$\text{Mittelwert: } \frac{\sum \delta}{n} = -76 = -8 \text{ mm}$$

*) Der kurze Pfeil bedeutet die Richtung der Behälterneigung an.

**) Sonderlotungen.

***) wird nicht bestimmt, wenn der Durchmesser wesentlich größer als die Höhe des Behälters ist.

Zeile	Nr. 1		Nr. 2		Nr. 3		Nr. 4		Nr. 5		Nr. 6	
	u.	o.	u.	o.	u.	o.	u.	o.	u.	o.	u.	o.
1	5474	5471	5306	5336	5460	5418	5288	5281	5403	5396	5289	5303
2	+3	0	-165	-135	-11	-53	-183	-190	-68	-75	-182	-168
3	+0,3	0	-15,0	-12,3	-1,0	-4,8	-16,6	-17,3	-6,2	-6,8	-16,5	-15,3
4	14,0	14,0	14,0	14,0	12,0	12,0	12,0	12,0	10,0	10,0	10,0	10,0
5	9802,5	9802,2	9787,2	9789,9	9803,2	9799,4	9787,6	9786,9	9800,0	9799,4	9789,7	9790,9
6	9802,4		9788,6		9801,3		9787,2		9799,7		9790,3	
7	9802		9789		9801		9787		9800		9790	
8a	75,42964		73,89811		75,42964		73,89811		75,42964		73,89811	
8b	0,00000		1,22520		0,00000		1,22520		0,00000		1,37835	
8c	0,03094		0,13788		0,01547		0,10724		0,00000		0,00000	
9	75,46058		75,26119		75,44511		75,23055		75,42964		75,27646	
10	75,461		75,261		75,445		75,231		75,430		75,276	

Mantelschub

Zeile 1: Abstandsumme S = Summe der Lotungswerte für Lotungspunkte in gleicher Höhenlage

Zeile 2: Abweichung ΔS der Abstandsumme S von der Abstandsumme S_0 in der Höhe der Umfangsbestimmung: $\Delta S = S - S_0$

Zeile 3: Abweichung ΔD_a des Außendurchmessers D_a von D_0 (vgl. A): $\Delta D_a = 2\Delta S/n - D_a - D_0$ in mm (gerundet auf 0,1 mm)

Zeile 4: Berichtigung d für Wanddicke und Farbanstrich (siehe C) in mm

Zeile 5: Mittlerer Innendurchmesser $D_l = D_0 + \Delta D_a - d$ in mm (gerundet auf 0,1 mm) für eine bestimmte Höhe

Zeile 6: Mittelwert von D_l je Mantelschub (gerundet auf 0,1 mm)

Zeile 7: Mittelwert von D_l je Mantelschub, gerundet auf volle mm

Zeile 8a: Kreisfläche F_1 gemäß Zeile 7 und Anlage 1, Tafel 2, Spalte 2 in m^2

Zeile 8b: Flächenzuschlag F_2 gemäß Zeile 7 und Anlage 1, Tafel 2, Spalte 3 in m^2

Zeile 8c: Flächenzuschlag F_3 gemäß Zeile 7 und Anlage 1, Tafel 2, Spalte 4 in m^2

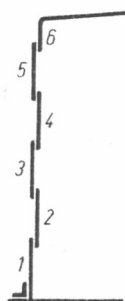
Zeile 9: Innenquerschnitt $F = F_1 + F_2 + F_3$ in m^2

Zeile 10: Innenquerschnitt gerundet auf 5 Stellen in m^2

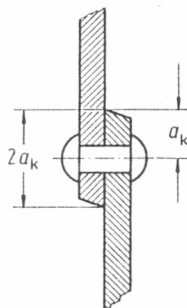
Bei Innenlotung bedeuten die Werte in Zeile 3 in der jeweiligen Höhe die mittlere Abweichung ΔD_l von dem Wert des z. B. im 1. Mantelschub oben etwa mit Hilfe eines Sehnenniveaus (s. 2.5.3.3) bestimmten Innendurchmessers D_{0i} , wobei $\Delta D_l = -2\Delta S/n$ gesetzt wird. Zeile 4 entfällt; in Zeile 5 wird $D_l = D_{0i} + \Delta D_l$ gesetzt.

Anlage 2

Wandaufbau



Überlappung



C. Wandaufbau

Überlappung des 2., 4., 6. Mantelschusses

Überlappung des Mantelschusses

Höhenbestimmungen (s. 2.5.5.1) über dem Bodenblech des Behälters außen (Punkt A, Bild 17) in mm

	Höhe der Mantelschüsse außen	
	gemessen	Ablesung Skala *)
Dachwinkel Oberkante	8997,0	
Füllhöhe = Ende der Skalenteilung	8774,0	8760,0
Übergang 9/8 Mantelschuß		
Übergang 8/7 Mantelschuß		
Übergang 7/6 Mantelschuß		
Übergang 6/5 Mantelschuß	7699,7	7685,7
Übergang 5/4 Mantelschuß	6099,6	6085,1
Übergang 4/3 Mantelschuß	4608,7	4594,0
Übergang 3/2 Mantelschuß	3006,2	2991,4
Übergang 2/1 Mantelschuß	1504,6	1489,6
Anfang der Skalenteilung	15,0	0

Wanddicke d_1 und Dicke des Farbanstrichs d_2 in mm (s. 2.5.2.5)

gerundet auf halbe mm

Mantelschuß	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Wanddicke d_1 :									
gemessen									
n. Zeichnung Nr.	6,5	6,5	5,5	5,5	4,5	4,5			
Farbanstrich d_2	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5			
Untersch. zw. Außen- u. Innendurchm.**) $d = 2(d_1 + d_2)$	14,0	14,0	12,0	12,0	10,0	10,0			

Beider Auswertung wird – ~~mit den durch Messung festgestellten Maßen~~ – mit den Zeichnungsmaßen – für die Wanddicken gerechnet.

Überlappung der Mantelschüsse (s. Skizze o.) in mm (s. 2.5.5.1), gerundet auf halbe mm

Übergang der Mantelschüsse	1/2	2/3	3/4	4/5	5/6	6/7	7/8	8/9
Abst. a_k zw. Mitte Nietreihe u. Blechkante	21	21	21	21	21			
Überlappung: $2a_k$	42	42	42	42	42			
Überlappung nach Zeichnung Nr.								

Bei der Auswertung wird – mit den durch Messung festgestellten Maßen – ~~mit den Zeichnungsmaßen~~ für die Überlappung gerechnet.

*) für Kontrollzwecke, vgl. unten Tafel Festlegung der Höhenabschnitte, Spalte 3, Werte um $2a_k$ geändert.
**) sofort ausrechnen.

Anlage 2, noch C

Festlegung der Höhenabschnitte (Auswertung) (s. 2.5.5.1) Angaben in mm

	Höhe der inneren Blechkanten bzw. d. horizontalen Schweißnähte über dem		Entsprechende Höhenanzeigen auf		
	Beh.-Boden	Skalenanfang	der Skala		dem Peilband
	Spalte 1 *)	Spalte 2 *)	Spalte 3 *)	Spalte 4 *)	Spalte 5 *)
Dachwinkel Oberkante	8997,0	8982,0			
Ende der Skalenteilung	8774,0	8759,0	8760,0	8760	8640
Übergang 9/8 Mantelschuß					
Übergang 8/7 Mantelschuß					
Übergang 7/6 Mantelschuß					
Übergang 6/5 Mantelschuß	7657,7	7642,7	7643,7	7644	7524
Übergang 5/4 Mantelschuß	6141,6	6126,6	6127,1	6127	6007
Übergang 4/3 Mantelschuß	4566,7	4551,7	4552,0	4552	4432
Übergang 3/2 Mantelschuß	3048,2	3033,2	3033,4	3033	2913
Übergang 2/1 Mantelschuß	1462,6	1447,6	1447,6	1448	1328
Anfang der Skalenteilung	15,0	0,0	0,0	0	-

- *) zu Spalte 1: s. C: Werte aus Spalte 1 der Tafel der Höhenbestimmungen, die bei genieteten Behältern durch die Überlappungsmaße berichtigt sind.
- *) zu Spalte 2: Werte der Spalte 1 werden um 15,0 mm verkleinert – vergrößert (s. C, Tafel der Höhenbestimmungen).
- *) zu Spalte 3: Werte der Spalte 2 werden um den Betrag des Skalenfehlers (s. D) geändert.
- *) zu Spalte 4: Werte der Spalte 3 sind auf volle mm gerundet.
- *) zu Spalte 5: Im Beispiel ist angenommen, daß neben Standrohr und Skala auch ein Peilband benutzt wird, dessen Bodenpeilstelle 120 mm über – unter dem Anfang der Skalenteilung liegt. Die Werte der Spalte 4 werden um 120 mm verkleinert – vergrößert.

Anlage 2

D. Ableseeinrichtungen (s. 2.5.5.2)

Standrohr und Skala:

Anzahl der Standrohre: 6

Bei welchem Skalenstrich liegen Anfang und Ende der Rohre?

1. Rohr A: 0 mm, E: 830 mm	6. Rohr A: 7020 mm, E: etwa 8790 mm
2. Rohr A: 730 mm, E: 2400 mm	7. Rohr A: mm, E: mm
3. Rohr A: 2300 mm, E: 3970 mm	8. Rohr A: mm, E: mm
4. Rohr A: 3870 mm, E: 5560 mm	9. Rohr A: mm, E: mm
5. Rohr A: 5460 mm, E: 7130 mm	10. Rohr A: mm, E: mm

Aus wieviel Stücken besteht die Skala ? 3

Ansatzstellen liegen bei 2960 und 5490 mm

Länge der Skalenteilung nach C: 8760 mm, nutzbare Länge: mm

Ablesung Skala (mm)

0 1000 2000 3000 4000 5000 6000 7000 8000 8760

Ablesung Meßband (mm)

0 1000 2000 2998,8 3999,7 4999,7 5999,7 6999 7999 8759

Fehler der Skala (mm)

0 0 0 +0,2 +0,3 +0,3 +0,5 +1 +1 +1

Peilöffnung und Peilband:

Anzahl der Dachöffnungen: 1

Welche Dachöffnung ist Peilstelle?

Abstand der Oberkante der Peilöffnung – vom Boden – von der Peilplatte: 9178 mm

Peilung mit hängendem Band:

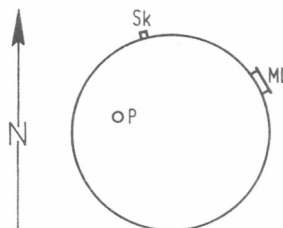
Welcher mm-Strich des Peilbandes muß mit der Oberkante der Peilöffnung abschneiden? 9178 mm

Wie ist die Peilstelle gekennzeichnet?

2 Körnereinschläge an der Oberkante der Peilöffnung

Lage von Peilstelle P und Skala Sk

(ML = Mannlochstützen)



Besondere Meß- bzw. Anzeigeräte:

Bemerkungen:

Anlage 2

E. Verdrängungsvolumen (s. 2.5.6)

Heizschlangen

Sind die Heizschlangen im Behälter so angeordnet, daß ihr Verdrängungsvolumen nicht gleichmäßig verteilt in einem bestimmten Höhenabschnitt liegt (z. B. Heizschlangen mit besonderen Zuleitungsrohren, Heizschlangen in verschiedenen Höhenlagen), wird empfohlen, eine besondere Skizze der Heizschlangenanordnung (gegebenenfalls eine Bauzeichnung) beizufügen.

Länge: _____ m, Außendurchmesser: _____ mm

Wieviel Meter der Heizschlangen liegen im Sumpff? _____ m

Abstand des höchsten und tiefsten Punktes der Heizschlangen vom Sumpfspiegel: _____ / _____ mm

Länge und Höhenangaben der Auflager für die Heizschlangen:

Gesamtlänge: _____ m, Höhe: _____ mm

Profil und Profilabmessungen der Auflager:

Sonstiges Verdrängungsvolumen (Art, Abmessungen, Lage gegenüber dem Sumpfspiegel):

F. Zusatzvolumen (s. 2.5.7)

Mannloch

Anzahl: 1, Mittlere Tiefe: 125 mm

Innendurchmesser: 600 mm

Abstand über Behälterboden (Punkt A, Bild 17): Oberkante 965 mm

Unterkante 365 mm

Abstand über Skalenanfang

Oberkante 950 mm

Unterkante 350 mm

Sonstige Zusatzvolumen:

Anlage 2

G. Sumpfbestimmung (s. 2.5.1)

Wasser entnommen:

aus Trinkwasserleitung:

aus Werksleitung:

aus Fluß, Kanal, Hafen usw.:

Wasserförderung mittels Pumpe? ja Gasabscheider? ja

Normalzähler: Bauart

Fabriknummer:

Durchflußstärke während der Füllung: 250 l/min

Wassertemperatur: 12 °C

Fehler des Zählers: $f = -0,1\%$, gerundet auf 0,1%

Eichkolben zu I, Nr. des Kolbens:

Sumpfspiegel liegt 130 mm über Punkt A (Bild 17) *)

	Bezeichnung	Einfüllung	
		1.	2.
Zählerstand bei Füllungsende	V_e	23 981 l	
Zählerstand bei Füllungsbeginn	V_b	13 781 l	
vom Zähler angezeigtes Füllvolumen	$V_{anz} = V_e - V_b$	10 200 l	
Fehler der Zähleranzeige	$f \cdot V_{anz} / 100$	-10,2 \approx -10 l	
Sumpfvolumen	$V = V_{anz} (1 - \frac{f}{100})$	10 210 *) l	
Ablesung Skala (falls vorhanden)	h_e h_b	115 mm **) - mm	
Peilhöhe			

Bemerkungen zur Sumpfbestimmung:

*) Runden auf 0,1% des eingefüllten Volumens

**) s. C. Tafel der Höhenbestimmungen betrifft Skalenanfang

Anlage 2

H. Zusatzvolumen, Füllungstafel

Berechnung des Zusatzvolumens (s. 2.5.7)

Innenquerschnitt im 1. Mantelschuß (s. B. Tabelle, Zeile 9): $75,46058 \text{ m}^2$
 Flächenzuschlag des Mannlochstützens (s. F sowie Anlage 1 in Tafel 3): $0,05890 \text{ m}^2$

Füllungstafel

Mantelschuß	Höhenabschnitte		Einem Millim. Füllhöhe ent- spr. Rauminh. 5)	Rauminhalt abgerundet auf Liter 7)
	Skala 1) mm	Peilband 4) mm		
1 (Sumpf)	0 – 115 ²⁾	–	–	10 210 ⁸⁾
1	115 ²⁾ – 350 ³⁾	bis 230	75,461	17 733
1 (Mannloch)	350 ³⁾ – 950 ³⁾	230 – 830	75,519 ⁶⁾	45 311
1	950 ³⁾ – 1448	830 – 1328	75,461	37 549
2	1448 – 3033	1328 – 2913	75,261	119 334
3	3033 – 4552	2913 – 4432	75,445	114 563
4	4552 – 6127	4432 – 6007	75,231	118 481
5	6127 – 7644	6007 – 7524	75,430	114 359
6	7644 – 8760	7524 – 8640	75,276	84 031

Gesamtinhalt: 661 571 l
 gerundet (auf 50 l): 661 550 l

1) Werte aus der Tafel der Höhenabschnitte (s. C), Spalte 4

2) s. Abschnitt G

3) s. Abschnitt F

4) s. C, Tafel der Höhenabschnitte, dort Anm. z. Spalte 5

5) s. B Tabelle, Zeile 10; die Werte dieser Spalte heißen auch //mm-Werte

6) Berechnung: Innenquerschnitt (s. o.) $75,46058 \text{ m}^2$

+ Flächenzuschlag (s. o.) $\frac{0,05890 \text{ m}^2}{75,51948 \text{ m}^2} \approx 75,519 \text{ m}^2$

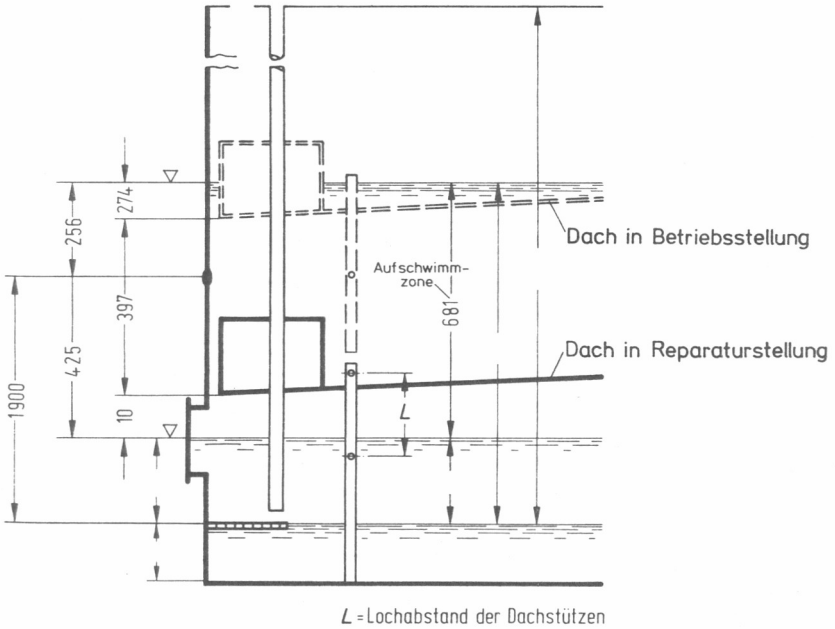
7) Der Bestimmung der Rauminhalte über dem Sumpfspiegel werden die in C, Tafel der Höhenabschnitte, in Spalte 1 angegebenen und die in F und G angeführten, gemessenen Höhenwerte zugrunde gelegt.

8) s. G.

Anlage 3

Lagerbehälter mit Schwimmdach (Raffinerie Godorf)
Skizze zur Bestimmung der Masse des Daches

Maße in mm



Anlage 3:

Lagerbehälter mit Schwimmdach (Raffinerie Godorf)
Ermittlung der Masse des Daches

Masse des Daches: $V_2 - V_1$

$$V_2 = 268,7156^* \cdot 425 = 114\,204 \text{ l} \\ + 268,7446^* \cdot 256 = 68\,799 \text{ l}$$

$$V_2 = 183\,003 \text{ l}$$

$$V_1 \text{ (korr. Zähleranz.)} = 154\,922 \text{ l}$$

$$\text{Masse des Daches} = 28,081 \text{ t} \\ \approx 28,0 \text{ t}$$

Fläche des Daches:

$$17,95^2 \cdot \pi/4 = 253 \text{ m}^2$$

Eintauchtiefe:

$$681 - (10 + 397) = 274 \text{ mm}$$

	Zähler Nr.:	Zähler Nr.:
	$f = + 0,5\%$ bei $30 \text{ m}^3/\text{h}$	$f = \quad \%$ bei m^3/h
Ende:	10 515 700 l	
Beginn:	10 360 000 l	
V1:	155 700 l	
K:	- 778 l	
V1 ges.:	154 922 l	

Höhen- abschn. (mm)	Abschnitts- höhe (mm)	Rauminhalt (l)		l/mm- Wert
		ohne Dach	mit Dach	
0		68 800		Sumpf
0- 400	400	176 300	176 300	268,72
400- 1000	1 000	337 700	309 700	**)
1000- 1900	1 900	579 500	551 500	268,72
1900- 4055	4 055	1 158 600	1 130 600	268,74
4055- 6210	6 210	1 737 500	1 709 500	268,63
6210- 8365	8 365	2 315 800	2 287 800	268,34
8365-10339	10 339	2 845 300	2 817 300	268,25
10339-12313	12 313	3 374 900	3 346 900	268,28
12313-14287	14 287	3 904 600	3 876 600	268,34
14287-16261	16 261	4 434 500	4 406 500	268,43
16261-17500	17 500	4 766 900	4 738 900	268,25

	P1		P2		P3		P4		P5	
	Luft- höhe	Höhe v. Boden	Luft- höhe	Höhe v. Boden	Luft- höhe	Höhe v. Boden	Luft- höhe	Höhe v. Boden	Luft- höhe	Höhe v. Boden
Ende										
Beginn										

*) l/mm-Werte aus einer Füllungsstafel entnommen, vgl. Anlage 2 H.

**) Aufschwimmzone

Anlage 3

Vermessung des Schwimmdaches für Lagerbehälter Nr. 4033 T
der Fa. BP-Raffinerie in Vohburg

Bauart: ~~Doppeldeckdach~~ / ~~Ponton-Dach~~ / ~~Pfannendach~~

Witterung: gut

Vermessung am: 28.6.68

Vermessung durch:

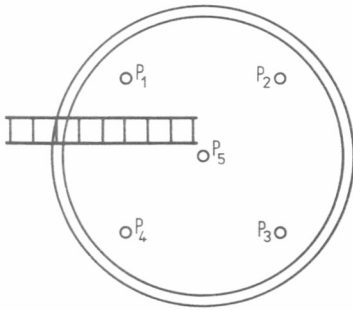
Nachgerechnet:

Durchmesser des Schwimmdaches: 9,1 m

Anzahl der Stützen: 3

Anzahl der Entlüftungen: 1

Art der Dichtung: Gummi



Abstand des tiefsten Punktes
des Schwimmdaches vom
Sumpfspiegel:

a) bei Hochstellung 1720 mm

b) Verstellbarkeit der Stützen
930 mm

c) bei Tiefstellung 790 mm

Aufschwimmzone I Hochstellung von 1600 mm bis 2100 mm

II Tiefstellung von 700 mm bis 1200 mm

Trocken vermessener Raum

Höhe des Wasserspiegels

	aufwärts I	abwärts II
Ende B	2273 mm	2202 mm
Anfang A		1544 mm
C	729 mm	658 mm
	729 mm	658 mm
h	401 mm	401 mm
h	328 mm	257 mm
Volumen V = Q x C		51 700 46 664

über dem Peiltisch

Steighöhe des Wasserspiegels

Mittel P1 bis P5

Querschnitt im Höhenabschnitt A bis B

Q im Ring 1 70,91218 m²

Q im Ring 2 70,92718 m²

Volumen V = Q x C

Naß vermessener Raum

Zähler-Nr. Zählerstd.

Ende b 106768010 | 106802860 |

Durchfluß- Eingefülltes bzw.

Anfang a 106728010 | 106768010 |

stärke entnommenes Vol.

A ≙ b-a 40000 | 34850 |

auf = 8000 l/min Korrektur für

$K = \frac{-F \cdot A'}{100}$ 0 | -174 |

ab = 2500 l/min Fehler d. Zähl.

0,0 (auf)

Fehler + 0,5 % (ab)

Eingef. Gesamtmenge (korr.) A

40 000 | 35 024 |

Bestimmung der Masse des Schwimmdaches

M = V - A

11 700 | 11 640 | kg

Mittel

Mittel (gerundet)

mit Farbanstr.

11 670 kg

11 650 kg

11 700 kg

Eichschein Nr. 128/68

Messungen am Schwimmdach für Lagerbehälter Nr. 4033 T

1) Schwimmdach in Tief/Hochstellung ruht mit den Stützen am Boden
 Abstand der Peilstelle vom Boden
 Höhe des Wasserspiegels (Mind. 250 mm unterhalb der Membrane)

d
e

2) Schwimmdach einwandfrei schwimmend

Abstand der Peilstelle vom Boden
 Höhe des Wasserspiegels

d'
e'

Lufthöhe

(Abstand der Peilstelle
 vom Wasserspiegel)

Steighöhe des Wasserspiegels

– Differenz $e' - e -$

Hubhöhe – Differenz $d' - d -$

a) Differenz $d' - e'$
 b) gemessen
 c) Mittel

Angaben für den Eichschein

Mittel der Lufthöhen P1 bis P5 = $\frac{4301}{5} = 860 \text{ mm}$

Mittel der Lufthöhen
 der Randpeilstützen P1 bis P4 = $\frac{3444}{4} = 861 \text{ mm}$

Unterschied zwischen der mittleren Lufthöhe an den Randpeilstützen und
 der Lufthöhe P5 an der Zentralpeilstelle $U = 4 \text{ mm}$

P1		P2		P3		P4		P5	
3035		3025		3014		3031		2985	
1710		1719		1723		1717		1693	
auf	ab	auf	ab	auf	ab	auf	ab	auf	ab
3274	3205	3317	3245	3345	3271	3294	3224	3279	3207
2439	2368	2448	2377	2452	2382	2446	2375	2422	2350
835	837	869		893	889	848	849	857	857
836		869		891		848		857	
729		729		729		729		729	
658		658		659		658		658	
239	170	292	220	331	257	263	193	294	222

Kennzeichnung und Stempelung:

Die Peilstellen sind mit Schlagzahlen von 1-5 zu stempeln unter
 Hinzufügung des Eichzeichens.

Bayerisches Landesamt für Maß und Gewicht München

EICHSCHHEIN

Nr. 128/68

für den Lagerbehälter

Nr. 4033 - T

zu 530 Liter/ m³ Inhalt

in Form eines
stehenden Zylinders mit Schwimmdach

der Firma

BP Benzin und Petroleum AG.

Aufstellungsort: **BP Raffinerie Vohburg**

- 2 -

Eidscheine ohne Unterschrift und ohne Dienstsiegel haben keine Gültigkeit.
Die Eidscheine dürfen nur unverändert weiterverbreitet werden.
Auszüge oder Änderungen bedürfen der Genehmigung der Eichbehörde.

Form des Behälters:

Der Behälter hat die Form eines stehenden Zylinders mit Schwimmdach. Er ist aus Stahl gefertigt und besteht aus 4 geschweißten/~~gerippten~~ Plattenringen von 6,5 bis mm Blechstärke. Jeder Plattenring besteht aus 5 Einzelplatten.

Einbauten:

- 1 Peilplatte
- Saug- und Füll-Leitung
- 2 Mannlöcher

Schwimmdach:

Das Schwimmdach ist ausgeführt als **Doppeldeckdach**

Bei leerem Behälter ruht das Schwimmdach mit 3 in der Höhe verstellbaren festen Stützen auf dem Behälterboden.

In Hochstellung beträgt die freie Höhe zwischen Dachunterkante und Peiltisch etwa 1 720 mm, in Tiefstellung etwa 790 mm.

Hauptabmessungen des Schwimmdaches:

Durchmesser:	9,100	m
Fläche:	65	m ²
Masse:	11 700	kg

- 3 -

Das Schwimmdach hat am Rande 4 auf den Umfang gleichmäßig verteilte Peilstützen und 1 Zentralpeilstützen.

Die Anlegekanten für das Meßband zur Bestimmung der Lufthöhen sind mit P 1, P 2, P 3, P 4 und P 5 gekennzeichnet. Diese Peilmarken haben bis zum Wasserspiegel folgende Abstände (Lufthöhen):

Peilstelle P 1 =	836	mm (Hauptpeilstelle)
P 2 =	869	mm
P 3 =	891	mm
P 4 =	848	mm
P 5 =	857	mm (Zentralpeilstelle).

Die mittlere Lufthöhe beträgt somit

P 1 bis P 5 = 860 mm,

die der Randpeilstützen

P 1 bis P 4 = 861 mm.

Der Unterschied zwischen der mittleren Lufthöhe an den Randpeilstützen und der Lufthöhe an der Zentralpeilstelle beträgt 4 mm.

Peileinrichtung:

Die Bestimmung des jeweiligen Behälterinhalts erfolgt durch Peilung unter Verwendung eines Meßbandes mit Spangewicht im Peilstützen gegen den Hauptpeiltisch / ~~Flüssigkeitsspiegel~~ im Behälter.

Der Abstand von der Peilkante bis zum Peiltisch beträgt

11 100 mm.

Der Peiltisch ist an der Behälterwand befestigt; er ist

159 mm vom Behälterboden entfernt und durch 3 Sicherungsplomben gesichert.

Die bis zur Oberkante des Peiltisches eingefüllte Menge stellt den Sumpfrauminhalt dar und darf nur als Ganzes abgegeben werden.

-4-

- 4 -

Versuchsdurchführung:

Die Inhaltsbestimmung des Lagerbehälters wurde in der Zeit vom 1.7. bis 10.7.68 durchgeführt.

Der Sumpfrauminhalt wurde mit der Normalzählergerätschaft Nr. 2 des Bayerischen Landesamtes für Maß und Gewicht mit Wasser ermittelt.

Der Rauminhalt oberhalb des Sumpfspiegels wurde durch Trockenvermessung bestimmt.

Die Masse des Schwimmdaches wurde zwischen 1 544 mm und 2 273 mm durch Auf- und Abfluten zu 11 700 kg bestimmt.

Inhaltsermittlung:

Auf Grund der Vermessung wurden die beiliegenden Peiltabellen errechnet. Für volle 100-mm-Werte ist der jeweilige Inhalt unmittelbar der Tabelle 1, die zusätzlichen 10-mm- und 1-mm-Werte den Interpolationstabellen Nr. 1a und Nr. 1b zu entnehmen. Die Addition der aus den drei Tabellen entnommenen Werte ergibt den Inhalt ohne Berücksichtigung der Verdrängung des Schwimmdaches.

Für die einzelnen Tankzonen gilt folgendes:

- a) Der Sumpfraum (bis Oberkante Peiltisch) beträgt 11 000 Liter.
- b) Die Inhalte vom Peiltisch bis zu einer Peilhöhe von 700 mm bei Tiefstellung des Schwimmdaches bzw. 1 600 mm bei Hochstellung des Schwimmdaches werden für alle Flüssigkeiten durch Addition der aus den Peiltabellen 1, 1a und 1b entnommenen Werte ermittelt.
- c) Für die Füllhöhen innerhalb der Aufschwimmzonen (Tiefstellung und Hochstellung des Schwimmdaches) kann keine Inhaltsbestimmung erfolgen.

-5-

d) Bei Füllhöhen oberhalb der Aufschwimmzonen, d.i.

von 1 200 mm bis 7 300 mm

bei Tiefstellung des Schwimmdaches,

bezw. von 2 100 mm bis 7 300 mm

bei Hochstellung des Schwimmdaches,

wird der Inhalt aus der Summe der Werte der Peiltabellen 1, 1a und 1b, vermindert um das Verdrängungsvolumen des Schwimmdaches, ermittelt. Die Größe des Verdrängungsvolumens ist abhängig von der Dichte der unmittelbar unter dem Schwimmdach befindlichen Flüssigkeit; dieser Wert ist aus Tabelle 2 zu entnehmen.

Treten gegenüber der mittleren Soll-Lufthöhe (P 1 + P 2 + P 3 + P 4 + P 5) Abweichungen auf, so muß je mm Verringerung der Lufthöhe der Füllinhalt um einen weiteren Korrekturbetrag vermindert werden. Die von der Dichte der Flüssigkeit abhängigen Soll-Lufthöhen und der Korrekturwert je mm Abweichung sind aus Tabelle 3 zu entnehmen.

Die aus den Tabellen errechneten Inhaltswerte sind abschließend auf volle 50 Liter zu runden.

B e i s p i e l e

für die Inhaltsermittlung in den einzelnen Tankzonen sind in der Beilage zusammengestellt.

Stempelung:

Am Behälter **-Mantel** ist ein Schild
mit folgenden Daten angebracht:

Lagerbehälter Nr.:	4033-T	
Eichschein Nr.:	128/68	
Gesamtrauminhalt:	530	m ³
Sumpfrauminhalt:	11	m ³
Mittlerer l/mm-Wert:	70,9153	l/mm
Füllgut:		
Dichte:		
Masse des Schwimmdaches:	11 700	kg
Hauptstempel:		

Fehlergrenzen:

Die Abweichungen der Inhaltsbestimmungen liegen innerhalb der nach § 289 der Eichordnung zulässigen Fehlergrenze; sie sind kleiner als 0,5 v.H. des jeweiligen Inhalts.

Flüssigkeitsmengen, welche einem Füllhöhenunterschied von weniger als 1 000 mm entsprechen, sollen nicht vermessen werden.

Eichfrist:

Die Gültigkeitsdauer der Inhaltsbestimmung beträgt 10 Jahre, erlischt also mit Ablauf des Kalenderjahres 1978, ferner, sobald Veränderungen an dem Behälter oder der Meßvorrichtung vorgenommen werden oder eintreten, welche Einfluß auf die bei der Berechnung festgestellten und im Eichschein und den dazugehörigen Tabellen festgelegten Zahlenwerte haben können.

-7-

Sonstige Bemerkungen:a) Einschränkung der Gültigkeit der Tabellen

Verformungen des Daches können durch Ermittlung der Lufthöhen an sämtlichen Peilstellen festgestellt werden. Wenn bei Gesamtinhaltsbestimmungen die Differenz zwischen dem Mittelwert der Lufthöhen an den Randpeilöffnungen und der Lufthöhe an der zentralen Peilöffnung um mehr als 10 mm von der entsprechenden Differenz der im Eichschein für Wasser angegebenen Lufthöhen sich unterscheidet, so gelten die Zahlenwerte des Eichscheines nicht.

Unterscheidet sich bei Ein- oder Auslagerungen die Differenz zwischen dem Mittelwert der Lufthöhen an den Randpeilöffnungen und der Lufthöhe an der zentralen Peilstelle vor der Ein- oder Auslagerung von der entsprechenden Differenz nach der Ein- oder Auslagerung um mehr als 10 mm, so gelten die Zahlenwerte des Eichscheines nicht.

b) Der mittlere Liter/Millimeter-Wert beträgt

von 1 200 mm Peilhöhe =	Ende der unteren	
	Aufschwimmzone	
bis zur Gesamthöhe	70,9153	l/mm.

M ü n c h e n , den 25. Juli 1968

Bayerisches Landesamt für Maß und Gewicht München

Inhaltstabelle

zum Eichschein Nr. 128/68
 für Lagerbehälter Nr. 4033 - T
 im Tanklager BP - Raffinerie Vohburg
 der Firma BP - Benzin und Petroleum AG.

Fullhöhe an der Peilstelle	füllung	liter je 1 m	Fullhöhe an der Peilstelle	füllung	liter je 1 m
aa	l	l	aa	l	l
0	11 000	Sumpf	1 600	124 582	Hochstellung des Schwimm- daches
100	18 091	Tiefstellung des Schwimm- daches	1 700	131 673	
200	25 182		1 800	138 764	
300	32 279		1 900	145 855	
400	39 391		2 000	152 947	
500	46 302		2 100	160 040	
600	53 613		2 200	167 133	
700	60 725		2 300	174 226	
800	67 836		2 400	181 318	
900	74 943		2 500	188 411	
1 000	82 034		2 600	195 504	
1 100	89 126		2 700	202 596	
1 200	96 217		2 800	209 689	
1 300	103 308		2 900	216 782	
1 400	110 399		3 000	223 875	
1 500	117 490		3 100	230 967	
			3 200	238 060	

9

zum Eichschein Nr. 128/68

Anlage 4

Lagerbehälter Nr. 4033 - T

- 9 -

Füllhöhe an der Peilstelle	Füllung	Liter je 1 mm	Füllhöhe an der Peilstelle	Füllung	Liter je 1 mm
mm	l	l	mm	l	l
3 300	245 153		6 100	443 718	
3 400	252 245		6 200	450 809	
3 500	259 338		6 300	457 896	
			6 400	464 982	
3 600	266 431		6 500	472 069	
3 700	273 524				
3 800	280 616		6 600	479 156	
3 900	287 709		6 700	486 242	
4 000	294 802		6 800	493 325	
			6 900	500 416	
4 100	301 894		7 000	507 503	
4 200	308 985				
4 300	316 076		7 100	514 589	
4 400	323 168		7 200	521 676	
4 500	330 259		7 300	528 763	

4 600	337 350		München, den 25. Juli 1968		
4 700	344 441				
4 800	351 532				
4 900	358 624				
5 000	365 715				
5 100	372 806				
5 200	379 897				
5 300	386 989				
5 400	394 080				
5 500	401 171				
5 600	408 262				
5 700	415 353				
5 800	422 445				
5 900	429 536				
6 000	436 627				

Bayerisches Landesamt für Maß und Gewicht München

Lagerbehälter Nr. 4033 - T
mit Eichschein Nr. 128/68

Interpolationstabelle zur Inhaltstabelle

Muß bei der Inhaltsermittlung zwischen 2 vollen Dezimeterwerten interpoliert werden, so können mit genügender Genauigkeit die folgenden Tabellen benützt werden:

Interpolationstabelle 1a		Interpolationstabelle 1b	
mm	l	mm	l
10	709	1	71
20	1 418	2	142
30	2 127	3	213
40	2 837	4	284
50	3 546	5	355
60	4 255	6	425
70	4 964	7	496
80	5 673	8	567
90	6 382	9	638

Die erhaltenen Inhaltswerte sind auf 50 l auf- oder abzurunden (siehe auch "Fehlergrenzen" § 289 der Eichordnung auf dem Eichschein).

München, den 25. Juli 1968

Tabelle 2

Berücksichtigung des Einflusses des SchwimmdachesLagerbehälter Nr. 4033 - TMasse des Schwimmdaches: 11 700 kgSchwimmdachverdrängung in Abhängigkeit von der Flüssigkeitsdichte:

<u>Dichte</u>	<u>Liter</u>	<u>Δl +)</u>	<u>Dichte</u>	<u>Liter</u>	<u>Δl +)</u>
0,60	19 500	32	0,77	15 195	19
0,61	19 180	31	0,78	15 000	19
0,62	18 871	30	0,79	14 810	19
0,63	18 571	29	0,80	14 625	18
0,64	18 281	28	0,81	14 444	18
0,65	18 000	27	0,82	14 268	17
0,66	17 727	26	0,83	14 096	17
0,67	17 463	26	0,84	13 929	16
0,68	17 206	25	0,85	13 765	16
0,69	16 957	24	0,86	13 605	16
0,70	16 714	24	0,87	13 448	15
0,71	16 479	23	0,88	13 295	15
0,72	16 250	22	0,89	13 146	14
0,73	16 027	22	0,90	13 000	
0,74	15 811	21	---		
0,75	15 600	21	---		
0,76	15 395	20	1,00	11 700	

+) Δl der vorstehenden Tabelle gibt die zusätzliche Änderung der Schwimmdachverdrängung je Einheit der dritten Stelle der Dichte an; die Berechnung erfolgt entsprechend dem nachfolgenden Beispiel:

Ermittelte Dichte 0,673 kg/l:

Schwimmdachverdrängung aus Tabelle 2

bei Dichte von 0,67 kg/l = 17 463 l
 Einfluß der 3. Stelle der Dichte $\Delta l \cdot 3$ = 78 l
 bei Dichte 0,673 ist die normale
 Schwimmdachverdrängung = 17 385 l
 =====

- 12 -

T a b e l l e 3
Lagerbehälter Nr. 4033 - T

Inhaltsänderung durch zusätzliche Belastung des Schwimmdaches
=====

Auf die "Sonstigen Bemerkungen" im Eichschein S. 7 wird
hingewiesen.

<u>Dichte / mittl. Soll-Lufthöhe</u>		<u>Dichte / mittl. Soll-Lufthöhe</u>	
0,65	771	0,81	821
0,66	775	0,82	824
0,67	779	0,83	826
0,68	783	0,84	829
0,69	786	0,85	831
0,70	789	0,86	833
0,71	793	0,87	835
0,72	796	0,88	838
0,73	799	0,89	840
0,74	802	0,90	842
0,75	805	.	
0,76	808	.	
0,77	811	.	
0,78	813	.	
0,79	816	.	
0,80	819	1,0	860

Die mittlere Soll-Lufthöhe $(P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5)_m$ bei der gemessenen Dichte - aus der vorstehenden Tabelle entnommen -, vermindert um die gemessene mittlere Lufthöhe, ergibt die Änderung der Lufthöhe in Millimeter infolge Zusatzbelastung usw. des Schwimmdaches.

Dieser Wert, multipliziert mit dem l/mm-Wert (S.6 des Eichscheines) entspricht der weiteren Verringerung des Tankinhalts infolge Zusatzbelastung des Schwimmdaches.

Beispiele für die Berechnung siehe Beiblatt!

Beispiele
=====

A) Errechnung des Behälterinhalts

1) bei normalen Verhältnissen, d.h. bei mittleren Lufthöhen, die der Tabelle 3 entsprechen:

a) Inhaltsbestimmung bei einer festgestellten Füllhöhe von 4 583 mm unter Außerachtlassung des Schwimmdaches

Inhalt bei			
<u>4 500</u>	mm aus Inhaltstabelle 1	=	330 259 l
<u>80</u>	mm aus Interpolationstabelle 1a	= +	5 673 l
<u>3</u>	mm aus Interpolationstabelle 1b	= +	213 l
	also bei <u>4 583</u> mm Füllhöhe	=	336 145 l

b) Schwimmdachverdrängung bei einer Dichte von 0,67 kg/l (s. Tabelle 2) = - 17 463 l

c) Behälterinhalt unter normalen Verhältnissen, d.h. bei einer mittleren Lufthöhe von 779 mm (s. Tabelle 3), somit = 318 682 l

d) gerundeter Inhalt 318 700 l
=====

2) bei zusätzlicher Belastung des Schwimmdaches, also bei abweichenden mittleren Lufthöhen gegenüber Tabelle 3

a) wie unter 1a = 336 145 l

b) wie unter 1b = - 17 463 l

Behälterinhalt unter normalen Verhältnissen = 318 682 l

c) mittlere Lufthöhe aus Tab. 3 bei einer Dichte von 0,67 kg/l = 779 mm
mittlere gemessene Lufthöhe = 770 mm
Differenz der Lufthöhen Δh = 9 mm
entspricht eine zusätzliche Verdrängung des Schwimmdaches von Δh . (l/mm-Wert) = - 638 l

d) Nach Subtraktion dieses Wertes ergibt sich der Behälterinhalt bei abweichender Lufthöhe zu 318 044 l
gerundeter Inhalt = 318 050 l
=====

B) Errechnung einer entnommenen Menge

1) bei konstanter Dichte und bei gleichbleibender Lufthöhe vor und nach der Entnahme:

a) Behälterinhalt

vor der Entnahme

bei 4 583 mm Peilhöhe

aus Inhaltstabelle 1	=	330 259	l
aus Interpolationstabelle 1a	=	5 673	l
aus Interpolationstabelle 1b	=	213	l
	=	<u>336 145</u>	l

b) Behälterinhalt

nach der Entnahme

bei 2 100 mm Peilhöhe

aus Inhaltstabelle 1	=	160 040	l
aus Interpolationstabelle 1a	=	---	l
aus Interpolationstabelle 1b	=	---	l
	=	<u>160 040</u>	l

c) Die entnommene Flüssigkeitsmenge ist gleich der Differenz der werte a) und b)

	=	176 105	l
gerundete Menge		176 100	l
		=====	

- Die Verdrängung des Schwimmdaches braucht in diesem Falle nicht berücksichtigt zu werden. -

2) bei geänderter Dichte oder Abweichung der gemessenen Lufthöhe vor und nach der Entnahme (s. "Sonstige Bemerkungen": Einschränkung der Gültigkeit der Tabellen auf Seite 7 des Eichscheines):

Die Inhalte vor und nach der Entnahme sind in jedem Fall nach Beispiel A) zu errechnen, die Differenz der Inhaltswerte für die Füllhöhen vor und nach der Entnahme entspricht der entnommenen Flüssigkeitsmenge.

