

WERKSTATTBÜCHER

HERAUSGEBER EVGEN SIMON

HEFT 38

A.DORL

VORZEICHNEN



SPRINGER-VERLAG BERLIN HEIDELBERG GMBH

Zur Einführung.

Die Werkstattbücher behandeln das Gesamtgebiet der Werkstatttechnik in kurzen selbständigen Einzeldarstellungen; anerkannte Fachleute und tüchtige Praktiker bieten hier das Beste aus ihrem Arbeitsfeld, um ihre Fachgenossen schnell und gründlich in die Betriebspraxis einzuführen.

Die Werkstattbücher stehen wissenschaftlich und betriebstechnisch auf der Höhe, sind dabei aber im besten Sinne gemeinverständlich, so daß alle im Betrieb und auch im Büro Tätigen, vom vorwärtstrebenden Facharbeiter bis zum leitenden Ingenieur, Nutzen aus ihnen ziehen können.

Indem die Sammlung so den einzelnen zu fördern sucht, wird sie dem Betrieb als Ganzem nutzen und damit auch der deutschen technischen Arbeit im Wettbewerb der Völker.

Bisher sind erschienen:

- Heft 1: **Gewindeschneiden.** Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage.
Von Obergeringieur O. M. Müller.
- Heft 2: **Meßtechnik.** Zweite, verbesserte Auflage. (7.—14. Tausend.)
Von Professor Dr. techn. M. Kurrein.
- Heft 3: **Das Anreißen in Maschinenbauwerkstätten.** (7.—12. Tausend.)
Von Ing. H. Frangenheim.
- Heft 4: **Wechselrädereberechnung für Drehbänke.** (7.—12. Tausend.)
Von Betriebsdirektor G. Knappe.
- Heft 5: **Das Schleifen der Metalle.** Zweite, verbesserte Auflage.
Von Dr.-Ing. B. Buxbaum.
- Heft 6: **Teilkopfarbeiten.** (7.—12. Tausend.)
Von Dr.-Ing. W. Pockrandt.
- Heft 7: **Härten und Vergüten.**
1. Teil: Stahl und sein Verhalten.
Zweite, verbess. Auflage. (16.—17. Tausd.)
Von Dipl.-Ing. Eugen Simon.
- Heft 8: **Härten und Vergüten.**
2. Teil: Praxis der Warmbehandlung.
Zweite, verbesserte Auflage. (16.—17. Tsd.)
Von Dipl.-Ing. Eugen Simon.
- Heft 9: **Rezepte für die Werkstatt.** (7.—10. Tsd.)
Von Ing.-Chemiker Hugo Krause.
- Heft 10: **Kupolofenbetrieb.**
Von Gießereidirektor C. Irresberger.
- Heft 11: **Freiformschmiede.**
1. Teil: Technologie des Schmiedens. — Rohstoffe der Schmiede.
Von Direktor P. H. Schweißguth.
- Heft 12: **Freiformschmiede.**
2. Teil: Einrichtungen und Werkzeuge der Schmiede.
Von Direktor P. H. Schweißguth.
- Heft 13: **Die neueren Schweißverfahren.**
Zweite, verbesserte u. vermehrte Auflage.
Von Prof. Dr.-Ing. P. Schimpke.
- Heft 14: **Modelltschlerei.**
1. Teil: Allgemeines. Einfachere Modelle.
Von R. Löwer.
- Heft 15: **Bohren.** Von Ing. J. Dinnebier.
- Heft 16: **Reiben und Senken.**
Von Ing. J. Dinnebier.
- Heft 17: **Modelltschlerei.**
2. Teil: Beispiele von Modellen und Schablonen zum Formen. Von R. Löwer.
- Heft 18: **Technische Winkelmessungen.**
Von Prof. Dr. G. Berndt.
- Heft 19: **Das Gußeisen.**
Von Ing. Joh. Mehrrens.
- Heft 20: **Festigkeit und Formänderung.**
Von Studienrat Dipl.-Ing. H. Winkel.
- Heft 21: **Einrichten von Automaten.**
1. Teil: Die Systeme Spencer und Brown & Sharpe. Von Ing. Karl Sachse.
- Heft 22: **Die Fräser.**
Von Ing. Paul Zieting.
- Heft 23: **Einrichten von Automaten.**
2. Teil: Die Automaten System Gridley (Einspindel) u. Cleveland u. die Offenbacher Automaten.
Von Ph. Kelle, E. Gothe, A. Kreil.
- Heft 24: **Der Stahl- und Temperguß.**
Von Prof. Dr. techn. Erdmann Kothny.
- Heft 25: **Die Ziehtechnik in der Blechbearbeitung.** Von Dr.-Ing. Walter Sellin.
- Heft 26: **Räumen.**
Von Ing. Leonhard Knoll.
- Heft 27: **Einrichten von Automaten.**
3. Teil: Die Mehrspindel-Automaten.
Von E. Gothe, Ph. Kelle, A. Kreil.
- Heft 28: **Das Löten.**
Von Dr. W. Burstyn.
- Heft 29: **Die Kugel- und Rollenlager (Wälzlager).** Von Hans Behr.
- Heft 30: **Gesunder Guß.**
Von Prof. Dr. techn. Erdmann Kothny.
- Heft 31: **Gesenkschmiede.** 1. Teil: Arbeitsweise und Konstruktion der Gesenke.
Von P. H. Schweißguth.
- Heft 32: **Die Brennstoffe.**
Von Prof. Dr. techn. Erdmann Kothny.
- Heft 33: **Der Vorrichtungsbau.**
I: Einteilung, Einzelheiten u. konstruktive Grundsätze. Von Fritz Grünhagen.
- Heft 34: **Werkstoffprüfung (Metalle).**
Von Prof. Dr.-Ing. P. Riebensahm und Dr.-Ing. L. Traeger.
- Heft 35: **Der Vorrichtungsbau.**
II: Bearbeitungsbeispiele mit Reihenplanmäßig konstruierter Vorrichtungen, Typische Einzelvorrichtungen.
Von Fritz Grünhagen.
- Heft 36: **Das Einrichten von Halbautomaten.**
Von J. van Himbergen, A. Bleckmann, A. Waßmuth.
- Heft 37: **Modell- und Modellplattenherstellung für die Maschinenformerei.**
Von Fr. und Fe. Brobeck.

Aufstellung der in Vorbereitung befindlichen Hefte s. 3. Umschlagseite.

Jedes Heft 48—64 Seiten stark, mit zahlreichen Textabbildungen.

WERKSTATTBÜCHER
FÜR BETRIEBSBEAMTE, VOR- UND FACHARBEITER
HERAUSGEGEBEN VON DR.-ING. EUGEN SIMON, BERLIN

HEFT 38

Das Vorzeichnen im Kessel- und Apparatebau

Von

Arno Dorl

Ingenieur

Mit 73 Figuren im Text



Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH 1929

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Vorwort	3
I. Arbeitsweise und Werkzeuge des Vorzeichners	3
II. Die Grundlagen zum Vorzeichnen	7
A. Die mathematischen Grundlagen.	7
1. Das Wurzelziehen S. 7. — 2. Der Winkel S. 10. — 3. Das Dreieck S. 11. —	
4. Der Kreis S. 12. — 5. Der abgewinkelte Kegel und Kegelstumpf S. 12. —	
6. Das Vieleck S. 13. — 7. Proportionen S. 13.	
B. Das Vorzeichnen in der Werkstatt	15
1. Die Eigenart des Vorzeichnens in der Werkstatt S. 15. — 2. Lange Linien	
mit kurzem Lineal anreißen S. 15. — 3. Halbieren und Einteilen von Strecken	
S. 16. — 4. Konstruktion von Senkrechten S. 18. — 5. Winkelkonstruktionen	
S. 19. — 6. Bogenkonstruktionen S. 21. — 7. Vielecke konstruieren S. 22. —	
8. Flanschentafel S. 24. — 9. Ellipse und Ovale konstruieren S. 25.	
III. Anreißen von Formstücken ohne Anreißplatte	26
1. Flache Böden S. 27. — 2. Gewölbte Böden S. 27. — 3. Einflammrohrböden	
S. 28. — 4. Zweiflammrohrböden S. 29.	
IV. Nietverbindungen für den Dampfkesselbau	29
V. Nietverbindungen für den Apparatebau	31
A. Verhältniswerte verschiedener Nietungen	31
B. Anordnung der Wechsel- und Laschenkopf-Nietteilungen	33
VI. Die vom Vorzeichner zu beachtenden Maßnahmen bei Stumpf-,	
Überlapp- und Keilschweißungen	36
1. Autogene Stumpfschweißung S. 36. — 2. Überlappte Feuerschweißungen	
S. 37. — 3. Keilschweißungen S. 37.	
VII. Die Blechfaser des Vorzeichners (Neutrale Faser)	38
A. Der enge und der weite Schuß	39
B. Der kegelige Schuß	41
VIII. Beispiele	47
A. Wasserbehälter	47
B. Kesseltrommel	49
C. Zweiflammwellrohrkessel 2200 mm Durchmesser, 9800 mm Mantellänge	53
1. Der weite Mantelschuß S. 54. — 2. Der enge Mantelschuß S. 57. — 3. Der	
kegelige Schuß S. 58. — 4. Die Böden S. 60. — 5. Der Dom S. 60. — 6. Die	
Flammrohre S. 62.	

ISBN 978-3-662-30678-9 ISBN 978-3-662-30749-6 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-662-30749-6

Vorwort.

Bei Abfassung der vorliegenden Arbeit dachte ich zunächst an die zahlreichen Facharbeiter, Vorzeichner, Monteure und die aus praktischer Arbeit hervorgegangenen Meister im Kessel- und Apparatebau. Sie alle haben die Pflicht und auch das Bedürfnis, sich für ihren Beruf ein grundlegendes Wissen anzueignen. Von den elementaren Kenntnissen aus der Volks- oder Mittelschule haben sie sehr wenig über die Lehrzeit hinweg gerettet und auf Grund des Wenigen erst später das zum Beruf nötige Wissen aus verschiedenen technischen Büchern mühsam zusammengesucht. Viele Vorzeichner mögen auch wohl von wohlwollenden älteren Kollegen angelernt worden sein.

Zu jedem technischen Beruf sollte in der Fachschule die Grundlage durch eine ausreichende wissenschaftliche Bildung gelegt werden; für den Vorzeichner gibt es jedoch keine Fachschule, auf deren Besuch er seine Berufsarbeit aufbauen könnte, trotzdem seine Tätigkeit voll Verantwortung ist. Andererseits ist es bei der Vielseitigkeit und wissenschaftlichen Höhe der heutigen Technik umständlich und schwierig, durch die in der Praxis allein erworbenen Kenntnisse das theoretische Wissen ersetzen zu wollen. Es sollte jeder Meister, Vorzeichner usw. über so viel Kenntnisse aus der Mathematik verfügen, wie nötig sind, um die in seinem Beruf auftretenden Berechnungen meistern zu können. Denn ein Vorzeichner mit guten theoretischen Kenntnissen ist viel eher imstande, in Verbindung mit seinen praktischen Erfahrungen, die Verantwortung für seine Arbeit zu übernehmen. Die alten Vorzeichner im Betriebe wollen allerdings von den neuen Arten der Berechnungen nicht viel wissen, müssen aber doch zugeben, daß die Verbindung der Praxis mit der Wissenschaft vorzügliche Dienste leistet und in vielen Fällen eine genauere Arbeit liefert.

Einen kurzen Überblick über das Vorzeichnen in Kessel- und Apparatebauwerkstätten zu geben, habe ich mich um so lieber entschlossen, als es bisher an Darstellungen darüber völlig fehlte. Meine Arbeit soll jedem Fachmann Gelegenheit geben, sich genügend Kenntnisse anzueignen, um in der Werkstatt vorkommende Arbeiten mühelos zu erledigen und sich damit in seinem Berufe voranzubringen.

Auch für den Betriebstechniker enthält die Arbeit wertvolle Hinweise, die ihm die Werkstoffbestellung erleichtern werden, und der Konstrukteur wird aus ihr lernen, welche Maße für den Vorzeichner nützlich sind, und er wird sie in die Werkstattzeichnungen eintragen und dadurch vieles Hin- und Herfragen ersparen.

In diesem Sinne glaube ich einen Wunsch meines Vaters, des zu Leopoldshall-Staßfurt verstorbenen Kesselschmiedemeisters Godthard Dorl, zu erfüllen, und seinem Andenken widme ich meine Arbeit.

I. Arbeitsweise und Werkzeuge des Vorzeichners.

Den Grund zu jedem fertigen Werkstück in Kessel- und Apparatebauwerkstätten legt der Vorzeichner. Fast alle Einzelteile von Kesseln, Behältern und Apparaten haben seinen Arbeitsplatz passiert und dort ihre Form und Abmessungen durch seine Tätigkeit vorgeschrieben erhalten. Nach seinen Angaben sind die Einzelteile dann bearbeitet durch Lochen, Bohren, Hobeln, Abschärfen, Walzen usw. und zu einem Ganzen montiert worden.

Die Arbeit eines Vorzeichners in Kessel- und Apparatebauwerkstätten kann niemals, auch nicht bei Reihenfertigung, durch Maschinen oder ähnliche Einrichtungen ersetzt werden. Der Vorzeichner ist sozusagen der Konstrukteur der Werkstatt, ist maßgebend für die Ausführung der vom Konstrukteur im technischen Bureau auf der Zeichnung festgelegten Gedanken. Seine Arbeit ist weit mehr geistiger als körperlicher Natur und erfordert deshalb besondere Kenntnisse und Fähigkeiten.

Die Kesselböden und Formstücke werden bei ihrer Herstellung im Walzwerk im rotwarmen Zustande gepreßt, gekümpelt usw.; daher ist es dem Walzwerk nicht möglich, sie im Durchmesser genau nach bestelltem Maß zu liefern. Das Walzwerk behält sich Abweichungen bis zu 5⁰/₁₀₀ vor. In der Kesselschmiede können, um kostspielige Nacharbeiten zu ersparen, die Kesselmäntel usw. also immer nur nach dem Umfang der Böden hergestellt werden.

Alle Gegenstände, die mit hohem Druck arbeiten, unterliegen einer Bauüberwachung der Dampfkesselrevision-Vereine. Die vom Walzwerk gelieferten Bleche, Böden usw. werden vom Walzwerk auf ihre Zerreißfestigkeit, Dehnung und Güte geprüft, und jedes Blech erhält eine Fabrikationsnummer und ein Zeugnis über die Ergebnisse der Prüfung. Die Fabrikationsnummer, der Gütestempel und Firmenstempel des liefernden Walzwerks sind auf jedem Blech usw. eingeschlagen. Diese Stempel sind mit Ölfarbe zu umzeichnen und, falls es sich um Lagerbleche handelt, mit säurefreiem Fett zu überstreichen, um ein Verrosten zu verhindern. Der Vorzeichner hat darauf zu achten, daß nach Fertigstellung der Kessel usw. diese Stempel auf der Außenseite liegen und gut sichtbar sind, damit der Abnahmebeamte vom Revisionverein nachprüfen kann, ob auch der im Zeugnis aufgeführte Werkstoff zum Kessel verwandt worden ist.

Ergibt es sich im Laufe eines Arbeitsprozesses, daß ein Walzwerksstempel mit einem Ausschnitt herausgeschnitten werden muß, so ist durch den Betriebsleiter der zuständige Abnahmebeamte des Revisionvereins davon zu benachrichtigen, damit er das Blech umstempeln kann. Es darf nicht früher ausgeschnitten werden, als bis das geschehen ist.

Mit der Werkstattzeichnung erhält der Vorzeichner auch eine Abschrift der Zeugnisnummern und muß darauf achten, daß nur die Bleche verwandt werden, deren Nummern mit dem Zeugnis übereinstimmen. Die Blechstärken müssen genau mit der Mikrometerschraube kontrolliert und mit dem Attest verglichen werden. Nachdem die verschiedenen Bleche und Böden aufgelegt sind, d. h. derartig auf Böcke gelegt sind, daß ein ungehindertes Umgehen und Arbeiten möglich ist, werden die Gegenstände dort, wo vorgezeichnet werden soll, mit Schlemmkreide oder Kalk angestrichen. Der Anstrich hinterläßt nach dem Trocknen einen weißen Grund, auf den dann die erforderlichen Linien, Bogen und Konstruktionen mit Reißnadel und Zirkel aufgetragen werden. Während der Anstrich trocknet, wird alles Nötige berechnet und die Zeichnung gut durchgelesen; ehe der Vorzeichner über die auszuführende Arbeit nicht völlig klar ist, soll er nicht beginnen. Die Böden werden zuerst vorgezeichnet, darauf die Mantelbleche und dann etwaige Abwicklungen für Dome, Stützen usw. Sind die Böden verschieden im Umfang, so müssen auch die Mantelbleche demgemäß verschieden vorgezeichnet werden. Die Hauptsache ist, daß immer die Teile, die zusammengehören, gleiche Teilungen und die richtigen Umfänge haben. Die Teile, die zusammengehören, werden dauerhaft gezeichnet, damit sie beim Montieren nicht verwechselt werden. Sind die Böden fertig vorgezeichnet, wird alles genau überprüft, und alle Abmessungen, die später gebraucht werden, werden notiert, die Teilungen nach-

gezählt und, wenn erforderlich, Heftlöcher abgeteilt, worauf dann alles gut spitz und tief gekörnt wird.

Zu jedem Boden wird nun ein auf den Umfang passendes Mantelblech vorzeichnet. Es wird möglichst danach getrachtet, mehrere Mantelbleche von gleichen Abmessungen zu erhalten und das Mantelblech für den zweiten Boden nur auf der Bodenseite, wenn nötig, größer oder kleiner im Umfang vorzeichnen. Handelt es sich um Reihenfertigung, so werden zu jeder Art Arbeit Schablonen vorzeichnet, wonach die anderen gleichen Bleche durchgekörnt werden. Sind die Umfangsstichmaße und Längensstichmaße auf dem Mantelblech festgelegt, werden die Nietteilungen aufgetragen und alles gut überprüft, nachgemessen und die Teilungen gezählt, ob sie mit dem dazugehörigen Teile übereinstimmen. Dann werden die Teilungen gut spitz gekörnt, nötigenfalls Heftlöcher angezeichnet und mit der Lochgröße entsprechenden Kreiskörnern geringelt. Die Blechecken, die abgeschärft werden müssen, werden mit Ölfarbe und Pfeil, nach welcher Richtung ausgeschärft wird, gekennzeichnet. Bestellnummer, Durchmesser, nach dem der Bund gewalzt, Lochgröße der Nietlöcher und Angaben über das Behobeln der Blechkanten sowie darüber, auf welcher Seite der Stempel liegt und ob das Blech vor dem Walzen gewendet werden muß oder nicht, werden ebenfalls mit Ölfarbe aufgeschrieben. Die meisten Fehler, die sich beim Vorzeichnen einschleichen, haben ihre Quelle darin, daß der Vorzeichner falsche Angaben auf das Blech macht. Der Vorzeichner muß sich schon bei Beginn der Arbeit klar sein, welche Seite des Bleches die innere, welche die äußere ist, welche Ecken ausgeschärft und wie die Blechkanten behobelt werden müssen. An einer Ecke, wo zwei ungleiche Hobelkanten zusammenstoßen, wird stets ausgeschärft.

Profileisenringe von Winkel-, U- und T-Eisen werden erst nach dem Walzen und Biegen auf Umfang abgerollt, nötigenfalls nachgeschnitten und dann geschweißt. Nachdem die so gefertigten Ringe oder Formstücke nochmals gut gerichtet sind, werden die Nietteilungen oder Schraubenteilungen vorzeichnet, gut gekörnt und mit Kreiskörnern versehen. Alles, was überhaupt in einzelnen Teilen gebohrt wird, muß mit Kreiskörnern versehen werden, damit nach dem Bohren festgestellt werden kann, ob die Löcher auch nicht verbohrt sind. Der Kreiskörner ist in der Regel 2 mm im Durchmesser größer als die gewünschte Lochgröße; er muß also nach dem Bohren noch gut sichtbar sein und dient zur Kontrolle.

Alle Teile, die zusammengenietet werden, sollen möglichst stets zusammen durchgebohrt sein, damit die Löcher einwandfrei passen. Winkelringe, die als Rohrflanschen dienen sollen, werden mit ihren Flanschen aufeinandergelegt und zusammen durchgebohrt. So wie die Ringe gelegen haben, müssen sie dann gezeichnet und wieder zusammengebracht werden; die Schraubenlöcher passen dann gut.

Umfänge und Längen werden immer auf Nietrißlinien gemessen und gerollt. Es wird dadurch ermöglicht, daß die Nietrißlinien immer wieder aufeinanderkommen. Die Längensstichmaße von Nietriß zu Nietriß erleichtern das Bestimmen der ganzen Länge eines Mantels, der aus mehreren Schüssen zusammengesetzt ist. Bei der Abwicklung von kegeligen Schüssen ist es unbedingt notwendig, nur mit Stichmaßen zu arbeiten, die auf der Nietrißlinie liegen; denn es ergeben sich bei Kegelabwicklungen auf jeder Länge andere Umfänge.

Die Werkzeuge des Vorzeichners sind oft primitiv und nicht so vielseitig wie die der Anreißer in Maschinenbauwerkstätten¹. Als Hauptwerkzeuge gelten

¹ S. Heft 3 dieser Sammlung: „Das Anreißen in Maschinenbauwerkstätten“.

wohl: Lineal, Federlineal, Reißnadel, Zirkel, Winkel und Streichmaß. Die Meßwerkzeuge sind gewöhnlich in erster Linie: Rollmaß, Bandmaß, Mikrometerschraube und die üblichen Zollstöcke. Die Meßwerkzeuge sollen in ihren Angaben übereinstimmen; das Rollmaß muß sich mindestens auf 10 m Länge mit dem Bandmaß decken. Seine Werkzeuge soll der Vorzeichner nicht verleihen, da sie vom Entleiher gewöhnlich nicht gut behandelt werden. Lineale und Winkel müssen von Zeit zu Zeit nachgeprüft und auch die Meßwerkzeuge öfters verglichen werden; etwaige Ungenauigkeiten sind selbstverständlich zu beseitigen. Die wichtigsten dieser Werkzeuge sollen kurz besprochen und ihre Anwendung soll erläutert werden.

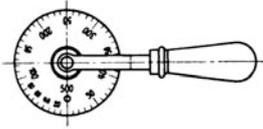


Fig. 1.

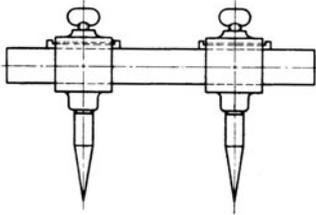


Fig. 2.

Das Rollmaß oder die Meßscheibe (Fig. 1) wird zur Bestimmung von Umfängen an Böden, Flammrohren und Winkelringen verwandt. Es besteht aus einer Stahlscheibe, die bei jeder Umdrehung 500 mm abrollt. Der Umfang ist in Millimeter eingeteilt, und die entsprechenden Zahlen von 10 zu 10 mm sind eingeprägt. Der Stangenzirkel (Fig. 2) hat auslösbare Stahlspitzen. Die Stange besteht aus Holz, ungefähr 50×10 mm Querschnitt, und ist verschieden lang, aber nicht länger als 3000 mm. Der Vorzeichner braucht bei seiner Arbeit mindestens $3 \div 4$ Stangenzirkel in verschiedenen Längen. Die langen Stangen haben in der Mitte eine Verstärkung, um ein Durchbiegen beim Arbeiten zu verhindern.

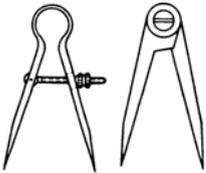


Fig. 3.

Der Federzirkel (Fig. 3) wird zum Einteilen der verschiedensten Strecken benutzt; er muß gehärtet und ständig gut gespitzt sein. Zur Feineinstellung dient eine Schraube, welche die beiden Schenkel zusammenhält. Zum Abtragen von oft wechselnden Maßen und zum Zwischenteilen wird der Spitzzirkel ohne Feder benutzt (Fig. 3a), um den Federzirkel vor allzu raschem Verschleiß zu bewahren. Im Laufe einer Arbeit sollen Zirkel, die gestellt sind und nochmals gebraucht werden, nicht wieder verstellt werden; es sind also zum Arbeiten mehrere Feder- und Spitzzirkel notwendig.

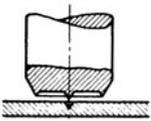


Fig. 4.

Die Kreiskörner (Fig. 4) ersparen es, um jeden Körner mit dem Zirkel einen der Lochgröße entsprechenden Kontrollkreis legen zu müssen. Für jede Lochgröße muß ein Kreiskörner vorhanden sein. Die Körnerspitze wird in den Körnerpunkt eingesetzt und dann durch Hammerschlag der Kreis abgebildet, der einen unverwischbaren Ring hinterläßt.

Das Kurvenlineal (Fig. 5) wird zum gleichmäßigen Legen von Kurven, die sich bei Abwicklungen usw. ergeben, benutzt. Die Stellschrauben ermöglichen es, die Feder auf jede gewünschte Kurve einzustellen.

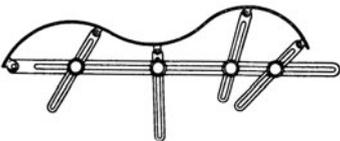


Fig. 5.

Das Streichmaß (Fig. 6) wird zum Legen von parallelen Linien an gehobelten Kanten entlang geführt; die Reißnadel steht dabei in einem spitzen Einschnitt. Der Anschlagwinkel kann durch Stellschraube verschoben werden.

durch Stellschraube verschoben werden.

Sonderstreichmaß (Fig. 7). Um bei Flacheisen oder Lamellen die Mittellinie genau anzureißen, kann das Lineal nicht benutzt werden, weil weder die Flacheisen selbst noch ihre Kanten gerade sind. Lange Stangen lassen sich auch schwerlich vor dem Auftragen der Nietteilungen gut geraderichten, und das Flacheisen muß sich gewöhnlich beim Nieten von selbst geradeziehen. Jedenfalls muß die Mittellinie aber genau zwischen den beiden Kanten des Flacheisens laufen und auf ihr die Nietteilung aufgetragen werden. Beim Montieren der Flacheisen als Verstärkungsringe usw. ziehen sich die Kanten nach der geradelaufenden Lochreihe, auf die das Flacheisen montiert werden soll; denn die Löcher im Flacheisen, d. h. die Mittellinie der Löcher, laufen ja immer parallel zur Flacheisenkante.

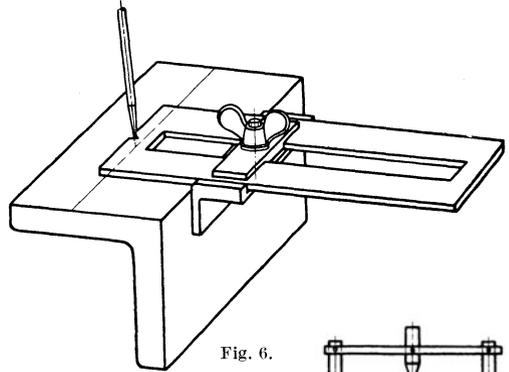


Fig. 6.

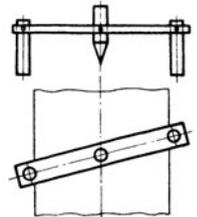


Fig. 7.

Damit nun die Mittellinie immer parallel zur Flacheisenkante läuft, bedient man sich des besonderen Streichmaßes (Fig. 7). Zwei Zapfen sind so angeordnet, daß sie an den Flacheisenkanten entlang gleiten; in der Mitte der Zapfen befindet sich ein kurzer Stahlstift, der als Reißnadel dient und die Mittellinie zeichnet.

II. Die Grundlagen zum Vorzeichnen.

A. Die mathematischen Grundlagen.

In diesem Abschnitt werden die notwendigsten mathematischen Begriffe erläutert und Formeln gegeben, die der Vorzeichner für seine Arbeit nicht entbehren kann.

Diese kurze Zusammenstellung soll für diejenigen Leser sein, die entweder überhaupt nicht ausreichend Mathematik studiert oder die ihre Kenntnisse nicht verwendungsbereit haben; die anderen mögen sie ruhig überschlagen.

1. Das Wurzelziehen¹.

Einstellige Zahlen	zweistellige Zahlen	dreistellige Zahlen
1 2 3 . . . 8 9	10 20 30 . . . 90 99	100 200 300 . . . 900 999
1 4 9 . . . 64 81	100 400 900 . . . 8100 9801	10000 40000 90000 . . . 810000 998001
ein- u. zweistellige Zahlen	drei- u. vierstellige Zahlen usw.	fünf- u. sechsstellige Zahlen

Multipliziert man die Zahlen der oberen Reihe mit sich selbst, so erhält man die Zahlen der unteren Reihe, z. B.: $1 \cdot 1 = 1$; $2 \cdot 2 = 4$; $3 \cdot 3 = 9$; $20 \cdot 20 = 400$ usw. Die Zahlen der unteren Reihe nennt man die Quadrate der Zahlen der oberen Reihe, die Zahlen der oberen Reihe die Wurzeln der Zahlen der unteren Reihe. Dies drückt man in Form einer Gleichung wie folgt aus:

¹ Zum Ziehen von Quadratwurzeln und zum Multiplizieren einer Zahl mit sich selbst werden gewöhnlich Tabellen verwandt. Für die Praxis des Vorzeichners sind diese Tabellen aber unzureichend, weil sie in den seltensten Fällen bis zu den großen Zahlen reichen, mit denen beim Vorzeichnen gerechnet wird. Das nachstehende Verfahren ist zweckmäßig und stets anwendbar. Es beruht auf den mathematischen Beziehungen, setzt deren Kenntnis aber nicht voraus.

$$\begin{aligned}
 1 &= \sqrt[3]{1} && (\text{lies: } 1 \text{ gleich Wurzel aus } 1); \\
 1 \cdot 1 &= 1^2 = 1 && (, , : 1 \text{ hoch } 2 \text{ gleich } 1); \\
 2 &= \sqrt[3]{4} && (, , : 2 \text{ gleich Wurzel aus } 4); \\
 2 \cdot 2 &= 2^2 = 4 && (, , : 2 \text{ hoch } 2 \text{ gleich } 4); \\
 12 &= \sqrt[3]{144} && (, , : 12 \text{ gleich Wurzel aus } 144); \\
 12 \cdot 12 &= 12^2 = 144 && (, , : 12 \text{ hoch } 2 \text{ gleich } 144).
 \end{aligned}$$

Aus den obigen beiden Zahlenreihen geht nun hervor:

1. Die Wurzel aus einer ein- oder zweistelligen Zahl ist eine einstellige Zahl.
2. Die Wurzel aus einer drei- oder vierstelligen Zahl ist eine zweistellige Zahl.
3. Die Wurzel aus einer fünf- oder sechsstelligen Zahl ist eine dreistellige Zahl usw.

Nun zum Wurzelziehen selbst. Um z. B. $\sqrt[3]{51529}$ zu finden, teilt man die Zahl 51529 (diese Zahl nennt man auch Radikand), von rechts ausgehend, in Gruppen von je zwei Ziffern. Bei Radikanden mit einer ungeraden Anzahl Stellen enthält dann die letzte Gruppe nur eine Ziffer. In unserem Beispiel erhält man das folgende Bild:

$$\begin{array}{c}
 \text{1. Gruppe} \quad \text{2. Gruppe} \quad \text{3. Gruppe} \\
 \sqrt[3]{\widehat{5} \quad \widehat{15} \quad \widehat{29}}
 \end{array}$$

Obwohl wir bei der Einteilung des Radikanden in Gruppen von je zwei Ziffern von rechts ausgehen, haben wir von links ausgehend numeriert.

Die Wurzel — sie ist dreistellig, da der Radikand fünfstellig ist — wird nun nach dem folgenden Schema bestimmt.

1. Beispiel: $\sqrt[3]{51529}$

$$\begin{array}{r}
 \begin{array}{c}
 \text{1.} \quad \text{2.} \quad \text{3.} \\
 \text{Gr.} \quad \text{Gr.} \quad \text{Gr.} \\
 \sqrt[3]{\widehat{5} \quad \widehat{15} \quad \widehat{29}} = 227
 \end{array} \\
 - 2^2 = -4 \quad \downarrow \\
 : 2 \cdot 2 \quad 11 \\
 \quad \quad \quad 8 \\
 \quad \quad \quad \downarrow \\
 \quad \quad \quad 35 \\
 - 2^2 = -4 \quad \downarrow \\
 : 2 \cdot 22 \quad 312 \\
 \quad \quad \quad \downarrow \\
 \quad \quad \quad 308 \\
 \quad \quad \quad \downarrow \\
 \quad \quad \quad 49 \\
 - 7^2 = -49 \\
 \quad \quad \quad \downarrow \\
 \quad \quad \quad 0
 \end{array}$$

Zur Bestimmung der 2. Stelle der gesuchten W.

Zur Bestimmung der 1. Stelle d. gesuchten W.

1. Um die 1. Stelle der gesuchten Wurzel zu finden, hat man diejenige Zahl zu suchen, die mit sich selbst multipliziert gleich oder kleiner ist als die Zahl der 1. Gruppe. Hier ist die gesuchte Zahl 2, weil $2 \cdot 2 = 4$ ist. 4 ist aber kleiner als 5. 2 ist die 1. Stelle der gesuchten Wurzel.
2. Von der Zahl der 1. Gruppe das Quadrat von der vorher gefundenen Zahl 2 subtrahieren, man erhält $5 - 2^2 = 1$.
3. Die 1. Stelle der 2. Gruppe herunterholen, man erhält 11.
4. Um nun die 2. Stelle der gesuchten Wurzel zu finden, dividiert man 11 durch das Doppelte der bereits gefundenen 1. Stelle der Wurzel, man erhält $11 : 2 \cdot 2 = 11 : 4 = 2$ mit Rest 3. 2 ist die 2. Stelle der gesuchten Wurzel.
5. Die 2. Stelle der 2. Gruppe herunterholen, man erhält 35.
6. Von 35 das Quadrat der 2. Stelle der gesuchten Wurzel subtrahieren, man erhält $35 - 2^2 = 31$.

Zur Bestimmung der 3. Stelle der gesuchten W.

7. Die 1. Stelle der 3. Gruppe herunterholen, man erhält 312.
8. Um nun die 3. Stelle der gesuchten Wurzel zu finden, dividiert man 312 durch das Doppelte der bereits gefundenen beiden 1. Stellen der Wurzel. Hier muß also $312 : 2 \cdot 22$ gebildet werden, man erhält $312 : 44 = 7$ mit Rest 4.
7 ist die 3. Stelle der gesuchten Wurzel.
9. Die 2. Stelle der 3. Gruppe herunterholen, man erhält 49.
10. Von 49 das Quadrat der 3. Stelle der gesuchten Wurzel subtrahieren, man erhält $49 - 7^2 = 0$.

Es bleibt noch übrig, an Hand eines Beispiels, auf einen Sonderfall hinzuweisen.

2. Beispiel: $\sqrt{138384}$

	1. 2. 3.	
	Gr. Gr. Gr.	
	$\sqrt{13 83 84} = 372$	
$-3^2 = -9$	4 8*	↓
$: 2 \cdot 3$	4 2	↓
	63	
$-7^2 = -49$	14 8	↓
$: 2 \cdot 37$	14 8	↓
	04	
$-2^2 = -4$	0	↓

Der Radikand ist sechsstellig, mithin die Wurzel dreistellig.

*Hier muß nun $48 : 2 \cdot 3$ gebildet werden. Die Division ergibt 8 Rest 0. Holt man die 2. Stelle der 2. Gruppe herunter (s. Schema), so erhält man 3. Von 3 läßt sich aber das Quadrat von 8 nicht subtrahieren. In dem angeführten Beispiel ist deshalb bei der Division nicht 8 zu nehmen, sondern 7 mit Rest 6. Holt man nun die 2. Stelle der 2. Gruppe herunter, so erhält man 63. Von 63 läßt sich aber 7^2 subtrahieren.

Die bisherigen Beispiele ergaben als Wurzel eine ganze Zahl. Das nächste Beispiel soll zeigen, wie man vorzugehen hat, wenn das nicht der Fall ist.

3. Beispiel: $\sqrt{421560000}$

	1. 2. 3. 4. 5. 6.	
	Gr. Gr. Gr. Gr. Gr. Gr.	
	$\sqrt{4 21 56,00 00 00} = 205,319 \dots$	
$-2^2 = -4$	0 2	↓
$: 2 \cdot 2$	21	
$-0^2 = -0$	21 5	↓
$: 2 \cdot 20$	20 0	↓
	1 56*	
$-5^2 = -25$	1 31 0	↓
$: 2 \cdot 205$	1 23 0	↓
	8 00	
$-3^2 = -9$	7 91 0	↓
$: 2 \cdot 2053$	4 10 6	↓
	3 80 40	
$-1^2 = -1$	3 80 39 0	↓
$: 2 \cdot 20531$	3 69 55 8	↓
	10 83 20	
$-9^2 = -81$	10 82 39	↓

usw.

Der Radikand ist fünfstellig, mithin die Wurzel dreistellig.

*Hier ergibt die Subtraktion von 25 nicht 0, sondern 131, d. h. die gesuchte Wurzel ist keine ganze Zahl. Jetzt Achtung! Hinter die 3. Stelle der gesuchten Wurzel, hier also hinter 5, ein Komma setzen. Um nun weitere Stellen der Wurzel zu finden, denkt man sich an den Radikanden weitere Gruppen, die aber nur Nullen enthalten, angefügt. Die weitere Bestimmung der Wurzel geht nun wieder nach dem obigen Schema vor sich.

Die letzten 3 Stellen hätte man auch durch einfache Division finden können. Es ist nämlich

$$1310 : 41\phi = 319$$

123	
80	
41	
390	
369	
21	

Weitere Stellen lassen sich aber durch die Division in diesem Falle nicht bestimmen. Es gilt die Regel: Hat man durch die Regeln des Wurzelausziehens eine beliebige Anzahl (etwa 5) Stellen der Wurzel gefunden, so kann man die gleiche Anzahl (hier also 5) weiterer Stellen durch einfache Division finden. Hierzu noch ein Beispiel:

4. Beispiel: $\sqrt{732548,24}$

	1. 2. 3. 4.	
	Gr. Gr. Gr. Gr.	
	$\sqrt{73\overline{25}\overline{48},24} = 85,58$	
$- 8^2 =$	$- 64 \downarrow$	
$: 2 \cdot 8$	$9 \downarrow$	
	$80 \downarrow$	
	$1 \downarrow$	
$- 5^2 =$	$- 25 \downarrow$	
$: 2 \cdot 85$	$100 \downarrow$	
	$850 \downarrow$	
	$1548 \downarrow$	
$- 5^2 =$	$- 25 \downarrow$	
$: 2 \cdot 855$	$1523 \downarrow$	
	$13680 \downarrow$	
	$15524 \downarrow$	
$- 8^2 =$	$- 64 \downarrow$	
	$154600^* : 2 \cdot 8558$	

*Nun muß eine Null heruntergeholt werden. Wir tun dies und erhalten 154600; diese Zahl dividieren wir nun durch $2 \cdot 8558$ und werden 4 weitere Stellen der gesuchten Wurzel erhalten. Das Ergebnis der Division ist 9,032, das Komma bei „9“ ist ohne Bedeutung. Für uns haben nur die Ziffern Interesse; die durch Division gefundenen 4 Ziffern fügen wir an die bereits gefundenen 4 Stellen an und erhalten als Wurzel 855,89032.

$$154600 : 17116 = 9,032$$

154044	
55600	
51348	
42520	
34232	
8288	

2. Der Winkel.

In Fig. 8 sind 2 in S sich schneidende Geraden G_1 und G_2 gezogen, außerdem um S als Mittelpunkt eine beliebige Kreislinie, die in 360 gleiche Teile geteilt ist. Dreht man nun die Gerade G_1 links herum, bis sie sich mit G_2 deckt, so kann man die Größe der Drehung unmittelbar an der Kreislinie ablesen. Die Anzahl der

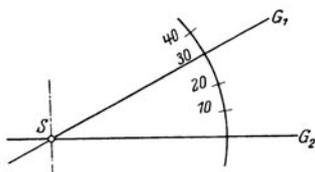


Fig. 8.

Teile, die bei der Drehung von G_1 bestrichen wird (in Fig. 8 sind es 30), ist nichts anderes als der Winkel, gemessen in Grad, den beide Geraden miteinander einschließen. Der Punkt S ist der Scheitel und die Geraden G_1 und G_2 sind die Schenkel des Winkels. Die Größe des Winkels, den 2 Gerade miteinander einschließen, ist also unabhängig von der Länge der Geraden, das ist der Schenkel. Um anzugeben, daß ein Winkel 30 Grad ist, schreibt man 30° . Für viele Messungen reicht diese Einteilung in Grad nicht aus. Sie muß verfeinert werden. Man teilt 1° wieder in 60 gleiche Teile und erhält eine Minute, geschrieben $1'$. Eine Minute teilt man abermals in 60 gleiche Teile und erhält eine Sekunde, ge-

geschrieben 1''. Soll angegeben werden, daß ein Winkel 42 Grad 26 Minuten 18 Sekunden groß ist, so schreibt man

$$42^\circ 26' 18''.$$

Ist der Winkel 90° , stehen die Schenkel also senkrecht aufeinander, so spricht man von einem rechten Winkel. Zwei rechte Winkel, also ein Winkel von 180° , nennt man einen gestreckten Winkel. Winkel, die größer als 0° , aber kleiner als 90° sind, nennt man spitze, die, die größer als 90° , aber kleiner als 180° sind, stumpfe Winkel.

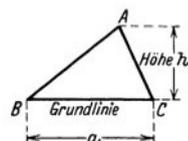
3. Das Dreieck.

Verbindet man drei Punkte ABC , die nicht auf einer Geraden liegen, durch gerade Linien, so entsteht ein Dreieck. Im Innern des Dreiecks sind drei Winkel, die von den Dreieckseiten eingeschlossen werden. Die Summe der drei Winkel ist für jedes Dreieck 180° .

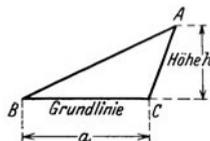
Man unterscheidet:

gleichseitige Dreiecke: alle Seiten sind einander gleich,
 gleichschenklige Dreiecke: zwei Seiten sind einander gleich,
 ungleichseitige Dreiecke: alle Seiten sind voneinander verschieden,
 spitzwinklige Dreiecke: alle Winkel sind kleiner als 90° ,
 stumpfwinklige Dreiecke: ein Winkel ist größer als 90° ,
 rechtwinklige Dreiecke: ein Winkel ist 90° .

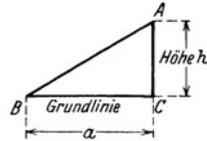
Der Inhalt eines Dreiecks ist gleich dem Produkt aus Grundlinie und Höhe dividiert durch 2; in mathematischen Zeichen (s. Fig. 9) $J = \frac{1}{2} \cdot a \cdot h$. Die Höhe ist gleich dem senkrechten Abstand der Spitze von der Grundlinie.



Spitzwinkl. Dreieck.
Fig. 9.



Stumpfwinkl. Dreieck.
Fig. 9 a.



Rechtwinkl. Dreieck.
Fig. 9 b.

Für das rechtwinklige Dreieck gilt ein von Pythagoras gefundener Satz, der besagt:

Das Quadrat, errichtet über der größten Seite, ist gleich der Summe der Quadrate, die man über den beiden anderen Seiten errichten kann.

Bezeichnet man, wie üblich, die Seite gegenüber der Ecke A mit a usw. (Fig. 10), so erhält der obige Satz in mathematischen Zeichen die folgende Form:

$$c^2 = a^2 + b^2.$$

Hieraus erhält man:

$$c = \sqrt{a^2 + b^2}; \quad a = \sqrt{c^2 - b^2}; \quad b = \sqrt{c^2 - a^2}.$$

a und b nennt man auch die Katheten, c die Hypotenuse des Dreiecks.

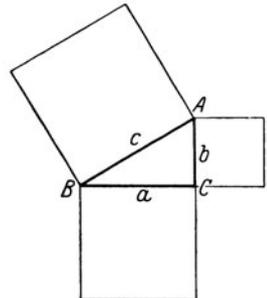


Fig. 10.

4. Der Kreis.

Bewegt sich ein Punkt so, daß sein Abstand von einem festen Punkt gleich bleibt, so erhält man eine Kreislinie, auch Peripherie des Kreises genannt. Der gleichbleibende Abstand ist der Radius r (Fig. 11), $2r = d$ der Durchmesser des Kreises. Die Länge der Kreislinie ist der Umfang, die von ihr eingeschlossene Fläche der Inhalt des Kreises. Eine Gerade, die die Kreislinie in A und B schneidet, ist eine Sekante, das auf ihr zwischen A und B gelegene Stück s eine Sehne. Geht die Sekante durch den Mittelpunkt, so ist die Sehne gleich dem Durchmesser. Dreht man die Sekante um A , bis B mit A zusammenfällt, so wird aus ihr eine Tangente. A ist ihr Berührungspunkt. Die Tangente steht senkrecht auf der Linie MA , dem zugehörigen Radius. Die durch eine Sekante von der Kreisfläche ab-

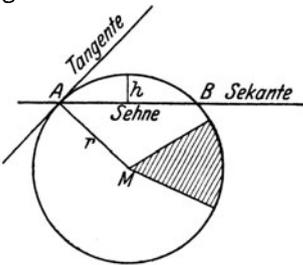


Fig. 11.

geschnittene Fläche nennt man Kreisabschnitt. Die senkrechte Entfernung (das Lot) von Mitte Sehne bis zur Peripherie ist die Höhe h des Kreisabschnittes, auch Bogenhöhe des über der Sehne gelegenen Kreisbogens genannt. Zwei Gerade, vom Mittelpunkt ausgehend, schneiden aus der Kreisfläche einen Kreisabschnitt, auch Sektor genannt, heraus. Der Winkel, eingeschlossen von den beiden Geraden, heißt Zentriwinkel.

Für den Umfang U und Inhalt J des Kreises gelten einfache Beziehungen:

$$\left. \begin{aligned} U &= d \cdot \pi = 2 \cdot r \cdot \pi \\ J &= \frac{d^2 \cdot \pi}{4} = r^2 \cdot \pi \end{aligned} \right\} \begin{array}{l} \text{hierin } \pi \text{ (lies: Pi) die} \\ \text{Zahl } 3,141592653589 \dots \end{array}$$

Eine außerordentlich gute Annäherung an den wahren Wert von π ist der Bruch, Quotient:

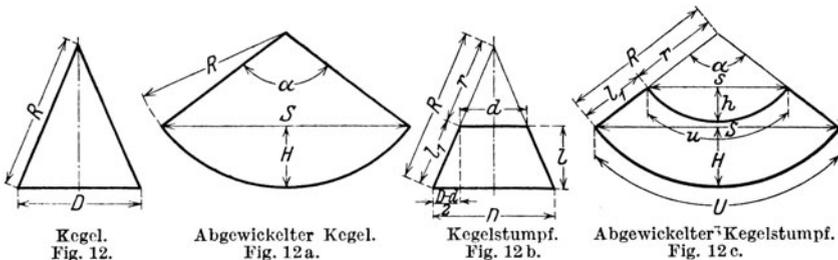
$$\frac{355}{115} = 3,141592 \dots \text{ (die jetzt folgenden Ziffern weichen ab).}$$

Sind U und J gegeben, so hat man zur Bestimmung von d und r die folgenden Beziehungen:

$$d = \frac{U}{\pi} = 2 \sqrt{\frac{J}{\pi}} ; \quad r = \frac{U}{2\pi} = \sqrt{\frac{J}{\pi}} .$$

5. Der abgewinkelte Kegel und Kegelstumpf.

Die Abwicklung eines Kegels ist ein Kreisabschnitt und die eines Kegelstumpfes ein Kreisringabschnitt (s. Fig. 12).



Es gelten die folgenden Beziehungen:

1.
$$\alpha^\circ = \frac{D}{R} \cdot 180^\circ = \frac{d}{r} \cdot 180^\circ ,$$

2. $R = \frac{D}{D-d} \cdot l_1,$
 3. $l_1 = \sqrt{\left(\frac{D-d}{2}\right)^2 + l^2},$
 4. $u = d\pi, \quad U = D_1\pi.$

6. Das Vieleck.

Eine von mehr als vier geraden Linien begrenzte Fläche nennt man ein Vieleck. Es hat ebensoviel Seiten wie Ecken. Sind die Seiten des Vielecks gleich groß, so ist es regelmäßig, im anderen Falle unregelmäßig. Regelmäßigen Vielecken lassen sich Kreise ein- und umschreiben. Der Umkreis geht durch die Ecken, der Innkreis wird von den Seiten des Vielecks berührt. Verbindet man den Mittelpunkt des Umkreises (Innkreises) mit den n Ecken des Vielecks, so entstehen n gleichschenklige Dreiecke, die beim regelmäßigen Sechseck gleichseitig sind. Bei diesen ist der Radius des Umkreises gleich der Länge einer Seite. Die Winkel an der Spitze der so entstehenden n Dreiecke, auch Zentriwinkel genannt, sind einander gleich. Er ist beim regelmäßigen n -Eck $\frac{360^\circ}{n}$. Bedeuten (Fig. 13)

- R Radius des Umkreises,
 r Radius des Innkreises,
 s Länge einer Seite des Vielecks,

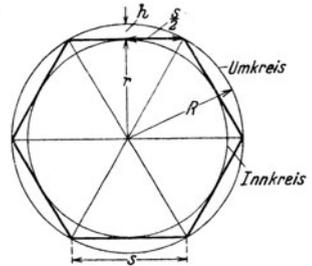


Fig. 13.

so gelten die folgenden Beziehungen:

$$R = \sqrt{r^2 + \left(\frac{s}{2}\right)^2}; \quad r = \sqrt{R^2 - \left(\frac{s}{2}\right)^2}; \quad s = 2\sqrt{R^2 - r^2}.$$

7. Proportionen.

Die Gleichung

$$\frac{a}{b} = \frac{c}{d}$$

schreibt man auch häufig wie folgt:

$$a : b = c : d \quad (\text{lies: } a \text{ verhält sich zu } b \text{ wie } c \text{ zu } d).$$

Eine solche Beziehung nennt man eine Proportion. Sie besteht aus den vier Gliedern a , b , c und d . a und d sind die äußeren, b und c die inneren Glieder. Für eine Proportion gilt die einfache Beziehung:

Das Produkt der inneren Glieder ist gleich dem Produkt der äußeren Glieder.

In mathematischer Form:

$$a \cdot d = b \cdot c.$$

Ist ein inneres Glied unbekannt, so hat man zu seiner Bestimmung die beiden äußeren Glieder miteinander zu multiplizieren und durch das bekannte innere Glied zu teilen. Beispiel:

$$a : x = c : d,$$

worin x unbekannt, a , c und d bekannt.

$$x = \frac{a \cdot d}{c}.$$

Zahlenbeispiel: $a = 15$; $c = 6$; $d = 2$; damit ist $x = \frac{15 \cdot 2}{6} = 5$;
 das heißt $15 : 5 = 6 : 2$ oder $\frac{15}{5} = \frac{6}{2} = 3$.

Ist dagegen ein äußeres Glied unbekannt, so multipliziert man die beiden inneren Glieder miteinander und dividiert durch das bekannte äußere Glied.

$$x : b = c : d, \text{ worin } x \text{ unbekannt, } b, c \text{ und } d \text{ bekannt, } x = \frac{b \cdot c}{d}.$$

$$\text{Zahlenbeispiel: } b = 6; \quad c = 12; \quad d = 4; \quad x = \frac{6 \cdot 12}{4} = 18;$$

$$\text{das heißt } 18 : 6 = 12 : 4 \text{ oder } \frac{18}{6} = \frac{12}{4} = 3.$$

Spalte I	Spalte II
Winkel	Grundzahl
⋮	⋮
62°	1,0821
63°	1,0996
64°	1,1170
65°	1,1345
66°	1,1519
⋮	⋮

In der nebenstehenden Tabelle sind von einem Kreis-sektor, dessen Radius 1 ist, in Spalte I der Winkel α und in Spalte II die zugehörigen Bogenlängen (die man auch Grundzahlen nennt, da sie für einen Kreissektor gelten, dessen Radius 1 ist) angegeben. Soll nun bestimmt werden, wie groß die Bogenlänge eines Sektors ist, wenn der Winkel α und der Radius r ist, so hat man die in Spalte II angegebene und dem Winkel α zugeordnete Grundzahl mit dem Radius zu multiplizieren.

Beispiel: Wie groß ist die Bogenlänge U eines Kreissektors, wenn $r = 945$ [mm] und $\alpha = 64^\circ$ ist?

Aus der Tabelle entnimmt man, daß die Grundzahl 1,1170 dem Winkel $\alpha = 64^\circ$ zugeordnet ist. Mithin ist die gesuchte Bogenlänge

$$U = 945 \cdot 1,1170 = 1055,56 \text{ [mm]} \approx 1056 \text{ [mm]}.$$

Wie aber hat man vorzugehen, wenn α etwa $64^\circ 38'$ ist? Man muß Proportionen aufstellen, um die in der Tabelle nicht enthaltenen Werte der Grundzahlen, auch Zwischenwerte genannt, zu bestimmen. Das macht man wie folgt:

$$\begin{array}{l} \text{Für } \alpha = 64^\circ \text{ ist die zugeordnete Grundzahl } 1,1170, \\ \text{,, } \alpha = 65^\circ \text{ ,, ,, ,, ,, ,, } 1,1345. \end{array}$$

Während der Winkel von 64° auf 65° anwächst, also um $1^\circ = 60'$ zunimmt, nimmt die Grundzahl um $1,1345 - 1,1170 = 0,0175$ zu. Nun soll aber α um $38'$ zunehmen, um wieviel nimmt dann die Grundzahl zu? Antwort:

Zuwachs in Spalte I : Zuwachs in Spalte II = Verlangter Zuwachs in Spalte I : Gesuchter Zuwachs in Spalte II.

Gesuchter Zuwachs in Spalte II

$$= \frac{(\text{Zuwachs in Spalte II}) \times (\text{Verlangter Zuwachs in Spalte I})}{\text{Zuwachs in Spalte I}}.$$

Bezeichnet man den gesuchten Zuwachs in Spalte II mit x und den verlangten Zuwachs in Spalte I mit y , so erhält man:

$$x = \frac{y \cdot 0,0175}{60}.$$

In unserem Beispiel ist $y = 38'$ (verlangter Zuwachs des Winkels von 64° auf $64^\circ 38'$), dann ist

$$x = \frac{38 \cdot 0,0175}{60} = 0,0111 \text{ der gesuchte Zuwachs in Spalte II.}$$

Mithin ist die dem Winkel $\alpha = 64^\circ 38'$ zugeordnete

$$\text{Grundzahl} = 1,1170 + 0,0111 = 1,1281.$$

Die gesuchte Bogenlänge ist dann

$$\begin{aligned} U &= \text{Radius} \times \text{Grundzahl} \\ &= 945 \cdot 1,1281 = 1066 \text{ [mm]}. \end{aligned}$$

Ist im Laufe einer Rechnung der Winkel zu $\alpha = 64,70^\circ = 64^\circ + 0,7^\circ$ bestimmt worden, so wird man zweckmäßig zuerst die $0,7^\circ$ in Minuten verwandeln.

Es ist 1° gleich $60'$; mithin $0,7^\circ$ gleich $0,7 \cdot 60 = 42'$.

Man hat also $64,70^\circ = 64^\circ 42'$.

Die weitere Rechnung wird nun, wie oben gezeigt, durchgeführt.

B. Das Vorzeichnen in der Werkstatt.

1. Die Eigenart des Vorzeichnens in der Werkstatt.

In den Kessel- und Apparatebauwerkstätten kann nicht mit Reißschiene und Schiebedreiecken (Winkel) gearbeitet werden, denn es fehlt am Reißbrett und der genauen Führung für die Reißschiene. Das Reißbrett des Vorzeichners ist das jeweilige Blech, das verarbeitet wird; auf ihm werden die geometrischen Konstruktionen mit Zirkel und Lineal, den wichtigsten Hilfsmitteln des Vorzeichners, aufgezeichnet. Es ist nun nicht etwa leicht, mit diesen Hilfsmitteln alle erforderlichen Konstruktionen auszuführen. Es mag ein Techniker noch soviel geometrische Konstruktionen mit Reißschiene und Winkel beherrschen, wenn er in der Werkstatt auf dem Blech die einfachste Konstruktion ausführen soll, so versagt sein Können, weil — ihm seine Werkzeuge fehlen. Die Konstruktionen, wie sie der Vorzeichner verwendet, haben wohl die gleiche theoretische Grundlage, sind aber für die Werkstatt umgearbeitet. Und genau wie mit den Konstruktionen ist es mit den Berechnungen usw. Die großen Zahlen, stets in Millimeter, verwirren so manchen, dem der Überblick über die ganze Arbeit fehlt. Die Grundlagen der darstellenden Geometrie sind für einen Vorzeichner unerlässlich. Denn im Gegensatz zum Anreißen in Maschinenbauwerkstätten, wo der Anreißer die fertigen Körper in Form gegossener oder geschmiedeter Maschinenteile vor Augen hat, soll der Vorzeichner die Körper aus verschiedenen Teilen zusammenbringen und die Teile in ihrer abgewickelten Form, d. h. auf geraden Blechen, vorzeichnen. Erst nach der Bearbeitung, wie Lochen, Schneiden, Hobeln, Walzen und Montieren, entsteht der Körper in seiner vorgeschriebenen Form.

Ganz erklärlich ist es, daß, wenn dem Vorzeichner ein Irrtum unterläuft, viel kostspielige Arbeit umsonst gemacht wird; denn der Irrtum zeigt sich erst, wenn der Arbeitsprozeß fast beendet ist. Unerlässlich ist es daher, daß der Vorzeichner seine Arbeiten peinlich genau ausführt und so oft wie möglich kontrolliert. Vieles, was der Vorzeichner vorzeichnet, kann er nicht aus der Zeichnung ablesen; fast alle Maße, mit denen er arbeitet, müssen erst von ihm selbst errechnet und zusammengestellt werden. Es ist nicht möglich, die Werkstattzeichnung für eine Kesselschmiede oder Apparatebauwerkstatt so auszuführen, daß der Vorzeichner vom Berechnen wesentlich entlastet werden kann. Die auf der Zeichnung gemachten Angaben würden mit den Tatsachen selten übereinstimmen, weil sich alles nach den vorhandenen Einzelteilen: Blechen, Böden usw., richten muß. Der Vorzeichner kann sich nur an die Hauptmaße der Zeichnung halten, er muß alle Einzelmaße selbst errechnen und muß meist vermitteln, um die Hauptmaße einzuhalten. Oft muß er in der Lage sein, kleinere Apparate und Behälter nur nach Skizze auszuführen; schon aus diesem Grunde muß er über die nötigen Kenntnisse verfügen, um selbständig und einwandfrei arbeiten zu können.

Es soll nun die Grundlage zum Vorzeichnen so behandelt werden, wie sie der Werkstatt angemessen ist.

2. Lange Linien mit kurzem Lineal anreißen.

Die Grundlage jeder Arbeit des Vorzeichners ist die gerade Linie. Die Blechkanten sind nun aber für ausreichende Genauigkeit nicht gerade genug, um

darauf ein Gebilde entstehen zu lassen. Es wird daher zweckmäßig eine gerade Linie als ideale Kante festgelegt, dadurch, daß man an jeder der beiden Blechecken einen Punkt im Abstand etwa gleich der zur Nietteilung gehörigen Überlappung von der Kante bestimmt und die beiden Punkte mit dem Lineal durch eine Gerade verbindet. Oft reicht allerdings das vorhandene Lineal dazu nicht aus. Man vermeide es jedoch strengstens, von der Blechkante die Entfernungen in Absätzen zu messen und mit dem Lineal zu verbinden. Eine so gezogene Linie kann unmöglich gerade sein, auch wenn die Blechkante gerade erscheint. Ein Lineal über 3 m Länge sollte nicht benutzt werden, da es sich in der Mitte durchbiegt, sobald das Blech, auf dem die Linie gezogen werden soll, nicht gerade liegt. Es gibt allerdings stark ausgeführte Lineale, die sich nicht durchbiegen würden, aber ein derartiges Ungetüm, abgesehen davon, daß es schwer zu bewegen ist, ließe sich auch nicht senkrecht auf das Blech auflegen, sobald das Blech wellig ist. Zwischen Blech und Lineal entstünden dann Zwischenräume, durch die es zweifelhaft würde, ob die Reißnadel sich auch an der Linealkante entlang bewegte und die Linie gerade angerissen wäre. Auf langen Blechen von etwa 8—10 m kann man mit einem Strich keine gerade Linie legen. Man verwendet vielmehr vorteilhaft eine feine Schnur, die über das Blech gespannt wird, so daß sie es nicht berührt, sondern 10÷20 mm über der höchsten Blechwelle hinweggeht. Um dies zu erreichen, werden an den Blechecken Holzkeile unter die Schnur gelegt. An den Enden der Schnur sind Gewichte befestigt, die über das Blech hinaushängen und die Schnur straff spannen. Von der Schnur, die natürlich dort gespannt ist, wo die gerade Linie liegen soll, werden nun, die Schnur als Anschlag benutzend, mit einem kleinen Winkel verschiedene Punkte in nicht mehr als 1 m Abstand auf das Blech gelotet. Der Winkel soll nicht mehr als 100 mm Schenkellänge haben, damit die Punkte auch wirklich senkrecht gelotet werden. Sind genügend Punkte bezeichnet, kann die Schnur abgespannt werden. Die Punkte werden nun mit dem Lineal so verbunden, daß sich ständig drei Punkte an der Linealkante befinden. Dadurch werden etwaige Ungenauigkeiten, die durch das Loten entstanden sind, ausgeglichen. Zu vermeiden ist es, beim Loten die Schnur mit dem Winkel beiseite zu drücken; geschieht es doch, erhält man natürlich keine gerade Linie.

3. Halbieren und Einteilen von Strecken.

Eine bestimmte Strecke kann man grundsätzlich leicht in zwei oder mehr gleiche Teile teilen (Halbieren, Mitteln usw.). In der Praxis des Vorzeichners kommt das gewöhnlich beim Umfangstichmaß einer Rundnaht oder dem Höhenstichmaß einer Längsnaht vor. Handelt es sich um kurze Strecken und liegt das Blech gut gerade, so ist es leicht möglich, mit dem Stangen- und Spitzzirkel zu arbeiten. Bei Strecken über 5000 mm Länge muß jedoch auch das Rollmaß mit zur Hilfe genommen werden, besonders auch bei Blechen, die nicht gerade, d. h. die auf den Böcken wellig liegen. Mit dem Rollmaß wird so gearbeitet, daß die ganze Strecke abgerollt und das gefundene Maß rechnerisch halbiert und von beiden Endpunkten nach der Mitte zu auf dem Blech abgerollt wird. Diese Maßnahme wird so oft wiederholt, bis es möglich ist, mit dem Zirkel weiter einzuteilen. Zur Vermeidung von Unstimmigkeiten versuche man es nie, mit dem Stangenzirkel über 2,5 m Länge zu gehen oder wellige Bleche mit dem Stangenzirkel zu halbieren usw. Während mit dem Rollmaß die Unebenheiten des Bleches sowie die Wellen beim Einteilen berücksichtigt werden, so daß genau gleiche Teilungen entstehen, greift der Stangenzirkel über die Unebenheiten hinweg und nach dem Walzen des Bleches ergibt sich dann, daß die Teilungen nicht

gleich sind, so daß die Löcher mit denen des Bodens, Daches oder dergleichen nicht passen wollen. Das Einteilen in eine bestimmte Anzahl gleicher Teile wird nun in der Werkstatt folgendermaßen durchgeführt:

Man halbiert die gegebene Strecke, halbiert eine der Teilstrecken, nochmals eine der neuen Teilstrecken usw. solange, wie die verlangte Teilzahl das zuläßt. Dann drittelt man, wenn nötig, eine der letzten Teilstrecken und wiederholt das vielleicht, um schließlich, wenn die Teilzahl das verlangt, auch noch eine Teilstrecke in 5 oder gar mehr Teile zu teilen. Die letzte kleinste Teilstrecke trägt man dann auf jeder der größeren vorher erhaltenen Strecken ab. Wie oft man die gegebene Strecke halbieren, dann dritteln und vielleicht noch in mehr Teile teilen muß, das stellt man am einfachsten an der gegebenen Teilzahl an sich fest, indem man sie zunächst so oft wie möglich durch 2, dann durch 3 und schließlich noch durch 5 oder mehr teilt. Man nennt das bekanntlich: die Zahl in ihre (kleinsten) Faktoren zerlegen.

Ist z. B. die Zahl 32 gegeben, so sind ihre Faktoren: $2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2$, man müßte also, um die gegebene Strecke in 32 gleiche Teile zu teilen, 5mal halbieren. Ist die Zahl 72, so sind ihre Faktoren: $2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 3$, man müßte also die Strecke 3mal halbieren und dann 2mal dritteln. Ist die Zahl 84, so sind ihre Faktoren: $2 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 7$, man müßte also die Strecke 2mal halbieren, dann dritteln und schließlich noch die letzte Teilstrecke in 7 Teile teilen.

Hiernach läßt sich das Verfahren kurz folgendermaßen beschreiben: Man zerlegt die gegebene Teilzahl in ihre Faktoren und teilt die gegebene Strecke zunächst nach dem kleinsten Faktor in Teilstrecken, teilt dann eine der Teilstrecken nach dem nächsten Faktor und fährt so fort, bis alle Faktoren benutzt sind. Dann trägt man die letzte, kleinste Teilstrecke auf alle nächst größeren Strecken ab.

Teilzahlen, die sich nicht, oder zunächst nicht, in kleine Faktoren (2 oder 3) zerlegen lassen, kommen für Blechteilungen im allgemeinen nicht vor. Ist es ausnahmsweise doch mal der Fall, so daß man die ganze Strecke gleich in 5 oder 7 oder gar 11 Teile teilen müßte (z. B. bei der Teilzahl $55 = 5 \cdot 11$ oder $91 = 7 \cdot 13$), so wendet man, um das zu vermeiden, ein anderes Verfahren an: Man zieht zuerst von der Teilzahl 1 ab und teilt den Rest, der dann eine gerade Zahl sein muß, durch 2. Ist die dadurch erhaltene Zahl wieder nicht in kleine Faktoren zu zerlegen, so wiederholt man das Verfahren so oft, bis man genügend kleine Faktoren erhält.

Ist die Teilzahl z. B. 55, so zerlegt man: $55 = 1 + 54 = 1 + 2 \cdot 27$ und zerlegt 27 nun weiter in $3 \cdot 3 \cdot 3$ oder in $1 + 26 = 1 + 2 \cdot 13$ und weiter 13 in $1 + 12 = 1 + 2 \cdot 2 \cdot 3$. Man hat dann die 2 Zerlegungen für 55:

$55 = 1 + 54 = 1 + 2 \cdot 27 = 1 + 2(1 + 2 \cdot 13) = 1 + 2(1 + 2[1 + 2 \cdot 2 \cdot 3])$
oder

$$55 = 1 + 54 = 1 + 2 \cdot 27 = 1 + 2 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 3.$$

Praktisch geht man, z. B. nach der ersten Zerlegung, die etwas weniger Geschicklichkeit erfordert, folgendermaßen vor:

Die gegebene Strecke wird rechnerisch durch 55 geteilt und ein Teil, der mit a (Fig. 14) bezeichnet sei, wird von der ganzen Strecke abgeschlagen. Die verkürzte Strecke wird dann mit dem Stangenzirkel halbiert. Von jeder Teilstrecke wird wieder ein Teil a (in Fig. 14 mit a_1 bezeichnet) abgeschlagen und der Rest abermals halbiert. Mit den 4 erhaltenen Teilstrecken wird wieder



Fig. 14.

ebenso verfahren (die jetzt abgeschlagenen Strecken a sind in Fig. 14 mit a_2 bezeichnet). Eine der 8 Teilstrecken (in Fig. 14 mit b bezeichnet) wird nun halbiert und dann noch eine der Halbierten gedrittelt (in Fig. 14 nicht mehr ausgeführt). Zum Schluß wird die letzte kleinste Teilstrecke auf alle 8 Teilstrecken aufgetragen.

Während das Halbieren keinerlei Schwierigkeiten macht, verlangt das Dritteln und mehr noch das Fünfteln oder gar Siebenteln große Aufmerksamkeit. Jedoch bekommt der Vorzeichner durch längere Übung oft so große Fertigkeit darin, daß der Laie staunt, wie der auf die Teilstrecke eingestellte Zirkel gleich zum erstenmal an sein Ziel kommt.

Um beim Abstecken mit dem Spitzzirkel noch etwaige Ungenauigkeiten zu vermeiden, dreht man den Zirkel abwechselnd einmal nach oben und einmal nach unten, indem jede der beiden Zirkelspitzen einmal als Drehpunkt benutzt wird.

4. Konstruktion von Senkrechten.

Errichten einer Senkrechten am Endpunkt der Linie. Um zu vermeiden, daß ein Blech an allen 4 Seiten verschnitten werden muß, wird der Vorzeichner mit seiner Arbeit stets an einer Ecke der Blechtafel be-

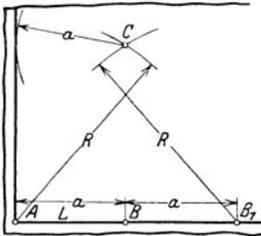


Fig. 15.

ginnen, die ihm winklig erscheint. Es ist ihm dadurch die Möglichkeit gegeben, das Blech nach allen Richtungen zu erfassen. Da der Anfangspunkt seiner Arbeit nahe an die Blechecke verlegt ist, muß er, um auf die Grundlinie L (Fig. 15) eine Senkrechte zu errichten, eine Konstruktion wählen, die es nicht erfordert, über die Begrenzungslinie des Bleches hinauszugehen. Zweckmäßig ist die folgende Konstruktion: Vom Punkt A , der durch einen Körner bezeichnet wird, werden nach dem Blech zu 2 gleiche Teile a aufgetragen, wodurch Punkte B und B_1 entstehen, die auch gekörnt werden, um den Zirkel gut einsetzen zu können. Mit beliebiger Zirkelöffnung R schlägt man nun über B von A und B_1 Kreisbögen, die sich in C schneiden. Man achte darauf, daß Punkt C nahe der zu ABB_1 parallelen Blechkante liegt. Von C wird nun mit a ein Kreisbogen geschlagen nach Richtung A . Die Tangente von A an den Kreisbogen ergibt die gewünschte Senkrechte zur Linie L in Punkt A .

Von einem Punkt auf eine Gerade eine Senkrechte fallen. Auf der Linie L (Fig. 16) soll von einem außerhalb liegenden Punkt P eine Senkrechte gefällt werden. Man schlägt um Punkt P , der durch Körner bezeichnet wird, mit beliebigem Radius R einen Kreisbogen, der Linie L zweimal in B und B_1 schneidet. Nachdem B und B_1 gekörnt sind, schlägt man mit Radius $R_1 < R$ kurz über Linie L Kreisbögen, die sich in C schneiden. Die Gerade, die P und C verbindet, ergibt die Senkrechte auf Linie L .

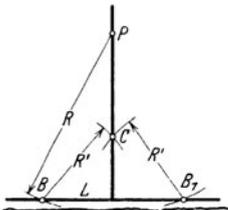


Fig. 16.

Allgemeine Regeln. Die 2 vorstehend angeführten Konstruktionen sollen kein Rezept zur Lösung aller vorkommenden Aufgaben sein; sie sollen nur den Weg weisen, wenn sich die Begrenztheit der Fläche störend bemerkbar macht, und sollen zum Überlegen anregen. Auf jeden Fall sind folgende Regeln zu beachten:

1. Eine Gerade ist in ihrem ganzen Verlaufe um so sicherer bestimmt, je weiter die 2 Punkte voneinander entfernt liegen, die sie festlegen.
2. Ein als Schnitt zweier Kreisbögen bestimmter Punkt dient um so sicherer

zur Bestimmung einer Geraden, je mehr sich der Winkel, unter dem sich die Kreisbogen schneiden, einem Rechten nähert.

3. Eine Senkrechte steht um so sicherer auf einer Wagerechten, je mehr Schnittpunkte, durch Kreisbogen bestimmt, die Senkrechte festlegen.

5. Winkelkonstruktionen.

In der Werkstatt kann der Vorzeichner mit einem Winkelmesser (Transporteur) seine Winkel nicht einwandfrei festlegen; denn es handelt sich gewöhnlich um Winkel mit großer Schenkellänge, von 2000 mm und mehr, für die ein derartig großer Winkelmesser notwendig wäre, wie er in den seltensten Fällen zur Verfügung steht. Die Unkenntnis, wie Winkel ohne Winkelmesser zu konstruieren sind, verleitet jedoch manchen dazu, mit einem kleinen Winkelmesser zu arbeiten und die Schenkel mit dem Lineal zu verlängern. Es ist falsch, zu glauben, daß ein derartig aufgerissener Winkel richtig sei. Er ist es nicht, und mag auch noch so genau vorgegangen sein. Denn eine für das Auge unmerkliche Ungenauigkeit auf der Länge von 100 mm wird sich bei einer Länge von 1000 mm schon unliebsam bemerkbar machen.

Konstruktion der Winkel von 90° und 60° . Winkel von 90° entstehen, sobald man auf einer Geraden eine Senkrechte errichtet. Es wird also niemand einen rechten Winkel mit dem Winkelmesser auftragen, weil die geometrische Konstruktion eine weit größere Genauigkeit ergibt. Auch der Winkel von 60° ist ohne große Schwierigkeit zu konstruieren: Der Radius eines Kreises läßt sich 6 mal als Sehne auf dem Kreis abtragen; der Kreis wird dadurch in 6 gleiche Bogenlängen geteilt, deren jede $360 : 6 = 60$ Bogengrad hat. Damit hat man einen Winkel von 60° gewonnen, dessen Scheitelpunkt der Mittelpunkt des Kreises ist. 2 Winkel von 60° geben einen von 120° , 3 einen von 180° usw.

Winkel halbieren. Zu den häufigsten Arbeiten in der Werkstatt gehört das Halbieren von Winkeln, die sich im Laufe der Arbeit ergaben. Die Winkel lassen sich nicht in der Weise teilen wie die geraden Linien; man verfährt am zweckmäßigsten folgendermaßen: Vom Scheitelpunkt A (Fig. 17) schlägt man mit einem beliebigen Radius einen Kreisbogen, der die beiden Schenkel in B und C schneidet. Die Punkte B und C werden durch Körner bezeichnet und von B und C , ebenfalls mit beliebigem Radius, aber möglichst weit vom Punkt A entfernt, Kreisbogen geschlagen, die sich in D schneiden. Durch Verbindung der Punkte A und D entsteht die Halbierungslinie des Winkels.

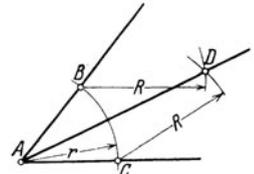


Fig. 17.

Nicht so einfach wie vorstehende Konstruktion ist das Halbieren eines Winkels, dessen Scheitelpunkt nicht gegeben und durch die Begrenzung des Bleches auch nicht erreichbar ist. Dieser Fall erscheint meistens beim Vorzeichnen eines Silos mit großen Abmessungen. Die Konstruktion nach Fig. 18 führt in solchem Falle am sichersten zum Ziele. Linien I und II sind die Schenkel des zu halbierenden Winkels.

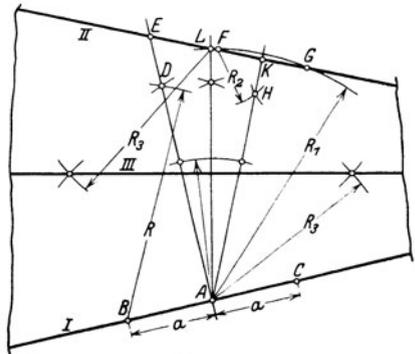


Fig. 18.

Von einem beliebig angenommenen Punkt A auf Linie I werden nach beiden Seiten gleiche Strecken a abgetragen. Es entstehen Punkt B und C , die gekörnt

werden. Mit beliebigem Radius R schlägt man über A Kreisbogen, die sich in D schneiden, und verbindet A und D durch eine gerade Linie. Diese Gerade schneidet die Linie II in Punkt E . Nun wird vom Punkt A auf Linie II ein Lot gefällt, indem man mit beliebigem Radius R_1 einen Kreisbogen schlägt, der Linie II in F und G schneidet. Jetzt wird kurz unter Linie II mit beliebigem Radius R_2 ein Schnittpunkt H durch Kreisbogen gebildet. Punkt A und H werden durch eine gerade Linie verbunden, deren Verlängerung auf Linie II Punkt K anschneidet. Der so entstandene Winkel KAE muß nun wieder von A aus halbiert werden. Die gefundene Halbierungslinie AL steht auf der gesuchten Halbierungslinie zwischen Linie I und II senkrecht. Schlägt man jetzt von den Punkten A und L mit beliebigem Radius R_3 Kreisbogen, die sich schneiden, und verbindet die Schnittpunkte durch die gerade Linie III , so ist III die gesuchte Halbierungslinie.

Es möge hier nochmals darauf hingewiesen werden, daß man alle Punkte, die durch irgendeine Konstruktion entstehen, aus denen mit dem Zirkel Kreisbogen geschlagen werden müssen, stets durch Körner festlegen muß, um ein Ausgleiten des Zirkels zu verhüten.

Beliebige Winkel aufzutragen. Oft muß der Vorzeichner irgendeinen Winkel auftragen oder einen vorhandenen genau nach Graden und Minuten messen. Das kann ohne Winkelmesser, doch oft sogar mit weit größerer Genauigkeit als mit dem Winkelmesser, in folgender Weise ausgeführt werden:

Ein Grad ist der 360. Teil eines Kreises. Wird nun ein Kreis geschlagen, dessen Umfang genau 360 mm ist, so ist offenbar 1 mm des Umfanges gleich einem Bogengrad des Kreises, 2 mm gleich 2° , 15 mm gleich 15° usw., und man erhält Winkel von gleichen Größen, wenn man die Endpunkte der aufgetragenen Strecken mit dem Mittelpunkt des Kreises verbindet, der damit der Scheitelpunkt der Winkel wird. Einen Kreis von 360 mm Umfang erhält man mit einem Radius von 57,32 mm, da $57,32 \cdot \pi = 360$ ist. Da der Radius 57,32 mm für die Werkstatt zu klein ist, um genaue Winkel festzulegen, wird er vergrößert, indem man ihn z. B. mit 10 multipliziert, so daß anstatt 1 mm dann 10 mm 1° messen. Die jeweilige Anzahl Millimeter wird auf den Kreisbogen mit dem Rollmaß entlang gerollt, nicht etwa mit dem Zirkel als Sehne abgestochen.

Soll ein Winkel mit einer bestimmten Anzahl von Minuten genau und doch bequem aufgezeichnet werden, so macht man den Kreisumfang so groß, daß die gegebene Anzahl Minuten durch eine Anzahl ganzer Millimeter dargestellt wird. Soll z. B. der Winkel $63^\circ 15'$ auf Minuten genau aufgetragen werden, so wählt man den Kreis so, daß $1^\circ = 20$ mm ist, also $15' = \frac{1}{4}^\circ = \frac{20}{4} = 5$ mm ist. Im ganzen sind dann für $63^\circ 15'$ auf den Kreis 1265 mm abzurollen. Solcher Kreis wird erhalten, wenn man den Radius 57,32 statt mit 10 mit 20 multipliziert, also = 1164,4 nimmt. Kann man den Kreisumfang bzw. den Radius genügend groß wählen, so kann man auf diese Weise Winkel auch auf Sekunden genau auftragen. Für den Winkel $38^\circ 26' 40''$ z. B. wählt man den Radius $180 \cdot 57,32 = 10317,6$ mm, dann ergeben sich für $1^\circ = 180$ mm, für $1' = 3$ mm, für $40'' = 2$ mm.

Beim Vorzeichnen von Stützen auf Kesselmäntel ist vorstehende Art, den Winkel in Millimeter abzumessen, ein vorteilhaftes Hilfsmittel. Sonst ist es schwer möglich, die Grade einwandfrei zu messen, um die ein Stützen vom vorderen Lotriß oder aus der Kesselmitte versetzt ist, wenn es sich nicht etwa um einen Winkel handelt, der durch einfache Konstruktion mit dem Zirkel gefunden werden kann. Um alle zeitraubenden Rechnungen zu vermeiden, verfährt man wie folgt: Der Umfang des Kesselmantels, auf dem der Stützen steht, wird gemessen und durch 360 geteilt. Die sich ergebende Zahl ist dann = 1° . Multipliziert man sie

mit der Anzahl der gewünschten Grade, so erhält man die Anzahl Millimeter, die man auf dem Kesselmantel abrollen muß, um die Stelle für den Stutzen zu finden.

6. Bogenkonstruktionen.

Soweit wie es möglich ist, d. h. wenn der Radius eines Kreisbogens nicht zu groß ist, werden die Bogen mit dem Zirkel geschlagen. Um für den regelmäßigen Verlauf eines Kreisbogens garantieren zu können, sollen jedoch Bogen über 3000 mm niemals mit dem Zirkel geschlagen werden, denn die Latte des Stangenzirkels würde sich zu stark durchbiegen. Bei großen Radien müssen die Bogen konstruiert werden. Zuerst sollen die 2 Hauptfälle besprochen werden, die des öfteren eine Bogenkonstruktion verlangen.

1. Sind die Sehne und der Radius gegeben, so wird folgende Konstruktion angewandt: Mit dem gegebenen Radius — falls er nicht zu groß ist — schlägt man Kreisbogen von den Endpunkten der Sehne; wo sich diese Kreisbogen schneiden, ist der Mittelpunkt des Kreisbogens. Nun schlägt man von diesem Schnittpunkt mit dem gegebenen Radius über die Sehne den gewünschten Kreisbogen.

2. Ist die Bogenhöhe und die Sehne gegeben, so wird folgende Konstruktion angewandt: Auf der Sehne wird in der Mitte eine Senkrechte gestellt und die gegebene Bogenhöhe darauf abgetragen. Vom Endpunkt der Bogenhöhe und den Endpunkten der Sehne werden nun Kreisbogen, oberhalb und unterhalb der Sehne, geschlagen, die sich schneiden. Verbindet man nun die Schnittpunkte der Kreisbogen durch gerade Linien und verlängert diese Linien bis sie sich schneiden, so ist der Schnittpunkt dieser geraden Linien der Einsatzpunkt für den Zirkel, mit dem man die Endpunkte durch einen Bogen verbinden kann.

Bei der Abwicklung von steilen Kegeln, beispielsweise kegelligen Kessel- und Flammrohrschüssen, ergeben sich aber meistens sehr flache Kreisbogen mit so großem Radius (oft über 10000 mm), daß es nicht möglich ist, die Bogen mit dem Zirkel aufzureißen; sie müssen vielmehr konstruiert werden, nachdem vorher Bogenhöhe und Sehnenlänge berechnet worden sind. Trotzdem versucht die Werkstatt immer wieder, allerdings mit besonderen Hilfsmitteln, derartige Bogen zu „legen“, jedoch kann in keinem Fall dann die Genauigkeit an die konstruierten Bogen herankommen. Die Bogenkonstruktion nach Fig. 19 ist für die Praxis des Vorzeichners bei begrenzter Fläche am vorteilhaftesten. Zur besseren Übersichtlichkeit ist in der Fig. eine große Bogenhöhe gewählt.

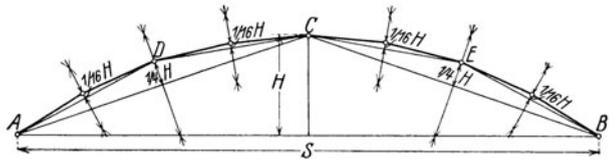


Fig. 19.

Nachdem die Sehne gelegt und ihre Endpunkte A und B festgestellt sind, wird auf der Mitte der Sehne eine Senkrechte errichtet und darauf die Bogenhöhe abgetragen bis zum Punkt C . Von C werden nach A und B gerade Linien gezogen und in deren Mitte ebenfalls Senkrechte errichtet. Auf diesem so konstruierten Mittellote wird dann $\frac{1}{4}$ der Bogenhöhe abgetragen, wodurch Punkt D und E gebildet sind. Nun wird Punkt A mit D , D mit C , C mit E und E mit B durch gerade Linien verbunden, auf diese 4 Geraden wird wieder je ein Mittellot gesetzt und auf diesen Loten $\frac{1}{6}$ der Bogenhöhe abgetragen, also $\frac{1}{3}$ der vorhergehenden. Verbindet man je den Endpunkt mit den nächstliegenden Eckpunkten, so erhält man einen Bogen, der sich aus 8 Geraden zusammensetzt.

Auf jeder dieser Geraden errichtet man wieder das Mittellot und trägt darauf $\frac{1}{4}$ der Bogenhöhe ab und verfährt wie oben und setzt das Verfahren so lange fort, bis das letzte aufzutragende Maß weniger als 1 mm ist. Für die Praxis ist dann der Genauigkeitsgrad des Kreisbogens völlig ausreichend.

Für die Bogenkonstruktion und für die jeweilig aufzutragenden Maße erhalten wir nach Fig. 19 folgendes Zahlenschema, wenn wir die Bogenhöhe H mit 312 mm annehmen:

$$\frac{1H}{4} = \frac{312}{4} = 78; \quad \frac{1H}{16} = \frac{78}{4} = 19,5; \quad \frac{1H}{64} = \frac{19,5}{4} = 4,87; \quad \frac{1H}{256} = \frac{4,87}{4} = 1,2$$

usw.

Wie aus dem Schema ersichtlich ist, wird für jeden weiteren Bogenpunkt stets $\frac{1}{4}$ vom vorausgegangenen Maß abgetragen.

7. Vielecke konstruieren.

Fast für jedes regelmäßige Vieleck gibt es eine besondere Konstruktion, die allerdings immer nur für das eine bestimmte Vieleck gilt. Der Vorzeichner müßte demnach für jedes Vieleck eine besondere Konstruktion beherrschen, was natürlich nicht zur Erleichterung seiner Arbeit beitrüge, abgesehen davon, daß bei den vielen Konstruktionen leicht manche in Vergessenheit geriete. Eine Konstruktion für alle möglichen Vielecke ist die folgende:

Ist der Umkreis gelegt, so zeichnet man in ihn einen senkrechten Durchmesser AB (Fig. 20) ein, der in so viel gleiche Teile eingeteilt wird, wie das Vieleck

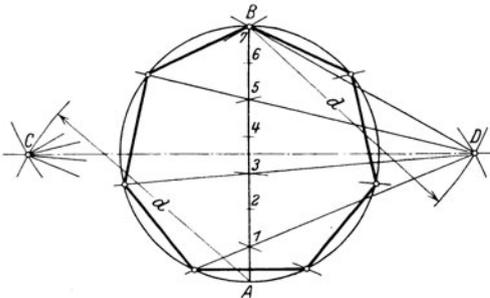


Fig. 20.

Ecken haben soll. Dann schlägt man um A und B mit dem Durchmesser des Kreises Kreisbögen, die sich in den Punkten C und D schneiden. Nun zieht man von C und D durch jeden zweiten Teilpunkt auf dem Durchmesser gerade Linien bis zum Umkreis. Wo diese Linien den entgegengesetzten Halbkreis schneiden, entstehen dann die Eckpunkte des gewünschten Vielecks.

Ist nicht der Umkreis, sondern der Innkreis gegeben, so verfährt man genau ebenso, zieht aber in den Teilpunkten des Vielecks außen an den Kreis Tangenten. Je nachdem wo die Ecken des Vielecks liegen sollen, werden die geraden oder ungeraden Teilpunkte auf dem Durchmesser übersprungen.

Vielecke berechnen. Beim Bau von großen Behältern, Dachgespärren, Tankdächern usw. werden derartig große Vielecke verwendet, daß es nicht möglich ist, sie zu konstruieren. Es müssen Seitenlänge, Durchmesser vom Umkreis oder Innkreis durch Rechnung festgestellt werden. Es gelten dann die Beziehungen S. 13.

Zur Bestimmung der Seitenlänge S aus dem Radius R des Umkreises und der Seitenzahl n wird sehr vorteilhaft eine Zahlentafel verwandt, die nur das Ablesen einer Grundzahl und das Multiplizieren mit dem Radius verlangt. Dieselbe Zahlentafel kann auch gleichzeitig zur Berechnung der Sehne bei Flanschteilungen benutzt werden. Für den Gebrauch der Zahlentafel I gelten folgende Gleichungen:

1. Seitenlänge des Vielecks = Radius des Umkreises, multipliziert mit der Grundzahl für die Seitenzahl.

2. Sehnenlänge der Lochteilung = Radius des Lochkreises, multipliziert mit der Grundzahl für die Lochzahl.

Bezeichnet man die Anzahl der Seiten, Ecken oder Löcher mit n , so lassen sich die obigen Gleichungen durch die Formel ausdrücken:

$$S = R \cdot \text{Grundzahl für } n.$$

Zahlentafel 1.

Grundzahlen für Vieleckseiten und Sehnenlängen bei Kreisteilungen.

n = Anzahl der Seiten, Ecken oder Löcher.

n	Grundzahl	n	Grundzahl	n	Grundzahl	n	Grundzahl
3	1,7321	31	0,2023	59	0,1064	87	0,0722
4	1,4142	32	0,1961	60	0,1047	88	0,0714
5	1,1065	33	0,1901	61	0,1030	89	0,0705
6	1,0000	34	0,1846	62	0,1014	90	0,0698
7	0,8678	35	0,1793	63	0,0996	91	0,0691
8	0,7654	36	0,1743	64	0,0982	92	0,0684
9	0,6840	37	0,1697	65	0,0967	93	0,0675
10	0,6180	38	0,1652	66	0,0951	94	0,0668
11	0,5635	39	0,1609	67	0,0937	95	0,0661
12	0,5176	40	0,1569	68	0,0923	96	0,0656
13	0,4786	41	0,1531	69	0,0911	97	0,0648
14	0,4450	42	0,1494	70	0,0897	98	0,0641
15	0,4158	43	0,1459	71	0,0884	99	0,0635
16	0,3902	44	0,1426	72	0,0872	100	0,0628
17	0,3676	45	0,1395	73	0,0860	101	0,0621
18	0,3473	46	0,1365	74	0,0848	102	0,0616
19	0,3292	47	0,1336	75	0,0837	103	0,0611
20	0,3129	48	0,1308	76	0,0827	104	0,0604
21	0,2980	49	0,1282	77	0,0816	105	0,0599
22	0,2845	50	0,1256	78	0,0806	106	0,0594
23	0,2723	51	0,1231	79	0,0795	107	0,0587
24	0,2611	52	0,1207	80	0,0785	108	0,0581
25	0,2507	53	0,1184	81	0,0775	109	0,0576
26	0,2411	54	0,1164	82	0,0766	110	0,0571
27	0,2321	55	0,1143	83	0,0757	111	0,0566
28	0,2240	56	0,1122	84	0,0748	112	0,0561
29	0,2162	57	0,1103	85	0,0740	113	0,0557
30	0,2091	58	0,1084	86	0,0731	114	0,0552

An 2 Beispielen soll der Gebrauch der Zahlentafel erläutert werden.

1. Ein Dachgesparr hat 16 Spanten, die durch Winkeleisenstreben verbunden sind, der Durchmesser des Umkreises beträgt 8000 mm. Wie lang sind die Streben?

Nach der Formel ist $S = \frac{D}{2} \cdot \text{Grundzahl für } n$.

Da für $n = 16$ die Grundzahl 0,3902 ist, wird $S = \frac{8000}{2} \cdot 0,3902 = 1560,8$, d. h. die Winkelstrebe muß auf 1560,8 mm Länge geschnitten werden.

2. Auf dem Flansch eines Winkelringes sollen 34 Schraubenlöcher vor-gezeichnet werden. Der Lochkreis beträgt 1680 mm Durchmesser.

Die Formel gibt $S = \frac{D}{2} \cdot \text{Grundzahl für } n$.

Da für $n = 34$ die Grundzahl = 0,1846 ist, wird

$$S = \frac{1680}{2} \cdot 0,1846 = 145 \text{ mm,}$$

d. h. die in den Zirkel zum Zwischenteilen aufzunehmende Sehne ist 145 mm.

8. Flanschentafel.

Die an Kesseln, Apparaten und Behältern anzubringenden Stutzen, Nietflanschen usw. für die Rohrleitungen müssen mit Gewindelöchern für Stiftschrauben oder mit Schraubenlöchern versehen werden. Größe und Anzahl der Löcher für Stiftschrauben oder Durchgangsschrauben richtet sich nach der Normaltafel, die vom Verein Deutscher Ingenieure sowie dem Deutschen Verein der Gas- und Wasserfachmänner gemeinsam aufgestellt ist. Es gilt besonders die Regel, daß die senkrechte Mittellinie eines Flanschen kein Schraubenloch erhalten soll. Für den Vorzeichner ist die senkrechte Mittellinie die Achse des Kessels oder Behälters. Für die verschiedenen Abmessungen der Flanschen, wie Anzahl der Schraubenlöcher, Lochkreisdurchmesser, lichter und Außendurchmesser der Flanschen usw., sind in den meisten Werkstätten Schablonen vorhanden, nach denen die entsprechenden Bohrungen vorgezeichnet werden.

Zahlentafel 2.

Normalwerte für Flanschbohrungen.

- D = Durchgang im Lichten
- D_I = Äußerer Durchmesser der Flanschen
- D_{II} = Lochkreisdurchmesser
- n = Anzahl der Schrauben
- d = Größe der Schrauben in engl. Zoll
- d_I = Bohrgröße für Durchgangsschrauben
- d_{II} = Bohrgröße für Stiftschrauben-Gewindelöcher.

D	D_I	D_{II}	n	d	d_I	d_{II}
25	120	90	4	1/2	14	10,5
30	125	95	4	1/2	14	10,5
35	130	100	4	1/2	14	10,5
40	140	110	4	1/2	14	10,5
45	150	115	4	5/8	17	13,5
50	160	125	4	5/8	17	13,5
55	165	130	4	5/8	17	13,5
60	175	135	4	5/8	17	13,5
65	180	140	4	5/8	17	13,5
70	185	145	4	5/8	17	13,5
80	200	160	8	5/8	17	13,5
90	220	180	8	5/8	17	13,5
100	240	190	8	5/8	17	13,5
120	260	210	8	3/4	21	16,2
140	290	240	10	3/4	21	16,2
150	300	250	10	3/4	21	16,2
180	335	285	10	7/8	24	19,2
200	360	310	10	7/8	24	19,2
225	390	340	12	7/8	24	19,2
250	420	370	12	1	28	22,0
275	450	400	12	1	28	22,0
300	480	430	14	1	28	22,0
325	520	465	14	1 1/8	32	24,6
350	550	495	14	1 1/8	32	24,6
375	580	525	16	1 1/8	32	24,6
400	605	550	16	1 1/8	32	24,6

Zahlentafel 3.

Rohrgewindebohrungen.

Nenn- durchmesser Zoll	Bohrer- durchmesser mm
1/8	8,6
1/4	11,5
3/8	15,0
1/2	18,7
5/8	20,6
3/4	24,5
7/8	28,0
1	30,5
1 1/4	39,0
1 1/2	45,0
1 3/4	51,0
2	57,0
2 1/4	63,0
2 1/2	72,5
2 3/4	79,0
3	85,0
3 1/4	91,5
3 1/2	97,5
3 3/4	104,0
4	111,0
4 1/2	123,0
5	136,0
5 1/2	149,0
6	161,0

Die Schablonen bestehen aus 3 ÷ 4-mm-Blechscheiben mit einem Mittelloch, das den lichten Durchmesser des dazugehörigen Flansches hat (Fig. 21).

Die Schraubenlöcher sind durch 6-mm-Löcher angegeben und sind, der Normalzahlentafel entsprechend, auf bestimmten Lochkreis verteilt. Am äußeren Durchmesser der Blechscheibe, der der Größe des Flanschendurchmessers entspricht, sind, um ein genaues Auflegen auf dem Lotriß zu ermöglichen, Kerbe eingearbeitet, die den genauen Lotriß zur Lochteilung haben.

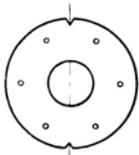


Fig. 21.

Nachdem der Stutzen auf dem Kessel usw. gut zur Kesselachse ausgerichtet ist, werden die Nietlöcher auf dem Kesselmantel durchgezeichnet, und die Kesselachse wird auf den Stutzenflansch übertragen. Die Flanschschablone wird nun nach dieser übertragenen Kesselachse auf dem Flansch ausgerichtet, die auf der Schablone befindlichen Löcher werden durchgezeichnet, gekörnt und mit Kreis-körnern versehen, worauf der Flansch gebohrt werden kann. Es ist vor allen Dingen darauf zu achten, daß die richtige Schablone verwandt wird. Die Stutzen auf dem Kessel müssen besonders sorgfältig ausgerichtet werden, damit die anschließenden Rohrleitungsflanschen gerade zur Kesselachse stehen.

Die Nieten für die Kragen der Stutzen sowie ihre Anzahl richten sich nach Durchmesser und Stärke des Nietkragens. Es werden gewöhnlich bei Stutzen aus Gußeisen 19-mm- und bei Stutzen aus Stahlguß 22-mm-Nieten verwandt. Die Teilung der Nietung wird dann nach den Nietungstafeln ausgeführt und, falls sie nicht aufgeht, größer oder kleiner gewählt. Bei Nietflanschen, die nur zur Verstärkung des Ausschnitts dienen, um zu ermöglichen, daß der Rohrschluß Dichtfläche hat, werden die Nieten zwischen die Stiftschrauben gesetzt und versenkt genietet. Der Teilkreis für die Nieten ist gleich dem Lochkreis der Schraubenlöcher. Die Ausschnitte im Kesselmantel müssen größer gewählt werden als der Durchgang des Stutzens ist, es soll nur so viel Eisen stehenbleiben, als für die Nietung erforderlich ist, damit der Kessel-mantelausschnitt an den Stutzen dicht gestemmt werden kann (s. Fig. 22).

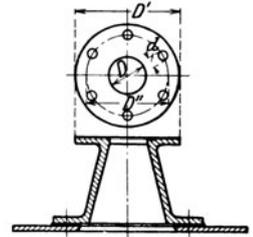


Fig. 22.

9. Ellipsen und Ovale konstruieren.

Konstruktion einer Ellipse. Schneidet man einen zylindrischen Körper senkrecht zu seiner Achse, so ergibt sich als Schnittfigur ein Kreis, dessen Mittelpunkt in der Achse liegt. Wird der Körper schräg zu seiner Achse geschnitten, so ergibt sich aus der Kreisfläche eine lange, gestreckte, gewissermaßen in die Länge gezogene Figur, die, ebenso wie der Kreis, eine geschlossene Kurve bildet. Diese Kurve heißt Ellipse. Zum Drosseln von Wind und Rauchleitungen werden ellipsenförmige Bleche verwandt, die es ermöglichen, das Leitungsrohr gut abzuschließen. Eine Drosselklappe bewegt sich im Innern des Rohres und liegt schräg zur Achse; sie muß daher nach einer Konstruktion vorgezeichnet werden, bei der der lichte Durchmesser des Rohres als kurze Achse und die schräge Länge der Klappe als lange Achse der Ellipse angenommen wird.

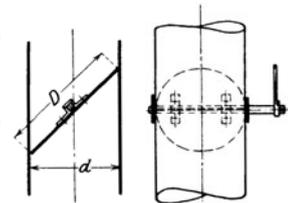


Fig. 23.

Die Drosselklappe für Fig. 23 wird gemäß Fig. 24 konstruiert:

Mit Radius der halben langen und Radius der halben kurzen Achse schlägt man um den Mittelpunkt M je einen Kreis. In diese beiden Kreise werden die Mittellinien gelegt, wodurch die Punkte A, B, C, D als Schnittpunkte entstehen. Den großen Kreis teilt man nunmehr in gleiche Teile und verbindet die Teilpunkte mit dem Mittelpunkt M durch gerade Linien, die auf dem kleinen Kreis Teilpunkte ausschneiden. Nun

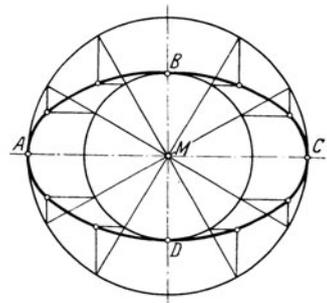


Fig. 24.

werden von diesen Teilpunkten wagerechte Linien parallel zur langen Achse und von den Teilpunkten auf den großen Kreis senkrechte Linien parallel zur kurzen Achse gelegt. Die Schnittpunkte dieser senkrechten und wagerechten Linien ergeben je einen weiteren Punkt der Ellipse. Sie werden durch Kurvenlineal miteinander verbunden, wobei mindestens $3 \div 4$ Punkte am Lineal liegen müssen. Es gibt noch viele andere Konstruktionen für Ellipsen, doch sind die meisten für die Werkstatt ungeeignet.

Konstruktion eines bestimmten Ovals (Mannloch). Die Einsteigöffnungen bei Kesseln und Behältern mit hohem Betriebsdruck dürfen nicht zu groß ausgeführt werden, damit der Mantel nicht allzu stark geschwächt wird. Die Öffnungen erhalten ungefähr die Form einer Ellipse mit solchen Abmessungen, daß gerade ein Mann einsteigen kann. Der Deckel der Öffnung liegt im Innern, wo er durch den inneren Druck im Behälter oder Kessel usw. von selbst dicht gehalten wird. Die ellipsenförmige Öffnung ermöglicht es, daß der Deckel, der größer ist als der Ausschnitt, von außen eingeführt werden kann.

Zum Vorzeichnen eines solchen Ausschnittes würde die angeführte Konstruktion zu umständlich sein, da es auf genauen Verlauf der Kurve nicht ankommt. Im folgenden ist eine Konstruktion beschrieben, die es ermöglicht, die ellipsenähnliche Kurve mit dem Zirkel zu konstruieren (Fig. 25).

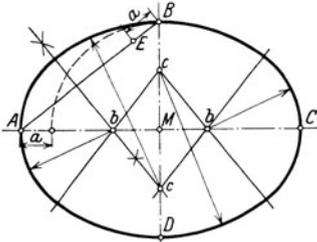


Fig. 25.

Nachdem ein rechtwinkliges Kreuz mit dem Mittelpunkt M gelegt ist, werden darauf von der Mitte aus die Abmessungen des Ovals abgetragen: Punkte A, B, C, D . Punkte A und B werden durch eine Gerade verbunden. Die Differenz a der halben langen und halben kurzen Achse wird von Punkt B auf Linie AB abgetragen bis E und auf der Strecke AE ein Mittellot errichtet, das die lange

Achse in b und die kurze Achse oder ihre Verlängerung in c schneidet. Von Punkt M werden die Punkte b und c auch auf die andere Seite der Achsen übertragen und diese 4 Punkte dann untereinander verbunden. b und c sind die Mittelpunkte für die Kreisbögen, aus denen die Kurve besteht. Als Radius für den Kreisbogen um b dient die Länge Ab , für den Bogen um c die Länge Bc . Die Kreisbögen laufen auf den Verlängerungen der Linien cb genau ineinander und bilden ein Oval, wie es für Mannlöcher vollauf genügt.

Jedoch darauf sei noch besonders aufmerksam gemacht: diese Konstruktion ergibt für eine Drosselklappe keine einwandfreie Form; sie würde sich beim Einbau mißlich bemerkbar machen.

III. Anreißen an Formstücken ohne Anreißplatte.

In Maschinenbauwerkstätten steht dem Anreißer zur Erleichterung seiner Arbeit eine Anreißplatte zur Verfügung, auf der die Guß- und Schmiedestücke angerissen werden. Die nötigen Risse und Bezeichnungen für die Bearbeitung der Werkstücke lassen sich auf der Anreißplatte bequem herstellen. Im Gegensatz zum Anreißer in Maschinenbauwerkstätten hat der Vorzeichner im Kessel- und Apparatebau in den seltensten Fällen eine Anreißplatte zur Verfügung. Da es sich meist um sehr große Formstücke handelt und die Platte auch den größten Abmessungen genügen müßte, wäre sie so teuer, daß ihr Preis nicht im vernünftigen Verhältnis zu den vielleicht erzielten Ersparnissen an Zeit und Arbeit stünde; denn es sind immer nur wenige Arbeiten, die der Vorzeichner auf der

Platte ausführen könnte. Für kleinere Guß- oder Schmiedestücke, bei denen sich die Benutzung der Anreißplatte als notwendig erweist, benutzt der Vorzeichner eine aus Abfall selbstgefertigte Ersatzplatte, die meistens aus einer runden Scheibe von ungefähr 1000 mm Durchmesser und 25—30 mm Stärke besteht, und die auf einer Seite gerade gedreht ist. Die Platte wird auf einen Fuß aufgelegt und nach Gebrauch wieder beiseite gestellt. Wohl erscheint eine solche Platte sehr primitiv, aber da sie selten gebraucht wird, genügt sie vollkommen und stellt ein wichtiges Hilfsmittel dar.

1. Flache Böden.

Läßt der Durchmesser der flachen Böden auf der Ersatzplatte noch genügend Raum für die Führung des Parallelreißers, so werden die Böden mit der Bordkante nach oben auf die Reißplatte aufgelegt, und mit dem Parallelreißer werden die erforderlichen Nietriß- und Abschnitlinien angerissen (Fig. 26).

Reicht die Reißplatte nicht mehr aus, so wird über den flachen Boden ein Lineal gelegt, und ringsherum auf den Bordumfang werden in Abständen von 200—300 mm Punkte von oben mit gleichem Maß herabgemessen (Fig. 26a). Diese Punkte werden dann mit einem Federlineal durch Risse mit der Reiß-

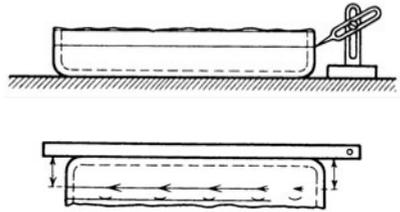


Fig. 26—26a.

nadel verbunden, wodurch die Nietrißlinie parallel zur geraden Fläche der Böden entsteht. In dem der Nietung entsprechenden Abstand der Überlappung wird dann die Abschnitlinie parallel zur Nietrißlinie gelegt. Der Abstand der Nietrißlinie von der geraden Fläche der Böden muß so bemessen sein, daß der sich um den Bord der Böden legende Mantel mit seiner Stemmkante niemals über den Eckenradius hervorsteht. Die Stemmkante des Mantels läßt sich nur einwandfrei dichten, wenn sie mindestens 5 mm vom Anfang der Bodenwölbung entfernt liegt. Es wird dadurch erreicht, daß sich der Mantel eng um den Boden legt und keinerlei Anrichtarbeiten bedingt.

2. Gewölbte Böden.

Nicht so einfach ist das Legen der Nietrißlinien am Bord gewölbter Böden. Der oft ungleiche Bord erfordert das Legen einer zur Kugelwölbung parallelen Linie, auf der die Nietteilung aufgetragen wird.

Der gewölbte Boden wird mit der Kugelwölbung nach unten aufgelegt. Mit dem Stangenzirkel wird die Mitte im Innern festgestellt, und die innere Höhe der Böden wird gemessen, indem man über die Bordkante ein starkes Lineal legt und den lichten Abstand in der Mitte mißt (Fig. 27). Zu dieser inneren Höhe muß man, um die äußere Höhe a zu erhalten, die Bodenstärke hinzu addieren. Nach Feststellung der Wölbungshöhe des Bodens wird das gewünschte Stichmaß b , d. h. die Höhe des Bodens von der Nietrißlinie bis zur Wölbungshöhe, auf den Bord abgetragen. Zu diesem Zwecke wird Maß a am Lineal angehalten und Maß b auf den Bord übertragen. Der so festgestellte Punkt P ist der erste Punkt der Nietrißlinie, die parallel zur Kugelwölbung liegen soll. Es müssen nun auf dem ganzen Umfang des Bodens weitere Punkte der Nietrißlinie bestimmt werden. Dazu legt man im Innern des Bodens um den Mittelpunkt, möglichst nahe der Bordkante, einen beliebigen Kreis mit Radius R und

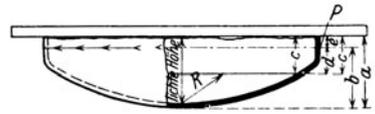


Fig. 27.

mißt seine Entfernung c vom Lineal. Maß c wird dann vom Lineal herab außen am Bord angehalten und bei Punkt P Maß d festgestellt. In Abständen von je $200 \div 300$ mm können nun weitere Punkte der Nietrißlinie festgelegt werden, indem ständig Maß c innen gemessen, außen angehalten und von seinem unteren Ende an Maß d abgenommen wird. Der bei $c-d=e$ zu markierende Punkt ist immer ein Punkt der Nietrißlinie. Maß c wird sich ständig ändern, und die Unebenheiten der Bordkante wird Maß e aufnehmen, während Maß d immer seine anfangs festgestellte Größe behält. Durch dieses Vorgehen läuft die Nietrißlinie parallel zur Kugelwölbung der Böden, nachdem die Punkte mittels Federlineal und Reißnadel verbunden sind.

Winkelringe. Bei Winkelisenringen werden die Nietrißlinien mittels Spitzzirkel oder Streichmaß angerissen. Winkelringe, bei denen ein Schenkel gerade gedreht wird, werden erst nach dem Drehen vorgezeichnet, und die Nietrißlinie wird parallel zur gedrehten Kante gelegt. Das Streichmaß von Winkelringen, auch Wurzelmaß genannt, steht in einem festen Verhältnis zur Schenkelbreite und Schenkelstärke; es wird = $\frac{\text{Schenkelbreite} + \text{Schenkelstärke}}{2}$ gesetzt und auf volle 5 mm auf- oder abgerundet. Ein Winkelring von $100 \times 100 \times 14$ ergibt deshalb $\frac{100 + 14}{2} = 57 \approx 55$ mm Streichmaß.

3. Einflammrohrböden.

Die Nietrißlinien am Bodenbord für die Vernietung mit dem Mantel und am Lochbord für die Vernietung der Böden mit dem Flammrohr bei Einflammrohrböden werden parallel zur gedrehten Kante angerissen. Es ist nur darauf zu achten, daß beide Nietrißlinien, am Bodenbord und am Lochbord, genau parallel laufen, um zu verhindern, daß das Flammrohr später schief zur Kesselachse sitzt. Die Nietrißlinien können einfach und leicht mit dem Streichmaß gelegt werden. Zum Einteilen der Nietlöcher ist es erforderlich, die senkrechte Achse des Bodens festzustellen, mit dem Punkt am Bodenbord, der als Anfangspunkt der Nietteilung gilt. Zu diesem Zwecke wird im Flammrohrloch ein Holzbrett eingepaßt und darauf die Mitte M (Fig. 28) des Bodens (Kesselachse) sowie die Mitte M_1 des Rohrloches (Flammrohrachse) festgestellt. Durch diese beiden Mittelpunkte wird eine gerade Linie gelegt bis zum Umfang des Bodenbordes. Die Mittelpunkte sind gewöhnlich nicht weit von einander entfernt, so daß sich durch Anhalten eines Lineals keine einwandfreie gerade Linie legen läßt. Besser werden deshalb von der Flammrohrmitte M_1 mit Stangenzirkel auf die Bodenstärke am Bodenbord Kreisbogen geschlagen und von deren Schnittpunkten A und B wieder 2 gleiche

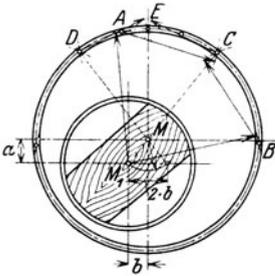


Fig. 28.

Kreisbogen, die sich auf die Bodenstärke am Bodenbord in C schneiden. Der Punkt C liegt dann genau auf der Verlängerung einer geraden Linie durch M und M_1 . Aus der Zeichnung wird nun entnommen, wieviel Millimeter das Flammrohr aus der senkrechten Achse des Kessels nach links oder rechts versetzt werden soll (Maß b). Dann werden aus M_1 mit dem Maß $2b$ und aus M mit der Entfernung MM_1 Kreisbogen geschlagen, und durch ihren Schnittpunkt und M wird eine Gerade gelegt, die den Bodenbord in D schneidet. Zwischen C und D wird auf der Bodenstärke die Mitte E durch Kreisbogen geschlagen. E ist dann der Punkt am Boden, der senkrecht über der wagerechten Kessel- und Flammrohrachse liegt. Das Maß a , das angibt, wieviel Millimeter die Flammrohrachse

unter der Kesselachse liegt, ist zu kontrollieren, die Wasserstandshöhe im Kessel festzustellen und der niedrigste Wasserstand hiernach vorzuzeichnen.

4. Zweiflammrohrböden.

Die Nietrißlinien werden bei Zweiflammrohrböden ebenfalls parallel zur gedrehten Kante des Bordes angerissen. Die Anfangspunkte der Nietteilung festzustellen, ist weit einfacher als beim Einflammrohrboden: In die beiden Flammrohrlöcher wird je ein Holzmittel eingesetzt und darauf die Mitte M_1 jedes Rohrloches festgestellt (Fig. 29). Mit dem Stangenzirkel schlägt man nun aus M_1 Kreisbogen in die Bodenstärke des Bodenbordes, die sich in E schneiden. Punkt E wird mit dem Winkel auf den Bord herabgelotet und ergibt dort, wo dieser Lotriß die Nietrißlinie schneidet, den Anfangspunkt der Nietteilung. Dieser so festgestellte Punkt liegt senkrecht über dem Mittelpunkt M des Kesselbodens.

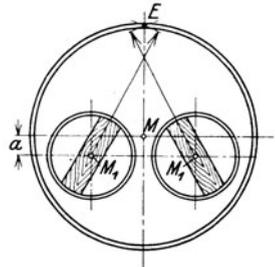


Fig. 29.

Beim Feststellen der Punkte am Kesselboden, die als oben angenommen werden, ist darauf zu achten, daß sie stets senkrecht über der Flammrohrachse stehen. Man erreicht dadurch, daß die Flammrohre nach Fertigstellung des Kessels wagerecht liegen und vom Kesselwasser gut umspült werden. Die Höhe des Wasserstandes muß nach den Abmessungen am Boden ausgeführt werden:

Der niedrigste Wasserstand muß noch 100 mm über dem höchsten Punkt der Flammrohre liegen; er wird deshalb von der Flammrohrachse aus gemessen.

IV. Nietverbindungen für den Dampfkesselbau.

Die Herstellung von Dampfkessel wird von dem Dampfkesselrevision-Verein überwacht, ebenso wie die Zeichnungen und die Festigkeitsberechnungen geprüft werden. Die auf der Zeichnung angegebenen Abmessungen der Dampfkessel müssen demnach genau eingehalten werden, damit die Kessel nach ihrer Fertigstellung auch der erteilten Konzession entsprechen. Die Vernietung der einzelnen Teile am Kessel ist auf Festigkeit im technischen Bureau berechnet und muß nach Möglichkeit beim Vorzeichnen eingehalten werden. Die Abmessungen von Nietteilungen dürfen nur nach Rücksprache mit dem Konstrukteur und mit Genehmigung des zuständigen Abnahmebeamten des Revisionsvereins geändert werden. Bei einer Bauprüfung werden die Nietteilungen in der Weise nachgemessen, daß 10 Teilungen in einer Linie gemessen werden; dadurch sind Ungenauigkeiten in der Teilung leicht festzustellen.

Die im Dampfkesselbau üblichen Vernietungen haben den Zweck, der Verbindung zweier Teile Festigkeit und gleichzeitig Dichtigkeit zu verleihen. Nach der Form und gegenseitigen Lage der verbindenden Teile zueinander unterscheidet man Überlappungs-nietungen und Laschennietungen. Bei Überlappungs-nietungen liegen die Bleche übereinander, während sie bei Laschennietungen stumpf zusammenstoßen und durch Laschen verbunden sind. Die gebräuchlichsten Vernietungen für den Dampfkessel- und Dampffäßbau sind in den folgenden Zahlentafeln aufgeführt.

Die beim Kesselbau verwandten Nieten sind vom Normenausschuß der Deutschen Industrie genormt und steigen im Durchmesser um je 3 mm. Nietlöcher werden stets $1\frac{1}{2}$ mm größer gebohrt als der Nenndurchmesser der Nieten. Heftlöcher werden um 2 Nummern kleiner gelocht und beim Bohren mit aufgebohrt. Die Zahlentafeln 4÷10 geben die wichtigsten Werte an.

Zahlentafel 4. Durchmesser der Niete und Nietlöcher.

Nenn Durchmesser . . .	10	13	16	19	22	25	28	31	34	37	40	43
Lochdurchmesser . . .	11,5	14,5	17,5	20,5	23,5	26,5	29,5	32,5	35,5	38,5	41,5	44,5
Heftlochdurchmesser . .	8	10	13	16	19	22	25	28	31	34	37	40

Zahlentafel 5. Einreihige Überlappungsniertung (Fig. 30).

Blechdicke . . . s	3÷4	5÷6	7÷8	8,5÷10	10,5÷12	12,5÷13,5	14÷15,5	16÷17
Niet \varnothing . . . d	7	10	13	16	19	22	25	28
Loch \varnothing . . . d ₁	8,5	11,5	14,5	17,5	20,5	23,5	26,5	29,5
Teilung . . . t	24	28	33	43	47	56	61	65
Blechmaß . . n	18	20	22	28	31	37	40	43
Überlapp. . . ü	36	40	44	56	62	74	80	86

Zahlentafel 6. Zweireihige Überlappungsniertung (Fig. 31).

Blechdicke . . . s	5÷6,5	7÷8	8,5÷10	10,5÷12	12,5÷14,5	15÷16,5	17÷18
Niet \varnothing . . . d	10	13	16	19	22	25	28
Loch \varnothing . . . d ₁	11,5	14,5	17,5	20,5	23,5	26,5	29,5
Teilung . . . t	40	48	62	70	82	90	95
Teilung . . . a	28,3	32,6	41,8	46,7	55,2	60,1	64,1
Blechmaß . . n	20	22	28	31	37	40	43
Blechmaß . . m	20	22	28	31	37	40	43
Überlapp. . . ü	60	66	84	93	111	120	129

Zahlentafel 7. Dreireihige Überlappungsniertung (Fig. 32).

Blechdicke . . . s	10÷12	12,5÷13	13,5÷16	16,5÷17	17,5÷19	19,5÷21
Niet \varnothing . . . d	16	19	22	25	28	31
Loch \varnothing . . . d ₁	17,5	20,5	23,5	26,5	29,5	32,5
Teilung . . . t	74	82	98	106	114	122
Teilung . . . a	47	52	62	67	72	77
Blechmaß . . n	29	32	38	41	44	47
Blechmaß . . m	28	31	37	40	43	46
Überlapp. . . ü	114	126	150	162	174	186

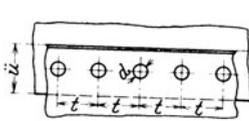


Fig. 30.

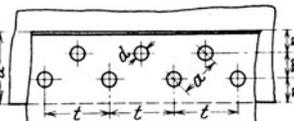


Fig. 31.

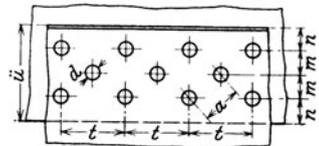


Fig. 32.



Fig. 33.

Bei der Vernietung von Dömkrempen mit dem Kesselmantel werden die in den Überlappungstafeln angegebenen Werte der Nietteilung um 10% enger ausgeführt und das Blechmaß m (Fig. 33) 15% weiter genommen. In der der Blechkante am weitesten entfernten Nietreihe wird je ein Nietloch ausgespart.

Zahlentafel 8. Einreihige Doppellaschennietung (Fig. 34).

Blechdicke . . . s	7:9	9:11	11:12	12:14,5	14,5:17	17:19	19:22
Laschendicke <i>b</i>	7	9	10	11	14	16	18
Niet \varnothing . . . <i>d</i>	13	16	19	22	25	28	31
Loch \varnothing . . . <i>d</i> ₁	14,5	17,5	20,5	23,5	26,5	29,5	32,5
Teilung . . . <i>t</i>	49	54	59	65	70	75	80
Blechmaß . <i>n</i>	22	28	31	37	40	43	47
Überlappung <i>ü</i>	88	112	124	148	160	172	188

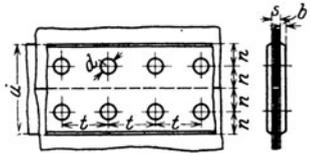


Fig. 34.

Zahlentafel 9. Zweireihige Doppellaschennietung (Fig. 35).

Blechdicke . . . s	13,5:14,5	15:16	16,5:17,5	18:19,5	20:21
Laschendicke <i>b</i>	11	12	13	14	15
Niet \varnothing . . . <i>d</i>	19	22	25	28	31
Loch \varnothing . . . <i>d</i> ₁	20,5	23,5	26,5	29,5	32,5
Teilung . . . <i>t</i>	82	90	98	106	114
Teilung . . . <i>a</i>	52	57	62	67	72
Blechmaß . <i>n</i>	31	34	37	40	43
Blechmaß . <i>m</i>	32	35	38	41	44
Überlappung <i>ü</i>	188	206	224	242	260

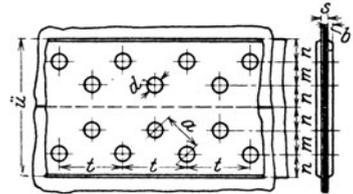


Fig. 35.

Zahlentafel 10. Zweieinhalbreihige Doppellaschennietung (Fig. 36).

Blechdicke . . . s	15:16	16,5:18	18,5:20	20,5:21,5	22:23
Laschendicke <i>b</i>	13	15	17	18	19
Niet \varnothing . . . <i>d</i>	19	22	25	28	31
Loch \varnothing . . . <i>d</i> ₁	20,5	23,5	26,5	29,5	32,5
Teilung . . . <i>t</i>	140	156	170	184	196
Teilung . . . <i>a</i>	47	52	57	61	65
Blechmaß . <i>n</i>	31	34	37	40	43
Blechmaß . <i>m</i>	32	35	38	41	44
Lasche innen <i>c</i>	312	342	372	402	432
Lasche außen <i>e</i>	188	206	224	242	260

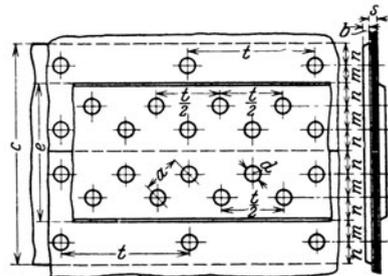


Fig. 36.

V. Nietverbindungen für den Apparatebau.

Im Apparatebau unterscheidet man Festigkeitsnietungen und Dichtkeitsnietungen. Die Festigkeitsnietungen geben in erster Linie Festigkeitsverbindungen, bei denen die Dichtigkeit nicht in Frage kommt.

Dichtkeitsnietungen nennt man solche Nietverbindungen, von denen außer Festigkeit auch ein luft- und wasserdichter Abschluß verlangt wird, wie er bei Apparaten mit innerem Betriebsdruck, Flüssigkeits- und Gasbehältern notwendig ist.

A. Verhältniswerte verschiedener Nietungen.

Für die Festigkeit einer Nietverbindung kommt nicht nur die Festigkeit der Niete, sondern auch die des Bleches in Betracht. Mit Rücksicht darauf sollen die Entfernungen der Niete vom Rand und unter sich gewisse Maße nicht unterschreiten. Sie dürfen aber auch nicht zu groß genommen werden, weil die Bleche sonst leicht klaffen und Veranlassung zur Rostbildung gegeben ist.

Die Nietteilung soll dementsprechend höchstens das 5fache des Nietdurchmessers sein und der Abstand von der Blechkante das 2fache des Nietdurchmessers.

Bei Dichtigkeitsnietungen darf der Zwischenraum zwischen 2 Nieten nicht zu groß sein, weil sich das Blech in der Mitte sonst leicht aufwerfen kann, wodurch es dann schwer möglich wird, es zu verstemmen. Auch wenn man den Abstand der Niete vom Blechrand zu groß wählt, werden die Bleche am Rande klaffen. Umgekehrt wird ein zu geringer Abstand und zu geringe Nietteilung das Bilden des Schließkopfes und das Verstemmen sehr erschweren. Um ein richtiges Verhältnis für die Abmessungen einer Vernietung zu erhalten, bedient man sich vorteilhaft einfacher, auf Grund praktischer Erfahrungen aufgestellter Formeln.

Die Abmessungen einer Vernietung steigen mit der Blechstärke. Für die Bestimmung des Nietdurchmessers d aus der Blechstärke s dient die Formel:

$$d = \sqrt{50 \cdot s} - 4.$$

Ergibt die Formel einen Nietdurchmesser, der nicht gangbar ist, d. h. nicht auf Lager, so wird der nächstgrößere genommen.

Zur Berechnung der weiteren Abmessungen wird nun der Durchmesser d_1 des fertiggeschlagenen Nietes benutzt, der gleich dem Nietlochdurchmesser ist.

Es ist zu berechnen:

Die halbe Überlappung n , d. h. der Abstand der Nietmitte vom Blechrand aus: $n = 1,5 \cdot d_1$.

Die Nietteilung t für eine einreihige Überlappungs-nietung aus:

$$t = 2 \cdot d_1 + 8 \text{ mm.}$$

Die Nietteilung t für eine zweireihige Überlappungs-nietung aus:

$$t = 2,6 \cdot d_1 + 15 \text{ mm.}$$

Die Entfernung m der Nietreihe für die zweireihige Überlappungs-nietung aus:

$$m = 0,6 \cdot t.$$

Die Nietteilung t für eine dreireihige Überlappungs-nietung aus:

$$t = 3 \cdot d_1 + 22 \text{ mm.}$$

Die Entfernung m der Nietreihe für die dreireihige Überlappungs-nietung aus:

$$m = 0,5 \cdot t.$$

Die Bezeichnungen in den vorstehenden Formeln entsprechen den Figuren im Abschnitt IV.

In Fig. 37 ist eine Verbindung von 3 Blechen dargestellt.

Beispiel: Berechnung einer gewöhnlichen Überlappungs-nietung.

Die Blechstärke s sei 8 mm, dann ergibt sich nach den Formeln oben:

Nietdurchmesser $d = \sqrt{50 \cdot s} - 4 = \sqrt{400} - 4 = 20 - 4 = 16 \text{ mm,}$

Nietteilung $t = 2 \cdot d_1 + 8 \text{ mm} = 2 \cdot 17,5 + 8 = 43 \text{ mm,}$

Nietabstand vom Blechrand $n = 1,5 \cdot d_1 = 1,5 \cdot 17,5 = 26 \text{ mm.}$

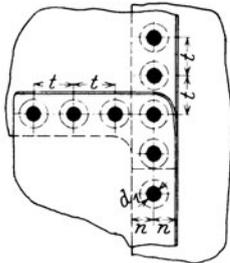


Fig. 37.

Die Berechnung von Nietteilungen bei Rundnähten bezieht sich immer auf den Umfang, den der lichte Durchmesser des Behälters ergibt. Die Rundnahtteilung darf von der nach der Formel berechneten um 10% abweichen und ist so einzurichten, daß das Umfangsstichmaß voll mit der Teilung aufgeht. Allerdings soll die Rundnahtteilung nicht kleiner gewählt werden, damit im Innern der Behälter die Nietköpfe nicht zu eng nebeneinander zu liegen kommen. Auch bei Längs-

nähten wird sich in den seltensten Fällen das Längenstichmaß mit der Teilung decken, d. h. ohne Rest darin aufgehen. Die Nietteilung soll dann möglichst größer, als die Formel ergibt, gewählt und dem Stichmaß der Längsnaht angepaßt werden.

Gasometer und Tankdachnietungen müssen besonders dicht ausgeführt werden. Da aber bei ihnen die Blechstärken nicht sonderlich stark voneinander verschieden sind, so schwankt auch ihre Nietung nicht allzu sehr. Die Niete werden kalt eingezogen, haben $7 \div 8$ mm Nietdurchmesser und eine Nietteilung von $25 \div 30$ mm, bei höchstens 13 mm Randabstand. Die oft sehr dünnen Bleche lassen sich nicht gut dicht stemmen; es werden daher zur Erzielung der Dichtigkeit in Mennige getränkte Leinwandstreifen zwischen den Blechen mit eingenetet.

In den Fällen, wo die Nietköpfe nur wenig oder gar nicht über die zu verbindenden Teile herausstehen dürfen, werden die Nietlöcher nach Fig. 38 versenkt und versenkte Niete verwendet. Die durch versenkte Niete bedingte besondere Schwächung der Blechstärke macht eine Vergrößerung der Nietteilung nötig.

Die Abmessungen eines Nietkopfes stehen in einem festen Verhältnis zum Nietdurchmesser, d. h. je größer der Nietdurchmesser ist, um so größer muß im Verhältnis auch der Nietkopf sein. Nach Fig. 39 sind für die Abmessungen eines Nietkopfes folgende Formeln maßgebend:

Die Kopfhöhe $h = 0,6 \cdot d$,

der Kopfdurchmesser $D = 1,7 \cdot d$,

die Höhe der Aussenkung $a = 0,15 \cdot d$.

Die Abmessungen eines 19-mm-Nietes würden nach oben angeführten Formeln ergeben:

$$h = 0,6 \cdot d = 0,6 \cdot 19 = 11,4 \text{ mm}$$

$$D = 1,7 \cdot d = 1,7 \cdot 19 = 32,3 \text{ mm}$$

$$a = 0,15 \cdot d = 0,15 \cdot 19 = 2,8 \text{ mm.}$$

Der Kugelradius für den Nietkopf wird in der Regel der Nietlochdurchmesser sein. In der Praxis ergibt der Nietkopfdurchmesser gewöhnlich einen größeren Wert. Da der am Nietkopf anhaftende Grat noch hinzukommt, wird der Vorzeichner beim Einteilen von Endteilungen 2 Nietdurchmesser als Nietkopfdurchmesser annehmen.

B. Anordnung der Wechsel- und Laschenkopf-Nietteilungen.

Das Auftragen der Nietteilungen auf den abgewickelten Mantel eines Behälters od. dgl. bedingt die Feststellung der Anfangspunkte für die Nietteilung. An den Ecken der Abwicklung, welche die Nietstöße oder Laschenstöße ergeben, ist es nicht so leicht, die Nietteilung zweckmäßig aufzutragen. Es ist nur möglich, wenn der Vorzeichner den Stoß im Geiste deutlich vor sich sieht. Besonders ist darauf zu achten, daß keine großen Teilungen entstehen, weil sie das Dichten der Nähte bedeutend erschweren. Im folgenden sollen die am häufigsten vorkommenden Vernietungsarten in ihren Eckteilungen dargestellt werden.

Beim Einteilen ist besonders darauf zu achten, daß der Anfang der Längsnahtteilung von der Nietrißlinie der Rundnahtteilung so weit entfernt ist, daß für das Blechmaß n und den halben Nietkopf genügend Platz bleibt. Das erste Loch in der Längsnaht muß demnach von der Rundnaht um das Maß n und

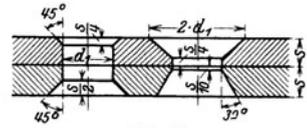


Fig. 38.

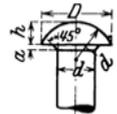


Fig. 39.

den halben Durchmesser D des Nietkopfes entfernt sein. Diese Entfernung soll im weiteren Verlauf immer mit c bezeichnet werden (s. Fig. 40÷43). Es ergibt sich c aus der Formel:

$$c = n + \frac{D}{2}.$$

Vorteilhafter ist es allerdings, um später Nacharbeiten zu vermeiden, c etwas größer zu wählen; denn in den meisten Fällen ist schon n nicht genau eingehalten. Besonders aber, um zu vermeiden, daß der Nietkopf allzu nahe an den Blechrand kommt, wo er sich schwer stemmen läßt, macht man c um 3÷5 mm größer als obige Formel ergibt.

Einreihige Rund- und Längsnaht. Der Nietstoß ist sehr einfach und bedarf keiner weiteren Erklärung; alles Nötige ist aus Fig. 37 zu ersehen.

Einreihige Rund- und doppelreihige Längsnaht. Zum Auftragen der Nietteilung für doppelreihige Längsnahte ist zu beachten, daß schon vor dem Auftragen der Rundnahtteilung bestimmt werden muß, welche Seite der Längsnaht nach außen und welche nach innen verlegt werden soll. Dabei ist die vordere Nietlochreihe der Längsnaht, die an der äußeren Nahtseite liegt und den Abschluß zur Stemmkannte bildet, als die äußere Nietlochreihe zu bezeichnen. An der entgegengesetzten Seite der Abwicklung liegt diese Nietlochreihe nach innen und erscheint als Spiegelbild. Beide Nietrißlinien beginnen an der Rundnahtteilung mit den Endteilungen c und liegen in einer Linie zu den Anschlußpunkten der Rundnahtteilung. Die parallelen Linien im Abstand n für die Aufnahme der zweiten Nietreihe werden von der äußeren Nietreihe nach innen und von der inneren Nietreihe nach außen gelegt. Die Teilungen können nun mit Spitzzirkel übertragen werden. Auf der inneren Seite der Längsnaht ergibt sich hierbei ein langes Teil mit der Länge $c + \frac{1}{2}t$, das aber nicht den geringsten Nachteil für die Dichtigkeit der Nietnaht hat, weil es im Inneren liegt und durch die Abschräge und Rundnaht gedeckt wird (Fig. 40).

Beim engen Schuß, bei dem die Abschrägen nach außen zu liegen kommen, also dorthin, wo sie gestemmt werden müssen, setzt man die Endteilungen der Längsnaht derartig, daß das erste Nietloch der Längsnaht neben die Abschräge kommt. Diese Anordnung der Endteilungen ist gerade entgegengesetzt der beim weiten Schuß. Im Inneren des Bundes ergibt sich hier ein weites Teil, das aber, durch die äußere Dichtigkeit der Abschräge bedingt, geduldet werden muß. Ein Nachteil ergibt sich aber auch daraus nicht, denn die Hauptsache ist die äußere Dichtigkeit der Nietnaht. Käme allerdings ein derartig weites Teil nach außen zu liegen, noch dazu an der Abschräge, so ergäben sich beim Dichten bedeutende Schwierigkeiten.

Doppelreihige Rund- und Längsnaht. Vor dem Auftragen der Teilungen wird bestimmt, welche Seite der Längsnaht nach außen verlegt werden soll. Der Anschlußpunkt der Rundnaht zur Längsnaht bildet sich bei dieser Nietung dort, wo die zweite Nietrißlinie der Rundnaht die erste Nietrißlinie der Längsnaht schneidet. Die angeführten Nietrißlinien sind angenommen, wie sie zur Blechabschnittlinie erscheinen. Auf die zweite Nietrißlinie der Rundnaht wird die Rundnahtteilung aufgetragen und die Zwischenteilung nach der ersten Nietrißlinie übertragen. Das Umfangstichmaß läuft vom ersten Nietriß der Längsnaht zum zweiten an der entgegengesetzten Seite der Abwicklung. Die End-

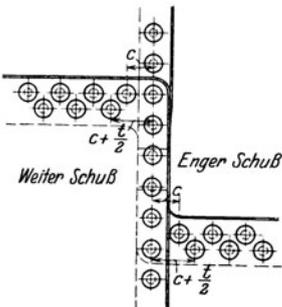


Fig. 40.

teilungen trägt man auf diese beiden Linien von den Anschlußpunkten der Rundnaht zur Längsnaht ab. An den Ecken der Abwicklung, dessen Nähte nach außen liegen, entsteht ein sogenannter voller Wechsel, durch 2 Nieten gehalten.

An der inneren Seite der Längsnaht auf dem Blech erscheint ein großer leerer Raum, der aber durch die Abschärfe und Rundnahtüberlappung wieder verdeckt wird (Fig. 41).

Um beim engen Bund das erste Niet wieder möglichst nahe der Abschärfe zu erhalten, versetzt man die Endteilungen der Längsnaht so, daß man auch im Inneren einen vollen Wechsel erhält. Es ist aber zu beachten, daß die Endteilungen in diesem Falle nicht auf der Linie liegen, die durch das Umfangstichmaß bestimmt ist.

Oft kommt es beim kegeligen Schuß vor, daß eine Seite der Rundnaht als weiter und die andere Seite als enger Schuß behandelt werden muß. Dabei ist zu beachten, daß eine markierte Linie, die von Kesselboden zu Kesselboden laufen soll, sich auf den engen Schuß um ein halbes Teil verdreht. Nach welcher Seite, richtet sich allerdings danach, wie der enge und weite Schuß angebaut wird. In Werkstätten, wo der Vorzeichner alle Stutzen und Öffnungen schon im geraden Zustand der Abwicklung aufreißen muß, ist diese Verdrehung zu beachten.

Der Stoß einer Vernietung mit einreihiger Rund- und dreireihiger Längsnaht oder zweireihiger Rund- und dreireihiger Längsnaht wird behandelt, als wenn die Längsnaht der Vernietungsart der Rundnaht entspräche. Die Anordnung solcher Wechsel ist aus vorstehendem leicht zu ersehen und bedarf keiner weiteren Erklärung. Es würde auch zu weit führen, alle vorkommenden Wechsel zu besprechen.

Laschenkopfnietung. Die gebräuchlichsten Laschennietungen sind die nach Fig. 35 und 36 im Abschnitt IV (S. 31). Aus Fig. 42 ist die Anordnung eines Laschenkopfes einer doppellaschen Nietung zu ersehen. Um 5 Nieten im Laschenkopf zu erhalten, wird die Lasche an der zweiten Nietreihe stumpf ausgezogen, weil sich die Nietung der Laschenlängsnaht nicht mit der Rundnahtteilung deckt. Der Laschenkopf nach Fig. 43 stellt eine zweieinhalbreihige Doppellaschennietung dar, hier hat der Nietriß der Längsnaht einen guten Anschluß zur Rundnaht; es ist nicht notwendig, den Laschenkopf stumpf auszuziehen, denn der Laschenkopf gibt den 5 Nieten genügend Platz. Am engen Schuß wird die Lasche ausgeschärft und unter die Rundnaht geschoben, der Laschenkopf liegt dann im Inneren.

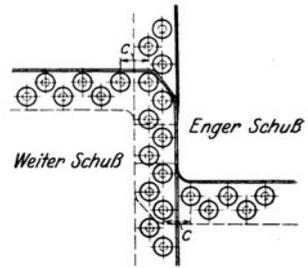


Fig. 41.

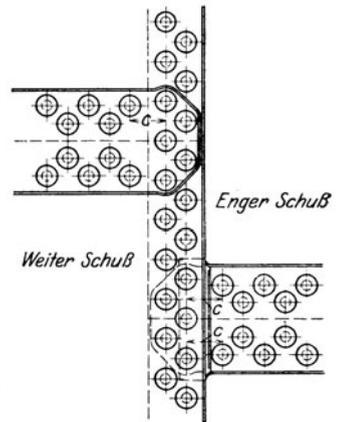


Fig. 42.

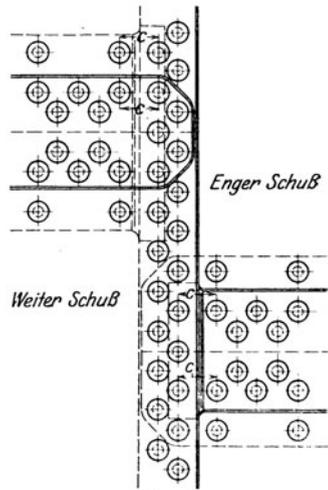


Fig. 43.

VI. Die vom Vorzeichner zu beachtenden Maßnahmen bei Stumpf-, Überlapp- und Keilschweißungen¹.

In bezug auf Art und Zusammenfügen der zu schweißenden Teile unterscheidet man: Stumpfschweißungen, überlappte Schweißungen und Keilschweißungen. Im Apparatebau findet die Stumpfschweißung ausgedehnte Anwendung zur Herstellung autogen geschweißter Blechgefäße usw. mit geringem inneren Druck. Die überlappte Schweißung wird bei der Herstellung von geschweißten Kesselmänteln mit innerem und äußerem Druck als Feuerschweißung angewendet, die Keilschweißung bei größeren Blechstärken, die mit Wassergas geschweißt werden. Je nach Art der Schweißung müssen die Schweißnähte verschieden vorgerichtet werden; es sollen daher die vom Vorzeichner zu beachtenden Maßnahmen im folgenden besprochen werden.

1. Autogene Stumpfschweißung.

Beim autogenen Schweißen (Gasschmelzschweißen) von Blechgefäßen mit geringen Werkstoffstärken bis 5 mm brauchen die Stoßkanten vorher nicht bearbeitet zu werden. Die Teile werden an ihren Stoßkanten zusammengelegt, so daß ein Zwischenraum von $\frac{1}{4} \div \frac{1}{2}$ der Blechstärke bestehen bleibt, um ein gutes Durchschweißen zu ermöglichen (Fig. 44). Gerade Bleche werden gewöhnlich erst nach dem Schweißen auf Maß zugeschnitten; ist das nicht angängig, so muß zur Ein-



Fig. 44.

haltung der vorgeschriebenen Abmessungen der oben angeführte Zwischenraum berücksichtigt werden, besonders dann, wenn es sich um bestimmte Umfänge

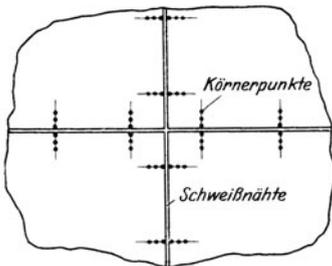


Fig. 45.

runder Gefäße, Rohre usw. handelt. Falls im Gefäßmantel schon Löcher für anzubringende Teile vorgesehen sind, dürfen sich beim Schweißen die Nähte nicht verschieben. Zu diesem Zwecke werden vom Vorzeichner auf der Stoßkante, also Abschnittlinie der Abwicklung des Mantels, je nach Länge der Naht, in Abständen von 200 ÷ 300 mm rechtwinklig zur Stoßkante Körner geschlagen (Fig. 45). Nach diesen Körnerschlägen wird die Schweißnaht ausgerichtet; nötigenfalls wird der Schweißer auch an diesen Stellen Löcher einbrennen und durch Heftschrauben das Verziehen

der Schweißnaht während des Schweißvorganges verhindern.

Soweit wie möglich werden die Ecken kantiger Gefäße gebogen, um nur wenige Schweißnähte zu erhalten. Die Schweißnaht wird nach einer Ecke des Gefäßes verlegt, wo die Bleche dann, wie Fig. 46 zeigt, zusammenstoßen sollen. Um das zu erreichen, müssen die ebenen Wände des Gefäßes auf lichte Maße zugeschnitten werden, d. h. also die inneren Maße der Kästen usw. müssen beim Vorzeichnen berücksichtigt sein.



Fig. 46.

Beim autogenen Schweißen von Blechnähten mit Werkstoffstärken von 6 ÷ 10 mm müssen die Stoßkanten des Bleches vorher bearbeitet werden. Die zur Schweißnaht bestimmten Längs- oder Rundnähte eines Gefäßes müssen nach Fig. 47 vorgerichtet werden. Der

¹ s. auch Heft 13: Die neueren Schweißverfahren.

Vorzeichner hat anzugeben, welche Kanten einer Abwicklung als Schweißnaht behobelt werden sollen; gleichzeitig hat er beim Festlegen des Umfanges und der Länge zu berücksichtigen, daß die Schweißnähte gehobelter Stoßkanten $2 \div 3$ mm Zwischenraum erhalten. Die Blechkante soll aber nach dem Hobeln noch eine rechtwinklige Unterkante von $\frac{1}{4}$ der Blechstärke besitzen. Würden die Stoßkanten scharf gehobelt sein, so würde beim Schweißen das Blech übereinander laufen, da die Wärmeausdehnung der Schweißnaht keinen Widerstand findet.

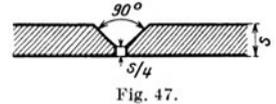


Fig. 47.

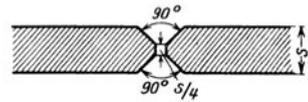


Fig. 48.

Die Stoßkanten der Schweißnähte von Blechstärken über 10 mm müssen auf beiden Seiten gehobelt werden, was ein doppelseitiges Schweißen notwendig macht (Fig. 48). Die rechtwinklige Stoßkante von $\frac{1}{4}$ der Blechstärke liegt demnach in der Mitte des Bleches. Auch hier muß der Zwischenraum der Stoßkanten beim Bestimmen der Umfänge und Längen Berücksichtigung finden.

Rohrstutzen werden nach Fig. 49 eingeschweißt. Das Loch im Behältermantel zur Aufnahme des Stutzens wird = dem äußeren Durchmesser des Rohres + 5 mm Zugabe ausgeschnitten. Der Rohrstutzen wird in diesen Ausschnitt eingeführt und an der Behälterkante verschweißt.

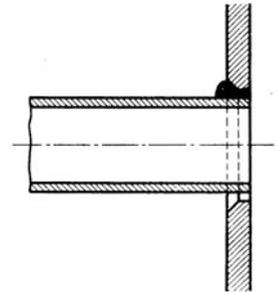


Fig. 49.

2. Überlappte Feuerschweißungen.

Wie schon oben erwähnt, wird die überlappte Feuerschweißung ausschließlich bei der Herstellung geschweißter Kesselmäntel angewendet. Auch beim Einschweißen von Böden in Dommäntel, Feuerbuchsmäntel usw. wird nur überlappt geschweißt. Die beim Schweißen erforderliche Überlappung muß der Vorzeichner bei der Abwicklung usw. derartiger Gegenstände berücksichtigen. Als Überlappung ist bei Feuerschweißungen das 2fache der Blechstärke erforderlich. Bleche unter 8 mm Stärke brauchen an ihren Kanten nicht weiter vorgerichtet zu sein, sie werden nach Fig. 50 übereinandergelegt und verschweißt. Stärkere Bleche erfordern ein Abschrägen des überschüssigen Werkstoffes und müssen nach Fig. 50a überlappt liegen. Beim Abwickeln von Kesselmänteln, die im Feuer geschweißt werden sollen, muß der Vorzeichner daher an jeder Seite einer Schweißnaht eine Blechstärke als Überlappung stehen lassen, die vor dem Walzen einmal oben und einmal unten gehobelt wird. Die Kanten der Rundnähte müssen ebenfalls an der Seite, wo der Boden eingeschweißt wird, gehobelt werden. Der Boden wird schräg gedreht und im Feuer etwas eingezogen, während der Kesselmantel ausgeholt wird. Beide Teile werden dann ineinander gesteckt verschweißt (Fig. 51). Die zum Schweißen verwendeten Vorrichtungen, um ein Verschieben der Nähte zu vermeiden, sind in jeder Werkstatt verschieden; sie erfüllen mehr oder weniger ihren Zweck. Sie können in diesem Heft nicht besprochen werden.

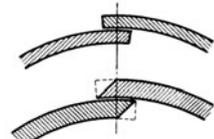


Fig. 50—50 a.

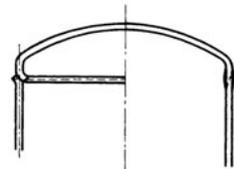


Fig. 51.

3. Keilschweißungen.

Die Keilschweißung wird bei größeren Blechstärken neben der überlappten Schweißung angewendet. Die Blechkanten werden genau wie beim autogenen

Schweißen vorge richtet. In den durch das Hobeln entstehenden Zwischenräumen der Stoßkanten wird ein Vierkanteisen eingeschweißt (Fig. 52). Bei großen Blechstärken von 25 ÷ 50 mm verwendet man, um sie leichter erhitzen zu können, Wassergas, mit dem man die Schweißnaht von beiden Seiten erhitzen kann.

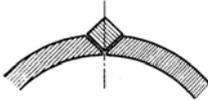


Fig. 52.

Im Feuer kann man immer nur eine Seite der Schweißnaht erhitzen, wodurch die Feuerschweißungen bei großen Blechstärken zu zeitraubend werden.

Außer den angeführten Schweißungen werden im Kessel- und Apparatebau noch das elektrische Widerstandsschweißen und die Thermitschweißung angewendet. Für diese Schweißungen hat der Vorzeichner weiter nichts zu beachten, da sie nur an schon fertigen Körpern ausgeführt werden. Das elektrische Widerstandsschweißen wird beim Verbinden von Winkeleisenstößen usw. oder dort benutzt, wo die umliegenden Flächen nicht erhitzt werden dürfen. Zum Zusammenschweißen von Siederöhren usw. wird ausschließlich das Thermitschweißverfahren angewendet, wobei die Siederöhren stumpf zusammen gestoßen werden.

VII. Die Blechfaser des Vorzeichners (neutrale Faser).

Vor dem Biegen oder Walzen müssen die Kesselschüsse auf genaues Maß vorgezeichnet werden, um nachher den gewünschten Durchmesser oder Umfang aufzuweisen. Es ist nun nicht gleichgültig, welcher Durchmesser zur Berechnung der Blechabwicklung verwandt wird. Wir unterscheiden bei jedem Kesselschuß einen inneren und einen äußeren Durchmesser. Wenn die Abwicklung nach dem inneren Durchmesser, oder wie er in der Praxis genannt wird, der lichte Durchmesser, berechnet wird, so werden wir nach dem Walzen feststellen müssen, daß der Durchmesser nicht stimmt, sondern bedeutend kleiner geworden ist. Auch nach Rechnung mit dem äußeren Durchmesser werden wir nicht zum Ziele gelangen, denn hierbei würde der Kesselschuß wieder zu groß werden. In Kesselschmieden ist es aber unbedingt notwendig, schon im voraus den Umfang der Abwicklung genau festzustellen; denn es müssen alle Löcher und die Abwicklung des gewünschten Durchmessers am geraden Blech vorgezeichnet werden.

Es soll hier für diejenigen, die weiter keine Kenntnisse mitbringen, ein Hinweis in groben Umrissen gegeben werden, damit sie die vorkommenden Berechnungen verstehen können, und an anderer Stelle wird zur Erläuterung von Beispielen noch einiges zu sagen sein. Auf weitergehende theoretische Erörterungen soll hier jedoch verzichtet werden.

Zum Walzen von Kesselschüssen wird in den Kesselschmieden meist die Dreiwalzenmaschine verwandt, die sich beim Walzen von kegeligen Schüssen

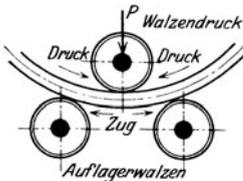


Fig. 53.

besser bewährt als die Vierwalzenmaschine. Das Walzen eines Kesselschusses beruht auf dem Grundsatz eines frei aufliegenden Trägers (Fig. 53). Die beiden unteren Walzen werden als Auflager betrachtet, während die obere Walze die in der Mitte angreifende Kraft P darstellt. Ein Kesselblech, das auf 2 Stellen (A und B Fig. 54) aufliegt, während von oben eine Kraft (P) drückt, biegt sich durch. Dadurch erleiden die einzelnen Fasern des Bleches Form-

veränderungen, und zwar werden die oberhalb der Blechmitte liegenden Fasern gedrückt, die unterhalb liegenden gezogen. Es treten somit in den oberen Fasern Druckspannungen und in den unteren Zugspannungen auf (Fig. 54).

Wenn nun in den oberen Fasern Druckspannungen und in den unteren Zugspannungen herrschen, so muß es eine Faser geben, in der weder Druck- noch Zugspannung vorhanden ist. Diese Faser, die gegen Zug und Druck neutral bleibt, kann nur in der Mitte der Blechstärke liegen, wo sie mit der Schwerachse der Längsfaser zusammenfällt. Sie wird „neutrale Faser“ genannt. Die neutrale Faser verändert nie ihre Länge, sie wird aus diesem Grunde bei allen Gegenständen, die gebogen werden, für die Rechnung benutzt. Beim Biegen von Profileisen ist die Schwerpunktsachse die neutrale Faser.

Daß für den Vorzeichner die neutrale Faser bzw. Schicht von großer Bedeutung ist, leuchtet ein. Sie ist es, auf die er alle seine Berechnungen zu beziehen hat; alle Abwicklungen und Aufrisse müssen von ihr ausgehen.

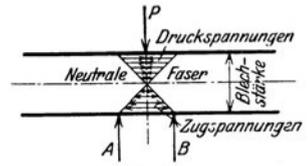


Fig. 54.

Der richtige Durchmesser zur Berechnung der gestreckten Länge eines zylindrischen Kesselschusses ist daher der mittlere Durchmesser zwischen dem inneren und äußeren, d. h. der innere oder lichte Durchmesser, vermehrt um $2 \cdot \frac{1}{2} = 1$ Blechstärke. Ist der äußere Durchmesser gegeben, so muß 1 Blechstärke abgezogen werden. Ist der Umfang schon durch Abrollen irgendwie festgestellt, so wird, um die Länge der Abwicklung zu bestimmen, 1 Blechstärke, mit $\pi (= 3,14)$ multipliziert, zugezählt oder abgezogen, je nachdem, welcher Umfang abgerollt ist. In den folgenden Abschnitten ist die Berechnung derartiger Fälle näher behandelt. Das genaue Durcharbeiten dieser Abschnitte ist zum Verständnis der praktischen Beispiele unerlässlich.

A. Der enge und der weite Schuß.

Bei der Herstellung von Kesseln usw. vermeidet man es natürlich soviel wie möglich, Nietnähte zu verwenden, da diese die schwächsten Stellen der Kessel sind. Man muß sich aber andererseits wieder danach richten, wie groß die Abmessungen der Bleche sind, die das Walzwerk herstellen kann. Überschreiten die Kessel oder Behältermäntel in Länge oder Umfang bestimmte Maße, so müssen sie aus mehreren Blechen zusammengesetzt werden. In der Längsrichtung besteht dann ein Kessel oder Behälter aus mehreren Schüssen oder Bündeln, die entweder zylindrisch oder kegelig sind. Bei zylindrischer Form sind sie entweder alle von gleichem Durchmesser und werden mit übergeschobener Lasche vernietet, oder sie sind von verschiedenem Durchmesser und stecken ineinander. Der Unterschied im Durchmesser ist dann 2 Blechstärken, und man unterscheidet den weiten und den engen Schuß. Ist nun ein Übergang vom engen zum weiten Schuß notwendig, so bildet sich der kegelige Schuß.

Die Abwicklung der engen und weiten Schüsse ergibt eine rechteckige Fläche mit der Länge = dem Umfange auf der neutralen Faser und der Höhe = dem Längenstichmaße des Kessels. Die Abwicklung eines kegeligen Schusses dagegen ergibt die Fläche eines Kreisabschnittes.

Nach der im Abschnitt II, S. 12, angegebenen Formel wird der Umfang eines Kreises berechnet. Damit ergibt sich das Umfangsstichmaß U eines weiten Schusses nach der neutralen Faser, wenn der lichte Durchmesser D gegeben ist,

$$\text{zu: } U = (D + s) \cdot \pi \quad (\text{der große Umfang})$$

und das Umfangsstichmaß u des engen Schusses, d. h. also der Schuß, der in vorstehendem eingeschoben werden soll,

$$\text{zu: } u = (D - s) \cdot \pi .$$

Die Differenz beider Umfangsstichmaße beträgt theoretisch genau $(2 \cdot s) \cdot \pi$, was aber für die Praxis noch nicht die Möglichkeit gibt, die berechneten Umfangsstichmaße zu verwenden.

Bei Herstellung der Bleche ist es fast unmöglich, kleine Differenzen in der Stärke zu vermeiden oder kleine Unebenheiten auf der Oberfläche des Bleches, wie Hammerschlag usw., zu verhüten. Um diesen Differenzen von vornherein zu begegnen, muß man, ohne merklich vom richtigen Umfangsverhältnis abzuweichen, noch eine sogenannte *Schrumpfungszugabe* zu dem weiten Schuß hinzufügen, bzw. einen Schrumpfabzug von dem engen Schuß abziehen. Zugabe bzw.

Abzug richten sich im allgemeinen nach dem Durchmesser und der Blechstärke der einzelnen Schüsse: sie sollen gewöhnlich $3 \div 5$ mm auf den ganzen Umfang nicht überschreiten. Durch einige Erfahrungen wird man schnell das richtige Verhältnis bestimmen lernen.

Bei der Berechnung der Umfangsstichmaße für zusammengehörige Schüsse usw. wird der Vorzeichner gewöhnlich einen etwa schon vorhandenen Umfang als Grundlage zur Berechnung annehmen. Das kann z. B. der Umfang eines Winkelringes, Bodens oder sonst irgendeines Formstückes sein, zu dem ein Mantelblech angefertigt werden soll. Zum leichteren Verständnis soll ein Beispiel durchgerechnet werden:

Zu einem Rohr (Fig. 55) seien die Winkel Eisenringe vorhanden, und es sollen die Umfangsstichmaße zur Abwicklung des Mantels berechnet werden. Die Winkelringe $100 \times 100 \times 20$ ergeben beide, abgerollt auf dem inneren Schenkel, einen Umfang von je 3864 mm. Die Blechstärke beträgt 15 mm; das Rohr soll 6000 mm lang werden und aus zwei engen und einem weiten Schuß bestehen. Die beiden Schüsse, die mit den Winkelringen vernietet werden sollen, gelten als enge Schüsse, weil sie den kleinsten lichten Durchmesser haben. Das Verbindungsstück ist in diesem Beispiel der weite Schuß. Die Umfangsstichmaße für die beiden engen Schüsse ergeben sich zu:

$$u = 3864 \text{ (Umfang des Winkelringes)} - s \cdot \pi - z \text{ (Schrumpfabzug).}$$

Der Wert von $s \cdot \pi$ (d. i. Blechstärke $\times 3,14$) wird zweckmäßig aus *Zahlentafel 11* entnommen. Der Schrumpfabzug z kann in diesem Falle mit 4 mm als genügend angesehen werden. Damit erhält man

$$u = 3864 - (47,12 + 4) \approx 3864 - 51 = 3813 \text{ mm.}$$

Für den weiten Schuß ergibt sich das Umfangsstichmaß U zu:

$$U = 3864 + s \cdot \pi = 3864 + 47,12 \approx 3911 \text{ mm.}$$

Die Differenz zwischen den beiden Umfangsstichmaßen muß $(2s \cdot \pi) + z = (2 \cdot 15 \cdot 3,14) + 4 = 98$ mm betragen, was sie auch tut, da $3911 - 3813 = 98$ ist.

Nachdem die Umfangsstichmaße der Abwicklungen festgestellt sind, werden nun die Längensstichmaße der einzelnen Schüsse berechnet. Dazu ermittelt man erst das Streichmaß w der Winkelringe. Nach Abschnitt III, S. 28, haben die Winkelringe $100 \times 100 \times 20$ ein Streichmaß = 60 mm. Die beiden Werte w werden von der ganzen Rohrlänge abgezogen und der Rest durch die Anzahl der Schüsse n

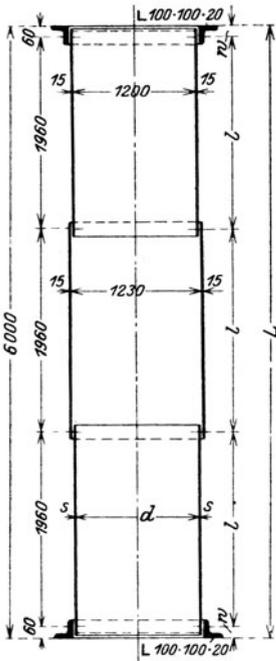


Fig. 55.

geteilt, in diesem Falle durch 3. Das Längenstichmaß l für jeden einzelnen Schuß ergibt sich demnach aus der Gesamtlänge L zu:

$$l = \frac{L - (2w)}{n} = \frac{6000 - (2 \cdot 60)}{3} = \frac{6000 - 120}{3} = 1960 \text{ mm.}$$

Die Abwicklungen der engen Schüsse haben hier die Form eines Rechteckes mit der Länge des Umfangsstichmaßes 3813 und der Höhe des Längenstichmaßes 1960 mm, die des weiten Schusses mit der Länge 3911 und der Höhe 1960 mm.

Zahlentafel 11. Werte der Blechstärken $s \cdot \pi$.

s	$s \cdot \pi$	s	$s \cdot \pi$	s	$s \cdot \pi$	s	$s \cdot \pi$	s	$s \cdot \pi$	s	$s \cdot \pi$	s	$s \cdot \pi$
1	3,14	10	31,41	19	59,69	28	87,96	37	116,2	46	144,5	55	172,8
1,5	4,71	10,5	32,98	19,5	61,26	28,5	89,54	37,5	117,8	46,5	146,1	55,5	174,4
2	6,28	11	34,56	20	62,83	29	91,11	38	119,4	47	147,7	56	175,9
2,5	7,85	11,5	36,13	20,5	64,40	29,5	92,68	38,5	121,0	47,5	149,2	56,5	177,5
3	9,42	12	37,70	21	65,97	30	94,25	39	122,5	48	150,8	57	179,1
3,5	10,99	12,5	39,27	21,5	67,54	30,5	95,82	39,5	124,1	48,5	152,4	57,5	180,6
4,0	12,56	13	40,84	22	69,12	31	97,39	40	125,7	49	153,9	58	182,2
4,5	14,13	13,5	42,41	22,5	70,69	31,5	98,96	40,5	127,2	49,5	155,5	58,5	183,8
5	15,70	14	43,98	23	72,26	32	100,5	41	128,8	50	157,1	59	185,4
5,5	17,27	14,5	45,55	23,5	73,83	32,5	102,1	41,5	130,4	50,5	158,7	59,5	186,9
6	18,85	15	47,12	24	75,40	33	103,7	42	131,9	51	160,2	60	188,5
6,5	20,42	15,5	48,69	24,5	76,97	33,5	105,2	42,5	133,5	51,5	161,8	60,5	190,1
7	21,99	16	50,27	25	78,54	34	106,8	43	135,1	52	163,4	61	191,6
7,5	23,56	16,5	51,84	25,5	80,11	34,5	108,4	43,5	136,7	52,5	164,9	61,5	193,2
8	25,13	17	53,41	26	81,68	35	110,0	44	138,2	53	166,5	62	194,8
8,5	26,70	17,5	54,98	26,5	83,25	35,5	111,5	44,5	139,8	53,5	168,1	62,5	196,3
9	28,27	18	56,55	27	84,82	36	113,1	45	141,4	54	169,7	63	197,9
9,5	29,84	18,5	58,12	27,5	86,39	36,5	114,7	45,5	142,9	54,5	171,2	63,5	199,5

B. Der kegelige Schuß.

Nicht so einfach wie die Abwicklung der zylindrischen, ist die Abwicklung der kegeligen Schüsse, auch Kegelschüsse genannt. Der kegelige Schuß ist ein abgestumpfter Kegel, seine Abwicklung ergibt einen Kreisabschnitt, dessen Radius gleich der schrägen Länge des ganzen Kegels ist (s. S. 12). Bei steilen Kegeln ist dieser Radius, mit dem die zur Abwicklung nötigen Kreisbögen geschlagen werden müssen, sehr groß, so daß es nicht möglich ist, die Kreisbögen mit dem Stangenzirkel zu legen, vielmehr müssen sie nach Fig. 19 (S. 21) konstruiert werden. Der kleine Kreisbogen wird dann parallel zum großen Kreisbogen gelegt, und die Umfangsstichmaße werden auf den Kreisbogen von der Mitte aus abgerollt. Handelt es sich um die Abwicklung eines kegeligen Schusses, der als Übergang vom weiten zum engen Schuß dienen soll, wie es bei jedem Kessel oder Behälter mit gleicher Schußanzahl erforderlich ist, so müssen die berechneten Umfangsstichmaße der weiten und engen Schüsse berücksichtigt werden. Die Differenz zwischen der großen und kleinen Bogenlänge des abgewickelten Kegelschusses beträgt dann ebenfalls $2s \cdot \pi + z$. Der Unterschied zwischen den beiden Durchmessern des Kegelstumpfes ist dann = 2 Blechstärken.

Zur Abwicklung derartig steiler Kegel ist es nur notwendig, außer den beiden Umfangsstichmaßen, noch die zur Konstruktion der Kreisbögen benötigte Bogenhöhe H (Fig. 12c) zu berechnen (s. S. 12). Die Umfangsstichmaße für den kegeligen Schuß werden ebenso berechnet wie bei den engen und weiten zylindrischen Schüssen. Werden die engen und weiten Schüsse gleichzeitig mit vorgezeichnet, so können ihre Umfangsstichmaße zur Berechnung der Bogenhöhe unmittelbar

verwendet werden. Die Bogenhöhe kann man dann mit ausreichender Genauigkeit aus einer Näherungs-Formel entnehmen zu:

$$H = \frac{U \cdot (U - u)}{8 \cdot l}$$

Ist z. B. nach Fig. 56 das Umfangsstichmaß u des engen Schusses = 3813 mm und das Umfangsstichmaß U des weiten Schusses = 3911 mm, das Längenstichmaß l der einzelnen Schüsse = 1960 mm, so ist die Bogenhöhe des abgewickelten kegelligen Schusses:

$$H = \frac{U \cdot (U - u)}{8 \cdot l} = \frac{3911 \cdot (3911 - 3813)}{8 \cdot 1960} = \frac{3911 \cdot 98}{15680} = 24,4 \text{ mm.}$$

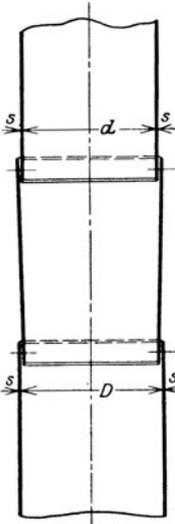


Fig. 56.

Besteht nun der kegelige Schuß am Umfang aus mehreren Blechen, so werden die Umfangsstichmaße dementsprechend geteilt, und für jedes einzelne wird die Bogenhöhe gesondert nach obiger Formel berechnet, sofern bei gleichen Teilen die Höhen nicht übereinstimmen. Besteht der Gesamtumfang der Abwicklung aus 2 Hälften, so ist die Bogenhöhe für jede Hälfte der Abwicklung $\frac{1}{4}$ der Gesamtbogenhöhe; besteht er aus 3 Teilen, so ist die Bogenhöhe = $\frac{1}{9}$, besteht er aus 4 Teilen, so ist sie = $\frac{1}{16}$, besteht er allgemein aus n Teilen, so ist die Bogenhöhe = $\frac{1}{n^2}$ der Gesamtbogenhöhe.

Ist nun der Unterschied zwischen den 2 Durchmessern eines Kegelschusses weit größer als 2 Blechstärken, so daß H nach obiger Formel einen größeren Wert als $0,2 \cdot D$ erhält, so ist diese Formel nicht mehr anwendbar, da sie zu ungenauen Werten ergäbe. Auch ist es erforderlich, bei Abwicklungen, die eine große Bogenhöhe haben, die Sehne des Kreisabschnittes zu berechnen. Zur Berechnung dieser Sehnenlänge S wie auch der genauen Bogenhöhe H wird bei solchen Kegeln die beigefügte Zahlentafel 12 über Einheitskreisgrößen verwendet. Zu diesem Zwecke muß man den Radius R und den Winkel α (Alpha) sowie die schräge Länge l_1 des kegelligen Schusses nach S. 12 berechnen.

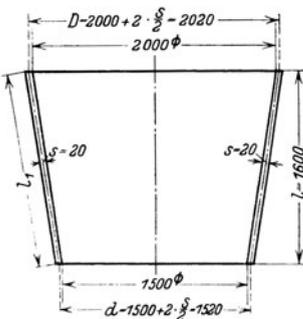


Fig. 57.

Die Umfangsstichmaße werden wieder in alter Weise berechnet und gelten in der Abwicklung als Bogenlängen.

Zur Erläuterung der Verwendung der Formeln und der Tafel 12 sollen an einem Beispiel die zur Abwicklung erforderlichen Werte berechnet werden. Die Maße des Mantels (Fig. 57) seien: lichter Durchmesser 2000/1500 mm, Blechstärke 20 mm und zylindrische Länge 1600 mm. Damit erhält man die Durchmesser in der neutralen Faserschicht zu: $D = 2000 + 20 = 2020$ und $d = 1500 + 20 = 1520$ mm. Aus den Formeln S. 12 ergeben sich nun die gesuchten Werte:

$$l_1 = \sqrt{\left(\frac{D-d}{2}\right)^2 + l^2} = \sqrt{\left(\frac{2000-1500}{2}\right)^2 + 1600^2} = \sqrt{2622500} = 1619 \text{ mm}$$

$$R = \frac{l_1 \cdot D}{D-d} = \frac{1619 \cdot 2020}{500} = 6547 \text{ mm}$$

$$\sphericalangle \alpha = \frac{180^\circ \cdot D}{R} = \frac{180^\circ \cdot 2020}{6547} = 55,537^\circ$$

Bevor man nun weiter rechnet, kontrolliert man zweckmäßig die bisher berechneten Größen. Es kann das mit Hilfe der Tafel 12 so geschehen, daß man die Größe der Umfangsstichmaße U und u einmal unmittelbar aus D und d berechnet, und zweitens aus $\sphericalangle \alpha$, Radien R und r und den in der Tafel angegebenen Bogenlängen.

Aus D und d ergibt sich:

$$U = D \cdot \pi = 2020 \cdot 3,14 = 6345 \text{ mm ,}$$

$$u = d \cdot \pi = 1520 \cdot 3,14 = 4776 \text{ mm .}$$

Aus α , R und r ergeben sich die Werte für U und u , indem man die Bogenlänge für α aus der Tabelle entnimmt und mit R bzw. mit $r = R - l_1$ multipliziert. Die Bogenlänge für $\alpha = 55,537^\circ$ steht nun nicht unmittelbar in der Tabelle, sondern muß aus dem Wert 0,9599 für 55° und dem Wert 0,9774 für 56° durch Zwischenwertberechnung (Interpolation) bestimmt werden zu 0,9692. Dann erhält man:

$$U = \text{Bogenlänge für } \alpha \cdot R = 0,9692 \cdot 6547 \approx 6345 \text{ mm ,}$$

$$u = \text{Bogenlänge für } \alpha \cdot (R - l_1) = 0,9692 \cdot 4928 \approx 4776 \text{ mm .}$$

Da diese Werte mit den obigen übereinstimmen, ist alles richtig gerechnet. Wir können daher weitergehen zur Berechnung der Sehnenlänge S und der Bogenhöhe H (Fig. 12c).

Berechnung der Sehnenlänge S . Es wird die Grundzahl für S aus der Tabelle, Spalte „Sehnenlänge“, entnommen — nötigenfalls der Zwischenwert berechnet — und mit Radius R multipliziert.

Da für die Größe von α in obigem Beispiel die Grundzahl von S in der Tabelle nicht enthalten ist, entnehmen wir ihr für

$$\alpha = 56^\circ \text{ den Wert der Grundzahl von } S = 0,9389$$

$$\text{und für } \alpha = 55^\circ \text{ den Wert der Grundzahl von } S = 0,9235$$

und bestimmen daraus durch Zwischenberechnung, gemäß S. 14, für

$$\alpha = 55,537^\circ \text{ den Wert der Grundzahl von } S = 0,9317.$$

Damit erhalten wir:

$$S = \text{Grundzahl von } S \cdot R = 0,9317 \cdot 6547 = 6099 \text{ mm.}$$

Berechnung der Bogenhöhe H . Es wird, entsprechend der Berechnung von S , die Grundzahl für H der Tabelle entnommen (nötigenfalls wieder der Zwischenwert berechnet) und mit dem Radius R multipliziert. Wir müssen wieder für

$$\alpha = 56^\circ \text{ den Wert der Grundzahl von } H = 0,1171$$

entnehmen und für

$$\alpha = 55^\circ \text{ den Wert der Grundzahl von } H = 0,1130$$

und finden daraus durch Zwischenberechnung für

$$\alpha = 55,537^\circ \text{ den Wert der Grundzahl von } H = 0,1152.$$

Damit erhalten wir:

$$H = \text{Grundzahl von } H \cdot R = 0,1152 \cdot 6547 = 755 \text{ mm.}$$

Die Ergebnisse der ganzen Rechnung sind:

$$U = 6345 \text{ mm, } \quad u = 4776 \text{ mm, } \quad S = 6099 \text{ mm,}$$

$$H = 755 \text{ mm, } \quad l_1 = 1619 \text{ mm.}$$

Zahlentafel 12. Kreisgrößen für den Radius 1.

Grad	Bogenlänge	Sehne	Bogenhöhe	Grad	Bogenlänge	Sehne	Bogenhöhe
1	0,0175	0,0175	0,0000	61	1,0647	1,0151	0,1384
2	0,0349	0,0349	0,0002	62	1,0821	1,0301	0,1428
3	0,0524	0,0524	0,0003	63	1,0996	1,0450	0,1474
4	0,0698	0,0698	0,0006	64	1,1170	1,0598	0,1520
5	0,0873	0,0872	0,0010	65	1,1345	1,0746	0,1566
6	0,1047	0,1047	0,0014	66	1,1519	1,0893	0,1613
7	0,1222	0,1221	0,0019	67	1,1694	1,1039	0,1661
8	0,1396	0,1395	0,0024	68	1,1868	1,1184	0,1710
9	0,1571	0,1569	0,0031	69	1,2043	1,1328	0,1759
10	0,1745	0,1743	0,0038	70	1,2217	1,1472	0,1808
11	0,1920	0,1917	0,0046	71	1,2392	1,1614	0,1859
12	0,2094	0,2091	0,0055	72	1,2566	1,1756	0,1910
13	0,2269	0,2264	0,0064	73	1,2741	1,1896	0,1961
14	0,2443	0,2437	0,0075	74	1,2915	1,2036	0,2014
15	0,2618	0,2611	0,0086	75	1,3090	1,2175	0,2066
16	0,2793	0,2783	0,0097	76	1,3265	1,2313	0,2120
17	0,2967	0,2956	0,0110	77	1,3439	1,2450	0,2174
18	0,3142	0,3129	0,0123	78	1,3614	1,2586	0,2229
19	0,3316	0,3301	0,0137	79	1,3788	1,2722	0,2284
20	0,3491	0,3473	0,0152	80	1,3963	1,2856	0,2340
21	0,3665	0,3645	0,0167	81	1,4137	1,2989	0,2396
22	0,3840	0,3816	0,0184	82	1,4312	1,3121	0,2453
23	0,4014	0,3987	0,0201	83	1,4486	1,3252	0,2510
24	0,4189	0,4158	0,0219	84	1,4661	1,3383	0,2569
25	0,4363	0,4329	0,0237	85	1,4835	1,3512	0,2627
26	0,4538	0,4499	0,0256	86	1,5010	1,3640	0,2686
27	0,4712	0,4669	0,0276	87	1,5184	1,3767	0,2746
28	0,4887	0,4838	0,0297	88	1,5359	1,3893	0,2807
29	0,5061	0,5008	0,0319	89	1,5533	1,4018	0,2867
30	0,5236	0,5176	0,0341	90	1,5708	1,4142	0,2929
31	0,5411	0,5345	0,0364	91	1,5882	1,4265	0,2991
32	0,5585	0,5513	0,0387	92	1,6057	1,4387	0,3053
33	0,5760	0,5680	0,0412	93	1,6232	1,4507	0,3116
34	0,5934	0,5847	0,0437	94	1,6406	1,4627	0,3180
35	0,6109	0,6014	0,0463	95	1,6581	1,4746	0,3244
36	0,6283	0,6180	0,0489	96	1,6755	1,4863	0,3309
37	0,6458	0,6346	0,0517	97	1,6930	1,4979	0,3374
38	0,6632	0,6511	0,0545	98	1,7104	1,5094	0,3439
39	0,6807	0,6676	0,0574	99	1,7279	1,5208	0,3506
40	0,6981	0,6840	0,0603	100	1,7453	1,5321	0,3572
41	0,7156	0,7004	0,0633	101	1,7628	1,5432	0,3639
42	0,7330	0,7167	0,0664	102	1,7802	1,5543	0,3707
43	0,7505	0,7330	0,0696	103	1,7977	1,5652	0,3775
44	0,7679	0,7492	0,0728	104	1,8151	1,5760	0,3843
45	0,7854	0,7654	0,0761	105	1,8326	1,5867	0,3912
46	0,8029	0,7815	0,0795	106	1,8500	1,5973	0,3982
47	0,8203	0,7975	0,0829	107	1,8675	1,6077	0,4052
48	0,8378	0,8135	0,0865	108	1,8850	1,6180	0,4122
49	0,8552	0,8294	0,0900	109	1,9024	1,6282	0,4193
50	0,8727	0,8452	0,0937	110	1,9199	1,6383	0,4264
51	0,8901	0,8610	0,0974	111	1,9373	1,6483	0,4336
52	0,9076	0,8767	0,1012	112	1,9548	1,6581	0,4408
53	0,9250	0,8924	0,1051	113	1,9722	1,6678	0,4481
54	0,9425	0,9080	0,1090	114	1,9897	1,6773	0,4554
55	0,9599	0,9235	0,1130	115	2,0071	1,6868	0,4627
56	0,9774	0,9389	0,1171	116	2,0246	1,6961	0,4701
57	0,9948	0,9543	0,1212	117	2,0420	1,7053	0,4775
58	1,0123	0,9696	0,1254	118	2,0595	1,7143	0,4850
59	1,0297	0,9848	0,1296	119	2,0769	1,7233	0,4925
60	1,0472	1,0000	0,1340	120	2,0944	1,7321	0,5000

Fortsetzung der Zahlentafel 12.

Grad	Bogenlänge	Sehne	Bogenhöhe	Grad	Bogenlänge	Sehne	Bogenhöhe
121	2,1118	1,7407	0,5076	181	3,1591	1,9999	1,0087
122	2,1293	1,7492	0,5152	182	3,1765	1,9997	1,0175
123	2,1468	1,7576	0,5228	183	3,1940	1,9993	1,0262
124	2,1642	1,7659	0,5305	184	3,2114	1,9988	1,0349
125	2,1817	1,7740	0,5383	185	3,2289	1,9981	1,0436
126	2,1991	1,7820	0,5460	186	3,2463	1,9973	1,0523
127	2,2166	1,7899	0,5538	187	3,2638	1,9963	1,0610
128	2,2340	1,7976	0,5616	188	3,2812	1,9951	1,0698
129	2,2515	1,8052	0,5695	189	3,2987	1,9938	1,0785
130	2,2689	1,8126	0,5774	190	3,3161	1,9924	1,0872
131	2,2864	1,8169	0,5853	191	3,3336	1,9908	1,0958
132	2,3038	1,8271	0,5933	192	3,3510	1,9890	1,1045
133	2,3213	1,8341	0,6013	193	3,3685	1,9871	1,1132
134	2,3387	1,8410	0,6093	194	3,3859	1,9851	1,1219
135	2,3562	1,8478	0,6173	195	3,4034	1,9829	1,1305
136	2,3736	1,8544	0,6254	196	3,4208	1,9805	1,1392
137	2,3911	1,8608	0,6335	197	3,4383	1,9780	1,1478
138	2,4086	1,8672	0,6416	198	3,4558	1,9754	1,1564
139	2,4260	1,8733	0,6498	199	3,4732	1,9726	1,1650
140	2,4435	1,8794	0,6580	200	3,4907	1,9696	1,1736
141	2,4609	1,8853	0,6662	201	3,5081	1,9665	1,1822
142	2,4784	1,8910	0,6744	202	3,5256	1,9633	1,1908
143	2,4958	1,8966	0,6827	203	3,5430	1,9598	1,1994
144	2,5133	1,9021	0,6910	204	3,5605	1,9563	1,2079
145	2,5307	1,9074	0,6993	205	3,5779	1,9526	1,2164
146	2,5482	1,9126	0,7076	206	3,5954	1,9487	1,2250
147	2,5656	1,9176	0,7160	207	3,6128	1,9447	1,2334
148	2,5831	1,9225	0,7244	208	3,6303	1,9406	1,2419
149	2,6005	1,9273	0,7328	209	3,6477	1,9363	1,2504
150	2,6180	1,9319	0,7412	210	3,6652	1,9319	1,2588
151	2,6354	1,9363	0,7496	211	3,6826	1,9273	1,2672
152	2,6529	1,9406	0,7581	212	3,7001	1,9225	1,2756
153	2,6704	1,9447	0,7666	213	3,7176	1,9176	1,2840
154	2,6878	1,9487	0,7750	214	3,7350	1,9126	1,2924
155	2,7053	1,9526	0,7836	215	3,7525	1,9074	1,3007
156	2,7227	1,9563	0,7921	216	3,7699	1,9021	1,3090
157	2,7402	1,9598	0,8006	217	3,7874	1,8966	1,3173
158	2,7576	1,9633	0,8092	218	3,8048	1,8910	1,3256
159	2,7751	1,9665	0,8178	219	3,8223	1,8853	1,3338
160	2,7925	1,9696	0,8264	220	3,8397	1,8794	1,3420
161	2,8100	1,9726	0,8350	221	3,8572	1,8733	1,3502
162	2,8274	1,9754	0,8436	222	3,8746	1,8672	1,3584
163	2,8449	1,9780	0,8522	223	3,8921	1,8608	1,3665
164	2,8623	1,9805	0,8608	224	3,9095	1,8544	1,3746
165	2,8798	1,9829	0,8695	225	3,9270	1,8478	1,3827
166	2,8972	1,9851	0,8781	226	3,9444	1,8410	1,3907
167	2,9147	1,9871	0,8868	227	3,9619	1,8341	1,3987
168	2,9322	1,9890	0,8955	228	3,9794	1,8271	1,4067
169	2,9496	1,9908	0,9042	229	3,9968	1,8199	1,4147
170	2,9671	1,9924	0,9128	230	4,0143	1,8126	1,4226
171	2,9845	1,9938	0,9215	231	4,0317	1,8052	1,4305
172	3,0020	1,9951	0,9302	232	4,0492	1,7976	1,4384
173	3,0194	1,9963	0,9390	233	4,0666	1,7899	1,4462
174	3,0369	1,9973	0,9477	234	4,0841	1,7820	1,4550
175	3,0543	1,9981	0,9564	235	4,1015	1,7740	1,4617
176	3,0718	1,9988	0,9651	236	4,1190	1,7659	1,4695
177	3,0892	1,9993	0,9738	237	4,1364	1,7576	1,4772
178	3,1067	1,9997	0,9825	238	4,1539	1,7492	1,4848
179	3,1241	1,9999	0,9913	239	4,1713	1,7407	1,4924
180	3,1416	2,0000	1,0000	240	4,1888	1,7321	1,5000

Fortsetzung der Zahlentafel 12.

Grad	Bogenlänge	Sehne	Bogenhöhe	Grad	Bogenlänge	Sehne	Bogenhöhe
241	4,2062	1,7233	1,5075	301	5,2534	0,9848	1,8704
242	4,2237	1,7143	1,5150	302	5,2709	0,9696	1,8746
243	4,2412	1,7053	1,5225	303	5,2883	0,9543	1,8788
244	4,2586	1,6961	1,5299	304	5,3058	0,9389	1,8829
245	4,2761	1,6868	1,5373	305	5,3233	0,9235	1,8870
246	4,2935	1,6773	1,5446	306	5,3407	0,9080	1,8910
247	4,3110	1,6678	1,5519	307	5,3582	0,8927	1,8949
248	4,3284	1,6581	1,5592	308	5,3756	0,8767	1,8988
249	4,3459	1,6483	1,5664	309	5,3931	0,8610	1,9026
250	4,3633	1,6383	1,5736	310	5,4105	0,8452	1,9063
251	4,3808	1,6282	1,5807	311	5,4280	0,8294	1,9100
252	4,3982	1,6180	1,5878	312	5,4454	0,8135	1,9135
253	4,4157	1,6077	1,5948	313	5,4629	0,7975	1,9171
254	4,4331	1,5973	1,6018	314	5,4803	0,7815	1,9205
255	4,4506	1,5867	1,6088	315	5,4978	0,7654	1,9239
256	4,4680	1,5760	1,6157	316	5,5152	0,7492	1,9272
257	4,4855	1,5652	1,6225	317	5,5327	0,7330	1,9304
258	4,5029	1,5543	1,6293	318	5,5501	0,7167	1,9336
259	4,5204	1,5432	1,6361	319	5,5676	0,7006	1,9367
260	4,5379	1,5321	1,6428	320	5,5851	0,6840	1,9397
261	4,5553	1,5208	1,6494	321	5,6025	0,6676	1,9426
262	4,5728	1,5094	1,6561	322	5,6200	0,6511	1,9455
263	4,5902	1,4979	1,6626	323	5,6374	0,6346	1,9483
264	4,6077	1,4863	1,6691	324	5,6549	0,6180	1,9511
265	4,6251	1,4746	1,6756	325	5,6723	0,6014	1,9537
266	4,6426	1,4627	1,6820	326	5,6898	0,5847	1,9563
267	4,6600	1,4507	1,6884	327	5,7072	0,5680	1,9588
268	4,6775	1,4387	1,6947	328	5,7247	0,5513	1,9613
269	4,6949	1,4265	1,7009	329	5,7421	0,5345	1,9636
270	4,7124	1,4142	1,7071	330	5,7596	0,5176	1,9659
271	4,7298	1,4018	1,7133	331	5,7770	0,5008	1,9681
272	4,7473	1,3893	1,7193	332	5,7945	0,4838	1,9703
273	4,7647	1,3767	1,7254	333	5,8119	0,4669	1,9724
274	4,7822	1,3640	1,7314	334	5,8294	0,4499	1,9744
275	4,7997	1,3512	1,7373	335	5,8469	0,4329	1,9763
276	4,8171	1,3383	1,7431	336	5,8643	0,4158	1,9781
277	4,8346	1,3252	1,7490	337	5,8818	0,3987	1,9799
278	4,8520	1,3121	1,7547	338	5,8992	0,3816	1,9816
279	4,8695	1,2989	1,7604	339	5,9167	0,3645	1,9833
280	4,8869	1,2856	1,7660	340	5,9341	0,3473	1,9848
281	4,9044	1,2722	1,7716	341	5,9516	0,3301	1,9863
282	4,9218	1,2586	1,7771	342	5,9690	0,3129	1,9877
283	4,9393	1,2450	1,7826	343	5,9865	0,2956	1,9890
284	4,9567	1,2313	1,7880	344	6,0039	0,2783	1,9903
285	4,9742	1,2175	1,7934	345	6,0214	0,2611	1,9914
286	4,9916	1,2036	1,7986	346	6,0388	0,2437	1,9925
287	5,0091	1,1896	1,8039	347	6,0563	0,2264	1,9936
288	5,0265	1,1756	1,8090	348	6,0737	0,2091	1,9945
289	5,0440	1,1614	1,8141	349	6,0912	0,1917	1,9954
290	5,0615	1,1472	1,8192	350	6,1087	0,1743	1,9962
291	5,0789	1,1328	1,8241	351	6,1261	0,1569	1,9969
292	5,0964	1,1184	1,8290	352	6,1436	0,1395	1,9976
293	5,1138	1,1039	1,8339	353	6,1610	0,1221	1,9981
294	5,1313	1,0893	1,8387	354	6,1785	0,1047	1,9986
295	5,1487	1,0746	1,8434	355	6,1959	0,0872	1,9990
296	5,1662	1,0598	1,8480	356	6,2134	0,0698	1,9994
297	5,1836	1,0450	1,8526	357	6,2308	0,0524	1,9997
298	5,2011	1,0301	1,8572	358	6,2483	0,0349	1,9998
299	5,2185	1,0151	1,8616	359	6,2657	0,0175	2,0000
300	5,2360	1,0000	1,8660	360	6,2832	0,0000	2,0000

VIII. Beispiele.

A. Wasserbehälter.

Der in Fig. 58 im Grundriß und Längenschnitt dargestellte Speisewasserbehälter von 2000 mm Länge, 800 mm Breite und 750 mm Höhe soll vorgezeichnet werden. Der Werkstoff ist dem Lager zu entnehmen; er besteht aus 1 Bodenblech, 2 Mantelblechen, 2 Stangen Winkeln 70 × 70 × 11 für die Rahmen und den erforderlichen Nieten. Bei derartigen Wasserkästen werden die einzelnen Teile gewöhnlich mit 13-mm-Nieten, bei einer Nietteilung von 40 ÷ 45 mm vernietet. Die beiden Längsnähte liegen in der Mitte der Längsseite, es braucht daher nur 1 Mantelblech als Schablone vorgezeichnet zu werden, wonach das zweite dann durchgekörnt wird.

Die Blechlänge und der Umfang für den abgewickelten Mantel werden wie folgt berechnet: Allgemein ist

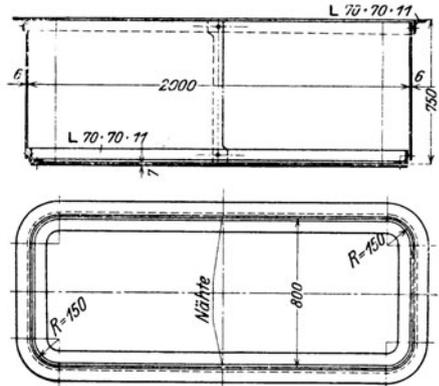


Fig. 58.

$$U = [(L\ddot{a}ngenma\ddot{B} + Breitenma\ddot{B}) \cdot 2] - 8 \cdot R + [2 \cdot (R + s) \cdot \pi].$$

Mit den gegebenen Abmessungen wird:

$$U = [2000 + 800 \cdot 2] - 8 \cdot 150 + [2 \cdot 150 + 6] \cdot 3,14 = 5600 - 1200 + 960 = 5360 \text{ mm.}$$

Da 2 Mantelbleche im Umfang vorgesehen sind, wird der Umfang für 1 Blech = $5360 : 2 = 2680$ mm und die erforderliche Blechlänge mit Zugabe für die Überlappung und für die Bearbeitung der Blechkanten = $2680 + 44 + 6 = 2730$ mm.

Für die beiden Mantelbleche ist demnach vom Lager ein Blech $3000 \times 1500 \times 6$ mm zu entnehmen, das in der Breite von 1500 mm beide Mantelbleche enthält und in der Länge einen Abfall von nahezu 300 mm ergibt.

Nachdem das Blech in üblicher Weise aufgelegt und an den Stellen, wo vorgezeichnet werden soll, geweißt ist, kann mit dem Vorzeichnen begonnen werden.

Im Abstand von 25 mm (halbe Überlappung 22 mm + 3 mm für Bearbeitung der Blechkante) legen wir eine gerade Linie parallel zur langen Blechkante, die Nietrißlinie und legen darauf, im Abstand von 25 mm von der kurzen Blechkante, einen Punkt fest, der der Anfangspunkt der Abwicklung ist. In diesem Punkt errichten wir eine Senkrechte, die dann die Nietrißlinie der Längsnaht ist. Auf ihr tragen wir das Höhenstichmaß ab und legen in diesem Abstand eine Parallele zur unteren Nietrißlinie.

Das Höhenstichmaß ergibt sich aus der lichten Höhe — $2 \times$ Wurzelmaß w der Winkel $70 \times 70 \times 11$. w ist = $(70 + 11) : 2 = 40,5 \approx 40$ mm, das Höhenstichmaß also = $750 - 80 = 670$ mm.

Von der schon bereits festgelegten Nietrißlinie der Längsnaht werden nun die zum Umfang erforderlichen Strecken nacheinander aufgetragen. Als erste die gerade Strecke von der Längsnaht bis zum Anfang der gebogenen Ecke. Das gerade Maß der Längsseite ist $2000 - 2 \times$ Eckenradius, also $2000 - 300 = 1700$ mm. Da die Naht genau in der Mitte liegt, wird nur die Hälfte davon benötigt = $1700 : 2 = 850$ mm.

Als zweite folgt dann das Bogenmaß der gebogenen Ecke von 90°. Der Umfang der gebogenen Ecke berechnet sich aus:

$$2 \cdot (R + s) \cdot \pi/4 = 2 \cdot (150 + 6) \cdot 3,14/4 = 240 \text{ mm.}$$

Als dritte Strecke setzt sich das gerade Maß der Breitseite an, das sich aus $800 - 2 \times \text{Eckenradius}$ ergibt zu: $800 - 300 = 500 \text{ mm.}$

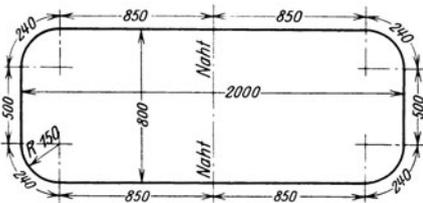


Fig. 59.

Als vierte Strecke folgt dann wieder das Umfangsmaß der Ecke, und als fünfte das gerade Maß der halben Längsseite (Fig. 59).

Es wird nun nochmals die Länge der einzelnen Maßabschnitte nachgemessen, wobei auftretende Unterschiede genau auf Maß verbessert werden müssen; die ganze Strecke muß den halben Kastenumfang

von 2680 mm ergeben. Fig. 60 zeigt die Abwicklung des Schablonenbleches. Die beiden Endpunkte der letzten Maßstrecken werden verbunden und ergeben die Nietrißlinie der gegenüberliegenden Längsnaht.

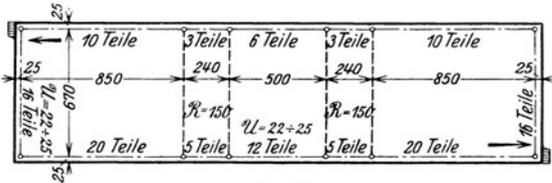


Fig. 60.

Nun können zwischen den festgestellten Strecken die Nietteilungen so aufgetragen werden, daß sie sich immer mit einem bestimmten Streckenpunkt decken. Auf der Nietrißlinie, die mit dem oberen Winkelrahmen verbunden wird, wird nur die Hälfte der

Nietteilungen aufgetragen, weil diese Nietung nur auf Festigkeit beansprucht wird. Nachdem alle Teilungen genau aufgetragen und gekörnt sind, auch die der Längsnaht, werden im Abstand von 25 mm zu den Nietrißlinien die Abschnittlinien gelegt und ebenfalls gekörnt.

Zum Schluß wird nochmals alles genau überprüft, und die Angaben für das Behobeln der Stemmkannten, für die Ecken, die ausgeschärft werden müssen, die Lochgröße der Nietlöcher sowie die Radien der gebogenen Kastenecke werden mit Ölfarbe aufgeschrieben.

Das Vorzeichnen der in der Schmiede auf Maß gebogenen Winkelrahmen ist sehr einfach und braucht nicht weiter behandelt zu werden. Es ist nur zu beachten, daß die Nietteilungen genau mit der Abwicklung übereinstimmen. Die geraden Strecken sind wie bei dem Mantelblech und nach Fig. 59 abzutragen. Für die gebogenen Ecken ergeben sich dann die Bogenmaße ganz von selbst; sie sind nur vergleichsweise mit dem Rollmaß nachzukontrollieren. Der untere Winkelrahmen, der nach innen an den Ecken auf 150 mm Radius gebogen ist, muß also $= \frac{2 \cdot R \cdot \pi}{4} = \frac{2 \cdot 150 \cdot 3,14}{4} = 235 \text{ mm}$ Bogenmaß ergeben. Der obere Winkelrahmen ist nach außen auf Radius 156 mm gebogen und muß $(2 \cdot R + 2 \cdot 6) \cdot \pi/4 = (2 \cdot 150 + 2 \cdot 6) \cdot 3,14/4 = 244,9 \text{ mm}$ Bogenmaß aufweisen. Trotzdem die Bogenmaße verschieden und kleiner oder größer als bei der Abwicklung sind, muß in den Ecken ständig die gleiche Anzahl Nietteilungen vorhanden sein wie bei der Abwicklung.

Die Nietteilung für die Bodennietung wird vom hochstehenden Schenkel so auf den liegenden Schenkel des Rahmens übertragen, daß alle Niete versetzt liegen, ähnlich der Zickzackteilung einer doppelreihigen Nietung. Der Boden

selbst wird nach dem unteren Winkelrahmen durchgekörnt und danach zugeschnitten.

B. Kesseltrommel.

Die Kesseltrommel Fig. 61 stellt den Oberkessel mit Dampfsammler und Verbindungsstutzen einer Steilrohrkesselanlage dar. Der Trommelmantel besteht im Umfang aus 2 Blechen, die 30 und 40 mm Wandstärke haben und auf der wagerechten Achse mit Wassergas geschweißt sind. Die Böden werden warm eingezogen, nachdem der Trommelmantel an den Enden auf den entsprechenden Durchmesser und auf ungefähr gleiche Blechstärke ausgedreht worden ist. Die Verbindungsstutzen zwischen Oberkessel und Dampfsammler werden im Feuer geschweißt und dann gebörtelt. Die Schweißnaht der Stutzen wird dahin verlegt, wo sie beim Umziehen der Krepfen am wenigsten aufgezo-gen wird. Der Mantel vom Dampfsammler wird überlappt mit Wassergas geschweißt; er muß beim Schweißen auf Bodenumfang gehalten werden. Die Böden werden kalt eingebaut.

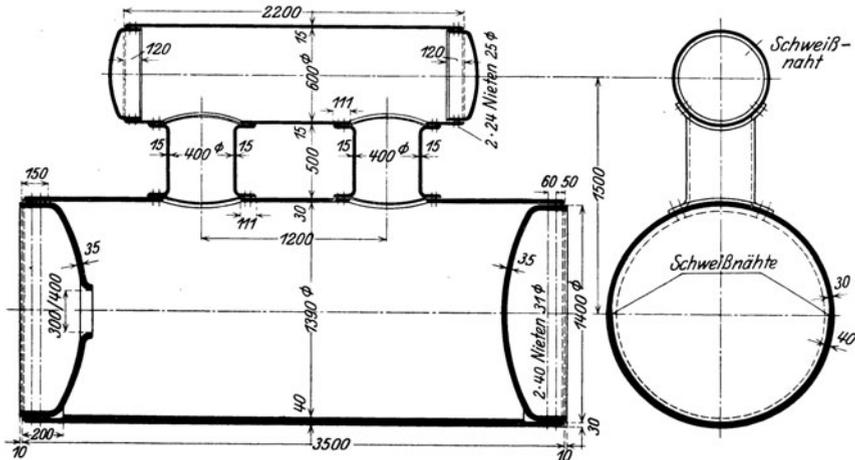


Fig. 61.

Die erste Arbeit ist das Vorzeichnen der beiden ungleichen Mantelbleche für die Trommel. Die Längsnähte müssen, wegen ihrer besonderen Stärke, durch Keilschweißung verbunden und demnach nach Fig. 52 bearbeitet werden. Ein Zwischenraum braucht in diesem Fall nicht vorgesehen zu werden, vielmehr wird der Mantelumfang von vornherein möglichst eng gehalten, da er ja doch auf der Drehbank ausgedreht wird. Der Unterschied zwischen den beiden Blechstärken wird an den Enden der Trommel so weit fortgedreht, als es zum Einziehen der Böden notwendig erscheint. Deshalb muß der äußere Durchmesser der Trommel als ausschlaggebend bei der Umfangsberechnung eingehalten werden.

Die beiden Trommelmantelböden erhalten je einen Umfang von 4405 mm, groß genug, um sie vor dem Einziehen an den Krepfen noch sauber zu drehen. Denn rechnungsgemäß brauchte der Umfang nur $D \cdot \pi = 1400 \cdot 3,14 = 4396$ mm zu sein. Die beiden Umfangsstichmaße für den Trommelmantel berechnen wir nach dem äußeren Durchmesser D' der Trommel, der sich aus dem inneren Durchmesser von 1400 mm und der Wandstärke von 30 mm zu $D' = 1400 + 2 \cdot 30 = 1460$ mm ergibt. Damit erhält man:

Umfangsstichmaß U_o für den oberen Mantelteil von 30 mm Stärke

$$U_o = (D' - s_o) \pi / 2 = (1460 - 30) 3,14 / 2 = 2245 \text{ mm,}$$

Umfangsstichmaß U_u für den unteren Mantelteil von 40 mm Stärke

$$U_u = (D' - s_u) \pi / 2 = (1460 - 40) 3,14 / 2 = 2229 \text{ mm.}$$

Die Abwicklung der beiden Mantelbleche ergibt je ein Rechteck mit der ganzen Mantellänge der Trommel = 3500 + 6 mm für die Bearbeitung der Blechganten an den Rundnähten (die auf Stemmkante gehobelt werden müssen) und 2245 bzw. 2229 mm Umfangsstichmaß, d. h. = 3506 · 2245 mm für den oberen Mantelteil und 3506 · 2229 für den unteren. Die Längsnähte müssen für Keil-schweißung auf 45° gehobelt werden. Die Löcher für die Vernietung der Böden mit der Trommel werden erst nach dem Schweißen und Ausdrehen vorgezeichnet und gebohrt.

Nachdem der Trommelmantel geschweißt ist, werden die Enden der Trommel im Inneren auf den Durchmesser von 1400 mm so ausgedreht, daß an den Enden, soweit wie die Böden eingreifen, eine gleichmäßige Mantelstärke von 30 mm bestehen bleibt. Die Trommel muß also einseitig auf die Drehbank aufgespannt werden.

Damit nun der Trommelmantel, trotz seiner außergewöhnlichen Mantelstärke, die Böden gut und fest umspannt, müssen diese warm eingezogen werden, d. h. der Trommelmantel wird erwärmt und die Böden, die ein wenig größer sind als der ausgedrehte lichte Durchmesser, werden kalt eingeschoben. Da durch das Erwärmen die Trommel sich ausdehnt, so geht der Boden leicht hinein. Beim Erkalten zieht sich der Trommelmantel dann wieder zusammen und umspannt den Boden fest. Die Böden werden allerdings nur dann dicht umspannt, wenn die beiden aufeinanderliegenden Flächen gut sauber und glatt sind und wenn das Übermaß der Bodendurchmesser über den lichten Manteldurchmesser richtig gewählt ist.

Wenn der Trommelmantel im Lichten auf 1400 mm Durchmesser ausgedreht ist, muß der Boden auf $1400 \cdot 1,001 = 1401,4$ mm abgedreht werden. Die Vergrößerung um 1 Tausendstel ergibt immer das richtige Verhältnis zwischen lichtem Mantel- und Bodendurchmesser, so daß man nicht zu befürchten braucht, daß der Trommelmantel nach dem Erkalten durch die Schrumpfspannungen zerreißen wird.

Nach dem Drehen werden an den Enden des Mantels die Nietteilungen vorgezeichnet: Parallel zur gedrehten Kante wird im Abstand von 50 mm die erste Nietrißlinie gelegt und parallel zu dieser die zweite im Abstand von 60 mm. Die in der Zeichnung angegebene Nietzahl, auf jeder Nietrißlinie 40 Niete im Umfang, wird derart aufgetragen, daß auf der ersten Nietrißlinie in der senkrechten Trommelachse ein Nietloch festgehalten und von dort dann der äußere Umfang der Trommel in 40 gleiche Teilungen geteilt und die Teilungen auf die zweite Nietrißlinie überschlagen werden. Auf dem ganzen Umfang der ersten Nietrißlinie werden 8 Heftlöcher gleichmäßig abgezählt und gebohrt; sie dienen zum geraden Einziehen der Böden.

Im Abstand von $50 + 10 = 60$ mm wird nun am Boden, parallel zur gedrehten Bodenkante, die Nietrißlinie gelegt, und auf dem Bodenumfang werden ebenfalls 8 Heftlöcher vorgezeichnet. Beim Boden mit Mannloch ist darauf zu achten, daß die Mannlochöffnung entsprechend der Zeichnung zu stehen kommt. Es muß, da wir im Trommelmantel auf der senkrechten Achse ein Heftloch festgehalten haben, hier das Heftloch senkrecht über dem Mittelpunkt des Bodens und der wagerechten langen Achse der Mannlochöffnung liegen. Die

Böden werden nun, wie schon beschrieben, eingezogen, und Mantel und Boden sind dann zusammen nach der auf dem äußeren Mantelumfang vorgezeichneten Nietteilung zu bohren.

Es werden nun die Verbindungsstutzen abgewickelt, die den Dampfsammler mit der Trommel verbinden. Dazu wird ein Aufriß in natürlicher Größe nach Fig. 62 gezeichnet. Mit den äußeren Durchmessern der Trommel und des Dampfsammlers werden auf einer senkrechten Mittellinie Kreisbogen geschlagen, deren Mittelpunkte der Zeichnung entsprechend — im vorliegenden Fall 1500 mm — voneinander entfernt sind. Es werden nun ferner aus 2 beliebig je zwischen Mittelpunkt und Kreisbogen gelegenen Punkten 2 Kreise geschlagen vom Durchmesser des Stutzens in der neutralen Faser = $400 + 15 = 415$ mm, und die einander zugekehrten Hälften dieser Kreise werden je in 8 gleiche Teile geteilt. Verbindet man nun die Teilpunkte 1 ÷ 5 der einen Kreishälfte mit den Teilpunkten 5 ÷ 9 der anderen durch gerade, zur Mittellinie parallele Linien, so ergeben deren Abschnitte zwischen den Kreisbogen die wahren Stutzenhöhen, wie sie zur Abwicklung erforderlich sind.

Zwischen den Kreisbogen wird eine Mittellinie *ab* gelegt, die den Stutzen in 2 Teile schneidet: der untere Teil mit den Strecken 1 ÷ 5 für die Kurve der Abwicklung auf 1460 mm Durchmesser, der obere mit den Strecken 5 ÷ 9 für die Kurve der Abwicklung auf 630 mm Durchmesser.

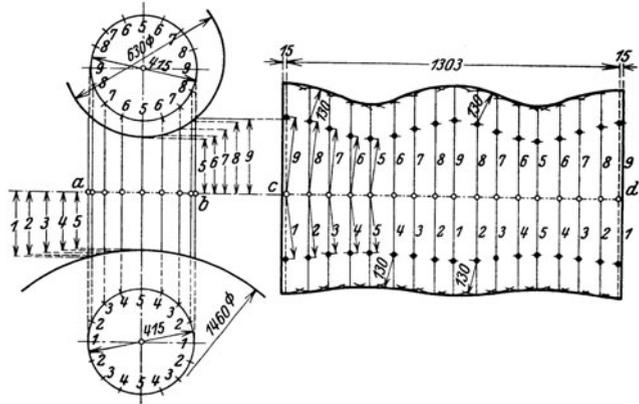


Fig. 62.

Fig. 63.

Auf das zur Abwicklung bestimmte Blech wird eine Linie *cd* gelegt und darauf das Umfangsstichmaß des Stutzens = $415 \cdot 3,14 = 1303$ mm aufgetragen.

Diese Strecke wird in so viel gleiche Teile geteilt wie die gleich großen Kreise in Fig. 62, und durch die Teilpunkte werden parallele, senkrechte Gerade gezogen, auf die von *cd* an die Strecken 1 ÷ 9 aufgetragen werden. Die Endpunkte stellen den Verlauf der Abwicklungskurve dar; sie werden vom Schmied beim Börteln der Krempe als Anhaltspunkte gebraucht. Parallel zu dieser Kurve wird nun im Abstand der Krempe eine zweite gleiche Kurve, die Abschnittskurve, gelegt. Die Krempe soll nach Fig. 61 fertig bearbeitet = 111 mm sein; beim Börteln schwindet das Blech noch um eine Blechstärke, ebenso noch eine Zugabe für die Bearbeitung der Krempe von 4 mm gemacht werden. Die Krempe muß also mindestens = $111 + 15 + 4 = 130$ mm breit vorgezeichnet werden, wie es in Fig. 63 ausgeführt ist. Für die Vorbereitung der Längsnähte zur überlappten Schweißung (Fig. 50a) muß noch an beiden Enden der Abwicklung zum Umfangsstichmaß je eine Blechstärke zugegeben werden, was ebenfalls in Fig. 63, der Abwicklung zu Fig. 62, klar zu sehen ist. In den Krempe sind, nachdem die Stutzen gebörtelt und auf die zugehörigen Mäntel aufgerichtet sind, die Nietteilungen nach Fig. 33 vorzuzeichnen.

Als dritte Arbeit wird dann der Mantel für den Dampfsammler vorgezeichnet. Hier sind alle Nietteilungen schon im geraden Zustand des Bleches vorzusehen.

Die Abwicklung Fig. 64 ergibt ein Rechteck mit der Länge des Mantels und der Breite des Umfangsstichmaßes. An den Schweißen werden die Nietteilungen derartig gesetzt, daß das Nietloch, das auf die Schweißnaht zu liegen kommt, auf der am weitesten vom Blechrand entfernten Nietrißlinie liegt. Dadurch ist erreicht, daß die Schweißnaht am Blechrand der Rundnaht nicht geschwächt wird; sie liegt nun zwischen 2 Nieten. Der Umfang der beiden Böden zum Dampfsammler ergibt je 1884 mm, so daß das Umfangsstichmaß der Abwicklung dann $1884 + 15 \cdot 3,14 = 1931$ mm ist. Eine Schrumpfungszugabe braucht bei Überlappschweißungen nicht gemacht zu werden; durch das Hämmern beim Schweißen streckt sich die Schweißnaht, so daß der Umfang im Lichten des Mantels gewöhnlich $3 \div 4$ mm größer wird, was gleich als Schrumpfungmaß betrachtet werden kann. Das Längensstichmaß zwischen den Nietrißlinien ergibt sich bei einer Nietung nach Fig. 31 und Tafel 6 zu: $2200 - 4 \cdot 40 = 2040$ mm Länge.

Die Nietteilungen sind entsprechend der Zeichnung, in jeder Reihe 24 Nieten, aufzutragen und die Teilungen in die erste Nietrißlinie zu überschlagen. An den Ecken läßt man einige Löcher fehlen; sie werden erst nach dem Schweißen aufgetragen und zugebohrt. Für die Bearbeitung der Längsnahtkanten zur Überlappschweißung nach Fig. 50 a muß auf jeder Seite der Abwicklung eine Blechstärke zugegeben sein; ebenso wird für das Behobeln der Rundnahtkanten die Abschnittlinie im Abstand von 45 mm parallel zur Nietrißlinie gelegt. Die eine Seite der Längsnaht wird auf 45° oben und die andere auf 45° unten gehobelt. Die Blechkanten der Rundnaht werden derartig gehobelt, daß nach dem Walzen der Gütestempel des Bleches nach außen zu liegen kommt.

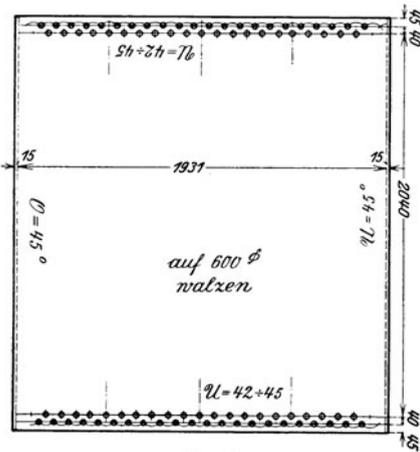


Fig. 64.

Die Böden werden eingebaut, nachdem vorher $4 \div 6$ Heftlöcher eingebohrt worden sind. Die Nietlöcher werden dann durch Boden und Mäntel zusammen gebohrt. Der Schmied hat beim Schweißen des Mantels darauf zu achten, daß der Umfang im Lichten des Mantels nicht größer als der Bodenumfang $+ 4$ mm wird, um kostspielige Anrichtarbeiten zu ersparen.

Zum Schluß soll noch kurz die Abwicklung des Dampfsammlermantels erklärt werden.

Mit Abstand von 15 mm wird eine Parallele zur Blechkante an der Längsnahtseite gelegt. Auf ihr ist, 85 mm von der Rundnahtkante entfernt, ein Punkt festzuhalten, in dem eine Senkrechte zu der Parallelen errichtet wird. Diese Senkrechte ist die innere Nietrißlinie der Rundnaht. Parallel zu ihr legt man die zweite innere Nietrißlinie im Abstand von 2040 mm. Auf beide Nietrißlinien wird nun das Umfangsstichmaß 1931 mm abgerollt und durch entsprechendes Halbieren, Vierteln usw. in 24 gleiche Teile eingeteilt. Mit 40 mm Abstand sind nun die beiden äußeren Nietrißlinien zu legen, worauf die Nietteilungen durch Überschlagen aufgetragen werden. Alle Teilungen sind dann zu kornen und mit Kreiskörner zu versehen. Zu den Nietrißlinien legt man nun die Abschnittlinien mit 45 mm und zu den Umfangsstichmaßen mit 15 mm Abstand. Die Abschnittlinien sind ebenfalls zu kornen. Dann wird das vorgezeichnete Blech bezeichnet,

d. h. Hobelzeichen, Bestellnummer, Walzdurchmesser und Lochdurchmesser werden mit Ölfarbe aufgeschrieben.

C. Zweiflammwellrohrkessel 2200 mm Durchmesser
9800 mm Mantellänge.

Der Zweiflammwellrohrkessel Fig. 65 besteht aus 4 Mantelschüssen, und zwar aus zwei weiten, einem engen und einem kegeligen Schuß. Die Vernietung der Rund- und Längsnähte ist auf der Zeichnung angegeben. Alle 4 Mantelschüsse werden vorgezeichnet, die Heftlöcher angerissen und, solange die Bleche noch eben

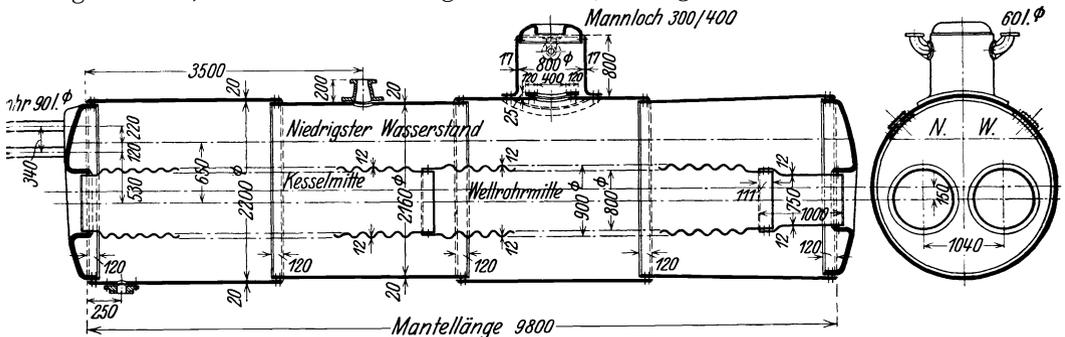


Fig. 65.

sind, gebohrt. In den Böden werden ebenfalls nur die Heftlöcher gebohrt. Der Kessel wird dann zusammengebaut, und alle Teile werden zusammen auf Nietlochdurchmesser gebohrt.

Bevor die Mantelbleche vorgezeichnet werden können, ist der Umfang der beiden Böden festzustellen: der Boden mit Wasserstandsfläche hat einen Umfang = 6915 mm, der Boden ohne Wasserstandsfläche, den wir als hinteren Kesselboden bezeichnen wollen, einen Umfang = 6912 mm. Die Längsstichmaße der einzelnen Kesselschüsse von Nietrißlinie zu Nietrißlinie, wie sie zum Einteilen der Rundnahtnietungen gebraucht werden, berechnet man wie folgt: Die Länge eines Mantelschusses ohne Überlappung ist gleich der ganzen Mantellänge von 9800 mm minus soviel mal 120 mm als Überlappungen vorhanden sind, geteilt durch die Anzahl der Mantelschüsse (4), also = $\frac{9800 - 5 \cdot 120}{4} = \frac{9200}{4} = 2300$ mm.

Das Längsstichmaß für den weiten Schuß ist, weil wir wegen des Laschenkopfes der Längsnahntnietung auf der inneren Nietrißlinie einteilen müssen, = $2300 + 2 \cdot 40 = 2380$ mm. Für den engen Schuß ist das Längsstichmaß, mit Rücksicht darauf, daß die Nietrißlinien, auf denen die Teilungen aufgetragen sind, beim Ineinanderschieben der Schüsse übereinander zu liegen kommen, = $2300 + 4 \cdot 40 = 2460$ mm.

Beim kegeligen Schuß wird die eine Seite der Rundnaht als enger und die andere als weiter Schuß behandelt, so daß das Längsstichmaß = $2300 + 3 \cdot 40$

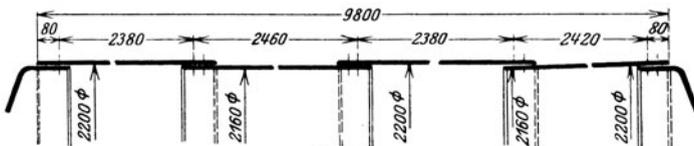


Fig. 66.

= 2420 mm wird. Fig. 66 zeigt die Zusammenstellung der Längsstichmaße für die einzelnen Rundnahtnietrißlinien, auf denen wir später die Nietlöcher einteilen.

Wir berechnen nun die Umfangsstichmaße für die einzelnen Schüsse. Der Boden mit Wasserstandsfläche wird mit einem weiten Schuß vernietet. Dessen Umfangsstichmaß U ist $= 6915 + 20 \cdot 3,14 + 4 \approx 6981$ mm.

Das Umfangsstichmaß u für den engen Schuß richtet sich nach dem des weiten und ergibt sich, wenn die Differenz zwischen weitem und engem Schuß $= 2 \cdot s \cdot \pi + z$ betragen soll, zu

$$u = U - 2 \cdot s \cdot \pi + z = 6981 - 40 \cdot 3,14 + 4 = 6852 \text{ mm.}$$

Für den kegeligen Schuß bleibt an der engen Seite das Umfangsstichmaß des engen Schusses mit 6852 mm bestehen. An der weiten Seite muß, da sich der Umfang des hinteren Kesselbodens etwas kleiner, nämlich zu 6912 mm, ergeben hat, das Umfangsstichmaß U' besonders bestimmt werden. Es ergibt sich zu: Bodenumfang $+ s \cdot \pi + z = 6912 + 20 \cdot 3,14 + 4 \approx 6978$ mm.

Zur Abwicklung des kegeligen Schusses muß die Bogenhöhe H berechnet werden; wir finden sie nach der Formel

$$H = \frac{U \cdot [U - u]}{8 \cdot L} \quad (\text{s. S. 42})$$

$$\text{zu} \quad H = \frac{6978 \cdot (6978 - 6852)}{8 \cdot 2420} = \frac{879228}{19360} = 45,4 \text{ mm.}$$

Nachdem nun die Rechnungen nochmals kontrolliert sind, werden die Mantelbleche vorgezeichnet.

1. Der weite Mantelschuß (Fig. 67).

Wir stellen durch Übermessen fest, ob die bestellten Bleche für die Abwicklungen in ihren Abmessungen genügen oder etwa die vorgeschriebenen Maße



Fig. 67.

unterschritten sind. Die Breite des weiten Schusses muß (nach Fig. 66) 2380 mm Längsstichmaß $+ 2 \cdot 80$ mm für die restliche Überlappung $= 2540$ mm sein. Für die Bearbeitung der Rundnähte sind gewöhnlich noch etwa 10 mm auf die Blechbreite zugeben. Das Blech sei 2555 mm breit; so legen wir als erstes eine innere Nietrißlinie von $= \frac{2555 - 2380}{2} = 87,5$ mm parallel zur Blechkante.

Dadurch haben wir den Abfall an den Blechkanten der Rundnähte auf beide Seiten verteilt, so daß wir ihn gleich als Bearbeitungszugabe für das Behobeln gelten lassen können. Auf der Nietrißlinie nimmt man im Abstand von ungefähr 5 mm von der Blechkante einen Punkt der Längsnaht an und errichtet in ihm eine Senkrechte. Steht die Blechkante nicht im Winkel zur Nietrißlinie, so daß die Senkrechte nicht auf der ganzen Blechbreite voll angerissen werden kann, so muß der Abstand etwas größer als 5 mm gewählt werden. Die Senkrechte

ist die Hobelkante der Längsnaht und liegt in der Mitte der Laschennietung. Parallel zur inneren Nietrißlinie legt man nun im Abstand des Längenstichmaßes für den weiten Schuß = 2380 mm die zweite innere Nietrißlinie. Auf beide Nietrißlinien wird das Umfangsstichmaß = 6981 mm, von der Hobelkante der Längsnaht beginnend, abgemessen, und die entstehenden Endpunkte werden durch eine gerade Linie verbunden. Diese Gerade ist die zweite Hobelkante der Längsnaht; beide Hobelkanten der Längsnaht stoßen nach dem Walzen des Mantelsschusses zusammen. Es ergibt sich auf jeden Endpunkt des Umfangsstichmaßes ein Nietloch, das von der Hobelkante der Längsnaht halbiert wird; kommen die Hobelkanten zusammen, so bildet sich ein volles Nietloch.

Die Teilung der Rundnaht ist nach dem Sinnbild Fig. 68 unten mit 90 mm anzunehmen, und man stellt durch Überschlagrechnung fest, wieviel Teile demnach vorzusehen sind. Mit Rücksicht darauf, daß die Teilung im Inneren des Kessels enger als außen wird, weil die Nietlöcher zentrisch laufen, teilt man den mittleren Durchmesser oder Umfang der jeweiligen Rundnaht ein. In unserem Falle kommt dafür der größte Bodenumfang mit 6915 mm in Frage, so daß sich mit Rücksicht darauf, daß die Rundnahtteilung



Fig. 68.

~ 10% weiter genommen werden kann, $6915 : 95 \approx 72$ Teile ergeben. Es werden dann die äußeren Nietrißlinien im Abstand von 40 mm parallel zu den inneren gelegt, und die Teilung der inneren Nietrißlinie wird mit Spitzzirkel auf die äußeren durch Kreisbogen übertragen. Blechabschnittlinien brauchen auf den Seiten nicht gelegt zu werden. Denn da die Blechkante jetzt im Abstand von 47,5 mm parallel zur äußeren Nietrißlinie läuft, wird sie nachher gleich auf Maß $40 \div 45$ mm gehobelt.

Wir zeichnen nun die Nietteilungen für die Laschennietung der Längsnaht vor. Dazu werden nur die Nietrißlinien, die die Teilungen für die Heftlöcher aufnehmen, angerissen; endgültig eingeteilt wird die Längsnahtnietung auf der Lasche. Im Abstand von $37 + 38 = 75$ mm werden auf jeder Blechseite zur Hobelkante der Längsnahte parallele Linien gelegt und auf ihnen von den Nietrißlinien der Rundnaht dann die Endteilungen abgetragen. Die Endteilungen

ergeben sich nach der bekannten Formel (s. S. 34): $c = n + \frac{D}{2} + 3 - 5$ mm zu:

$c = 37 + 45/2 + 5 = 64,5$ mm. In vorliegendem Fall ist es jedoch erforderlich, die Endteilungen weiter zu wählen als die Formel ergibt; denn die Lasche für den engen Schuß liegt zwischen den beiden Rundnahtkanten des weiten Schusses und schneidet, auf jeder Seite $5 \div 8$ mm Raum lassend, dazwischen ab. Es muß also noch so viel Raum gegeben werden, daß die Endniete der Lasche am engen Schuß voll aufliegen und die schmale Endseite der Lasche gedichtet werden kann. Wir geben zu dem berechneten Maß der Endteilungen deshalb noch 35 mm zu und tragen demgemäß $64,5 + 35 = 99,5 \approx 100$ mm als Endteilungen ab. Zwischen den Endteilungen erhält man so das Maß $2380 - 2 \cdot 100 = 2180$ mm, das nach der im Sinnbild (Fig. 69) angegebenen Teilung eingeteilt wird. Auf der Länge von 2180 ergeben sich dann $2180 : 90 \approx 24$ Teile mit je $2180 : 24 \approx 90,8$ mm Teilung. Die Teilung ist demnach je 0,8 mm größer als das Sinnbild angibt; dagegen würde sich bei 25 Teilungen die Teilung als zu eng erweisen. Man bleibt also bei 24 Teilungen.

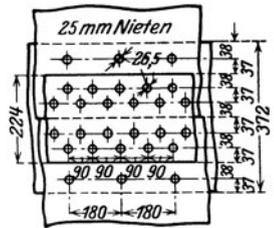


Fig. 69.

Für die Vernietung der inneren breiten Lasche sind im Abstand von ebenfalls 75 mm, also 150 mm von der Hobelkante, die Nietrißlinien parallel zu den bereits

gelegten zu legen. Darauf werden die Endteilungen überwinkelt und die Hälfte, also $\frac{24}{2} = 12$ Teilungen mit je 180 mm, vorgezeichnet. Diese Teilungen werden von der äußeren Lasche nicht bedeckt, müssen also mit Kreiskörner versehen und gut gekörnt werden, weil die Nietlöcher danach gebohrt werden.

Nachdem nun alle Teilungen aufgetragen sind, werden die Heftlöcher abgezählt. Es sollen immer 2 Heftlöcher nebeneinander angeordnet sein, damit in ein Heftloch der Dorn eingeschlagen und gleichzeitig in das andere die Heftschraube eingezogen werden kann. Für die Laschennietung ist es zweckmäßig, wenn die Endteilungen nicht als Heftlöcher benutzt werden; wiederum sollen aber die Heftlöcher auch möglichst nahe, an Ecken usw., angeordnet sein. In unserem Fall zählen wir die Heftlöcher derart ab, daß alle 5 Teilungen 2 Heftlöcher aufeinander folgen. Die in Fig. 67 voll bezeichneten Punkte gelten als Heftlöcher. Um Irrtümer zu vermeiden, ist es vorteilhaft, die Heftlöcher auf beide Seiten der Laschennietung gleichmäßig zu verteilen.

In den Rundnähten müssen die Heftlöcher mit weit mehr Überlegung abgezählt werden als in den Längsnähten. Sie werden auf den Nietrißlinien angeordnet, die eingeteilt sind. Hierbei ist darauf zu achten, daß die Laschennietung ständig zwischen 2 Paar Heftlöchern der Rundnaht liegt, und daß die Heftlöcher nicht allzu weit vom Blechstoß entfernt sind. Wir wählen in unserem Falle 6 Teilungen zwischen den Heftlöchern, so daß von der Hobelkante der Längsnaht auf 3 Teilungen 1 Paar Heftlöcher folgt. Es wird jetzt die obere Richtlinie des Kessels festgestellt, eine Linie, die über alle Bleche läuft und als Anhaltspunkt beim Montieren des Kessels dient. Die Längsnaht wird gewöhnlich auf 45° nach oben gelegt, was auf der Abwicklung $\frac{1}{8}$ des ganzen Umfangsstichmaßes oder von 72 Teilungen $= 72 : 8 = 9$ Teilen entspricht. Damit dieser Anhaltspunkt gleich bemerkt wird, werden hier 3 Heftlöcher angeordnet, so daß ein Heftloch genau auf der Richtlinie liegt, die mit „Mitte Kessel“ bezeichnet sei (Fig. 67). Von Mitte Kessel wird nun die Hälfte der Teilungen, also bis zum 36. Loch, abgezählt und dieses Loch als Heftloch angenommen, und zwar als einzelnes. Es dient ebenfalls beim Montieren als Anhaltspunkt und stellt die untere Kesselmitte dar. Zwischen beiden „Kesselmitten“ werden nun die Heftlöcher gleichmäßig verteilt mit Rücksicht darauf, daß dort, wo die Lasche des engen Schusses zu liegen kommt, die Heftlöcher genau so liegen wie beim weiten Schuß. Denn die Laschen liegen wohl durch den ganzen Kessel „im Achtel“, aber abwechselnd links und rechts der oberen Richtlinie. Der Vorzeichner kann die Heftlöcher nach seinem Belieben einteilen, nur muß er darauf achten, daß sie nicht weiter als $400 \div 500$ mm voneinander entfernt liegen.

Alle Heftlöcher werden nun mit Kreiskörnern versehen, und nachdem alles kontrolliert ist, kann das Blech bezeichnet werden. Die Hobelzeichen für die Rundnähte richten sich danach, wie der Gütestempel des Bleches liegt; in unserem Falle soll er auf der oberen Fläche des Bleches liegen. Das Blech muß demnach vor dem Walzen gewendet werden. Die Rundnahtkanten müssen dann von oben gehobelt werden. Die Längsnahtkanten werden bis auf eine Entfernung von 75 mm von der Nietrißlinie mit Heftlöchern gerade gehobelt. Abgeschärft wird bei Laschennietungen nicht, denn die Bleche stoßen stumpf aneinander und werden an den Enden auf $200 \div 250$ mm stumpf zusammen geschweißt.

Gleichzeitig mit dem Blech wird die Lasche vorgezeichnet, nachdem sie vorher auf Maß zugeschnitten und gehobelt worden ist. Die Längenmaße für die Nietteilung der Lasche sollen tunlichst vom Blech abgegriffen sein. Die Entfernungen der Nietrißlinien von Mitte Lasche werden nach dem Sinnbild aus-

geführt. Allerdings muß die Nietrißlinie, auf der die Heftlöcher angeordnet sind, von Mitte Lasche etwas größeren Abstand haben als auf dem Blech, weil die Nietung zentrisch läuft und die Lasche auf das Mantelblech zu liegen kommt. Gewöhnlich genügt es, wenn die Entfernung der Nietrißlinie auf dem Blech = 75 mm ist, sie auf der Lasche, von der Mitte aus = 76 mm, zu wählen. Die innere Nietrißlinie auf der Lasche für die Teilung, die auf dem Blech nicht ausgeführt wurde, ist nach dem Sinnbild zu legen und die Teilung darauf zu überschlagen. Der Laschenkopf wird nach der Rundnahtteilung ausgeführt, ohne Rücksicht darauf, daß die Teilung weiter sein müßte. Das ist auch weiter keine Gefahr, denn die Nietlöcher werden erst hiernach gebohrt. Der Anschlußpunkt

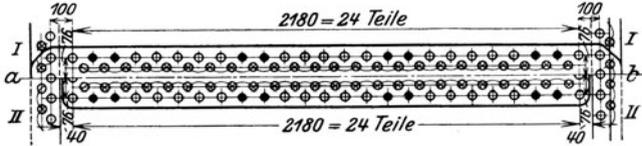


Fig. 70.

der Rundnaht zur Lasche liegt in deren Mitte und ist vom Endniet der Lasche um den Abstand der Endteilung entfernt. Fig. 70 I zeigt die Hälfte der Lasche für den weiten Bund. Die Mittellinie *ab* ist die Mitte der Lasche und gleichzeitig der darunter liegende Stoß der beiden Hobelkanten der Abwicklung. Die Heftlöcher müssen genau wie auf dem Mantelblech angeordnet sein.

Auf der inneren Lasche im weiten Schuß werden nur Heftlöcher vorgezeichnet, und zwar dieselben wie beim Mantelblech. Im selben Verhältnis wie bei der äußeren Lasche die Entfernung der Nietrißlinie von Mitte Lasche weiter wurde, wird sie hier enger angenommen, und zwar = 74 mm. Die Länge der Lasche ergibt sich zu $2180 + 2 \cdot 40 = 2260$ mm; sie liegt im Innern zwischen zwei Schüssen oder zwischen einem Schuß und der Bodenkrempe. Zwischen den inneren Rundnahtkanten und der Lasche sind dann auf jeder Seite 20 mm Raum, der wegen des Dichtens der Laschenenden erforderlich ist.

2. Der enge Mantelschuß (Fig. 71).

Wie schon des öfteren erwähnt, sollen die Nietrißlinien, auf denen eingeteilt wurde, immer wieder zusammen kommen. Beim Abwickeln des engen Schusses



Fig. 71.

müssen wir also die Rundnaht auf der äußeren Nietrißlinie, d. h. derjenigen, die der Blechkante am nächsten liegt, einteilen. Die etwa überschüssige Breite des Bleches wird wieder auf beide Seiten verteilt und die Nietrißlinie entsprechend

zur Blechkante gelegt. Ergibt sich die Blechbreite z. B. zu 2550 mm, so ist der Abstand der Nietrißlinie von der Blechkante $= \frac{2550 - 2460}{2} = \frac{90}{2} = 45$ mm.

Parallel zu dieser Nietrißlinie wird im Abstand des Längensstichmaßes für den Schuß, = 2460 mm, die zweite Nietrißlinie gelegt. Darauf wird, wie beim weiten Schuß, die Senkrechte errichtet und das Umfangsstichmaß 6852 mm abgemessen, das nun gleichfalls in 72 gleiche Teile eingeteilt werden muß. Es wird nur diejenige Nietrißlinie gelegt, die zur Aufnahme der Heftlöcher erforderlich ist. Die Heftlöcher sind dann genau wie beim weiten Schuß anzuordnen. Die Nietrißlinie für die Laschennietung der Längsnaht wird ebenfalls genau wie beim weiten Schuß ausgeführt. Es ergibt sich aber hier die Entfernung der Endteilung von der Nietrißlinie mit Heftlöchern auf jeder Seite um 40 mm größer, weil wir mit der Nietrißlinie für die Rundnaht weiter abgerückt sind; denn wir hatten beim weiten Schuß die innere, haben dagegen beim engen Schuß die äußere Nietrißlinie mit Heftlöchern eingeteilt.

Nehmen wir nun an, daß der Gütestempel des Bleches auf der oberen Fläche liegt, so muß das Blech vor dem Walzen gewendet werden, damit der Stempel nach außen zu liegen kommt. Die Rundnahtkanten werden dann, im Gegensatz zum weiten Schuß, von unten gehobelt. Die Längsnahtkanten müssen auf 75 mm von der Nietrißlinie mit Heftlöchern gerade gehobelt sein wie beim weiten Schuß. Auch hier werden die Enden der Stoßkanten auf $200 \div 250$ mm stumpf geschweißt.

Die Lasche wird wieder, wie beim weiten Bund, nach dem Blech vorgezeichnet, nur mit dem Unterschied, daß sie für den engen Schuß kürzer ist. Der enge Schuß wird in zwei weite eingeschoben, so daß die Lasche zwischen den Rundnahtkanten des weiten Schusses liegt, also keinen Laschenkopf wie beim weiten Schuß erhält. In Fig. 70 II ist die halbe Lasche für den engen Schuß dargestellt. Ihre Länge ist $= 2180 + 2 \cdot 40 = 2260$ mm. Um zu vermeiden, daß an dem geraden Laschenende der engen Lasche kein weites Teil entsteht, ist auf Mitte Lasche noch ein Nietloch angeordnet. Zwischen Laschenenden und Rundnahtkanten sind 20 mm Raum gelassen, damit Rundnaht und Lasche dicht gestemmt werden können. Die breite innere Lasche für den engen Schuß bedeckt die ganze Schußlänge im Innern des Kessels ungefähr wie die äußere Lasche des weiten Schusses; ihre Länge ist, wie die ganze Schußlänge, 2540 mm.

3. Der kegelige Schuß (Fig. 72).

In den meisten Fällen ist das Blech für den kegeligen Schuß mit Bogen bestellt, d. h. das Blech ist vom Walzwerk im Bogen zugeschnitten. Es ist also von vornherein bestimmt, auf welcher Seite des Bleches der Bogen für die Abwicklung gelegt werden muß. An den Bogenkanten des Bleches messen wir die erforderliche Überlappung ab; in unserm Falle, weil wir auf der inneren Nietrißlinie einteilen wollen, $= 2 \cdot 40 + 5$ mm für Bearbeitung der Blechkante, demnach $= 85$ mm. Darauf spannen wir die Schnur von einem Ende zum andern des Bleches und kontrollieren, ob wir in der Mitte des Bogens die erforderliche Höhe haben. Sie muß $= 85$ mm $+ H$ (Bogenhöhe), also $= 85 + 45,4 \approx 130$ mm sein. Ist sie das, so legen wir eine gerade Linie als Sehne des Bogens, ist sie es nicht, so müssen wir an den Enden so weit in das Blech hineinrücken, bis sie richtig ist. Auf der Sehne errichten wir in der Mitte des Bleches eine Senkrechte nach beiden Seiten der Sehne und tragen, nach der Bogenseite zu, die Bogenhöhe H mit 45 mm ab. Der so festgestellte Punkt ist der höchste Punkt des Bogens der Nietrißlinie; er muß 85 mm von der Blechkante entfernt sein. Nun wird das halbe Umfangsstichmaß für die weite Seite des kegeligen Schusses, $= 6978 : 2$

= 3489 mm, von diesem Punkt schräg nach der Sehne zu abgetragen und der Bogen nach Fig. 19 (S. 21) konstruiert. Der Bogen setzt sich danach aus 8 geraden Linien zusammen. Zur Kontrolle rollen wir das Umfangsmaß vom Bogenhöhenpunkt je zur Hälfte nach beiden Seiten nochmals auf den Bogen ab und ändern etwaige Ungenauigkeiten auf genaues Maß.

Auf die in der Mitte des Bleches errichtete Senkrechte wird nun das Längsmaß von 2420 mm vom Bogenhöhenpunkt aus abgemessen und in den Stangenzirkel aufgegriffen. Parallel zum großen Bogen wird dann der kleine Bogen gelegt, indem man mit dem Stangenzirkel von allen konstruierten Punkten des großen Bogens Kreisbogen nach unten schlägt und sie durch tangierende gerade Linien verbindet. Vom Schnittpunkt der senkrechten Linie aus wird dann nach beiden Seiten je die Hälfte des Umfangsmaßes für die enge Seite, d. i. $6852 : 2 = 3426$ mm, auf den kleinen Bogen abgerollt. Werden dann die beiden Bogen miteinander verbunden, so erhält man die Hobelkanten der Längsnahtnietung.

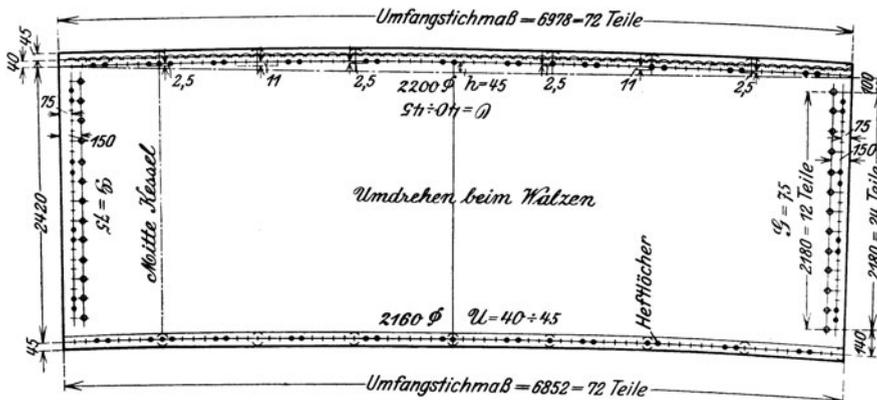


Fig. 72.

Parallel zur Hobelkante legt man die Nietrißlinien für die Laschennietung, genau wie beim engen und weiten Schuß, und teilt sie entsprechend ein. Die Endteilung zur Rundnahtteilung ist, wie beim weiten und engen Schuß, auf der weiten Seite 100 mm und auf der engen Seite 140 mm. Die weite Seite mit dem großen Bogen wird nun behandelt wie der weite Schuß: der Bogen wird in 72 Teile eingeteilt. Die zweite Nietrißlinie wird im Abstand von 40 mm parallel zum Bogen gelegt, indem 40 mm in den Spitzzirkel genommen und von den konstruierten Bogenpunkten nach der Blechkante zu kleine Kreisbogen gelegt und durch gerade tangierende Linien verbunden werden. Die Teilung wird nun überschlagen, gut angekörrnt und, falls es erforderlich erscheint, parallel zur äußeren Nietrißlinie eine Abschnittlinie gelegt. Die Heftlöcher werden genau wieder so angeordnet wie beim weiten Schuß.

Die enge Seite des kegeligen Schusses wird entsprechend wie der enge Schuß behandelt: der kleine Bogen wird in 72 Teile eingeteilt und Heftlöcher werden angeordnet. Auch eine Abschnittlinie ist fast immer erforderlich; sie wird im Abstand von 45 mm parallel zum Bogen gelegt.

Nehmen wir nun an, daß der Gütestempel auf der oberen Fläche des Bleches liegt, so wird die weite Seite der kegeligen Abwicklung oben und die enge Seite unten gehobelt. Die Längsnahtkanten werden wieder auf Maß 75 mm von der Nietrißlinie mit Heftlöchern gerade gehobelt.

Die äußere Lasche erhält auf der weiten Seite des kegeligen Schusses einen Laschenkopf, und an der engen Seite stößt sie, wie die Lasche für den engen Schuß, gerade an die Rundnaht an, mit 20 mm Zwischenraum. Dagegen stößt die innere Lasche der weiten Seite innen am Boden gerade mit Zwischenraum an, während sie auf der engen Seite im Innern einen vollen Laschenkopf erhält. Die Laschen sind beide gleich lang, = 2400 mm. Nietung und Heftlöcher sind genau wie bei den anderen Laschen.

Im Gegensatz zum weiten und engen Schuß muß beim kegeligen die Richtlinie (Mitte—Kessel) auf die wirkliche Seite der Abwicklung gelegt sein; denn man kann, wenn die Lage der Laschen am Kessel bestimmt ist, den kegeligen Schuß nicht versetzen. Beim engen und weiten Schuß sind die Rundnähte gleich, wodurch die Laschen also links oder rechts gelegt werden können, was beim kegeligen Schuß, nachdem die Heftlöcher gebohrt sind, nicht mehr möglich ist.

4. Die Böden.

Beide Kesselböden werden, wie bei Fig. 29 beschrieben, ausgewinkelt, d. h. die senkrechte Mittellinie wird auf der wagerechten der Flammrohrreinhalungen festgestellt. Die Schnittpunkte an der Bodenkrempe sind die Anfangspunkte zum Einteilen der Nietteilung an der Bodenkrempe und müssen beim Montieren mit der Richtlinie (Mitte—Kessel) zusammen kommen. Beim weiten sowie beim kegeligen Mantelblech wurde die innere Nietrißlinie eingeteilt, demgemäß muß hier die der Bodenkante am nächsten gelegene Nietrißlinie eingeteilt werden. Im Abstand von $40 \div 45$ mm wird diese Nietrißlinie parallel zur gedrehten Stemm-kante der Bodenkrempe gelegt und vom festgestellten Anfangspunkt in 72 gleiche Teile eingeteilt. Die Heftlöcher sind entsprechend den Mantelblechen anzuordnen. Der Boden mit Wasserstandsfläche wird dann gewendet, und der niedrigste Wasserstand und die Löcher für die Wasserstandsrohre werden auf der Wasserstandsfläche nach der Zeichnung vorgezeichnet.

Nachdem nun Mantelbleche, Laschen und Böden vorgezeichnet sind, können die einzelnen Teile gebohrt und gewalzt, die Mantelbleche an den Enden geschweißt und der Kessel zum Bohren der Nietlöcher zusammen montiert werden.

5. Der Dom.

Wegen der Durchdringungskurve auf dem Doblech, die vom Schmied zum Umbördeln der Domkrempe benötigt wird, und zwar immer im Mantel, wird das Blech für den Dommantel so aufgelegt, daß der Gütestempel auf die untere Seite des Bleches zu liegen kommt. Dann liegt die Durchdringungskurve nach dem Walzen immer im Dommantel. Der Domboden ergibt 2518 mm Umfang; das Umfangsstichmaß für die Abwicklung ist daher $= 2518 + s \cdot \pi + z = 2518 + 53 + 4 = 2575$ mm.

Die Nietung der Längsnaht wird doppelreihig, die der Rundnaht einreihig überlappt ausgeführt. Wir wählen den Nietdurchmesser = 25 mm und führen die Teilungen nach Zahlentafel 6 aus. Im Abstand von $42 \div 45$ mm legen wir die Nietrißlinie für die Bodennietung parallel zur Blechkante und errichten auf der rechten Seite, $42 \div 45$ mm von der Längsnahtkante entfernt, eine Senkrechte als erste Nietrißlinie der Längsnaht, die nachher links von der Blechseite mit Durchdringungskurve liegt. Parallel zur Nietrißlinie der Rundnaht legen wir dann eine Linie im Abstand der Höhe des Domes. Die Mantelhöhe soll nach Zeichnung 800 mm sein, wonach die Linie, also $800 - 40 = 760$ mm, parallel zur Nietrißlinie läuft. Auf beide Linien tragen wir nun das Umfangsstichmaß 2575 mm ab und teilen es in $2518 : 61 \approx 40$ Teile. Auf der Rundnahtnietrißlinie ist diese

Teilung dann die Nietteilung, während wir auf der parallelen Linie die Teilung zum Antragen der Durchdringungskurve brauchen. Deshalb legen wir lauter senkrechte Linien nach der Domkrempe zu (Fig. 73). Die Mittellinie wird von der Nietrißlinie zur parallelen Linie durchgelegt und zur Feststellung der Höhenpunkte für die Durchdringungskurve benutzt. Wir legen nun einen Halbkreis mit dem Halbmesser der neutralen Faser des Domes = $(800 + 17) : 2 = 408,5$ mm und teilen ihn in die Hälfte der Nietteilungen = $40 : 2 = 20$ Teile ein. Mit dem Halbmesser des Schusses, auf dem der Dom stehen soll, also = $2200 : 2 = 1100$ mm, schlagen wir durch den Mittelpunkt des Halbkreises einen Kreisbogen und verbinden die Teilpunkte des Halbkreises durch parallel zur Nietrißlinie laufende Linien untereinander. Die dadurch zwischen der Mittellinie des Halbkreises und dem Bogen mit Radius 1100 mm entstehenden Abschnitte sind die gleich den Höhen der Durchdringungskurve $0 \div 10$. Die Längsnaht wird so gelegt, daß sie auf $\frac{1}{8}$ des Domumfanges liegt (d. h. um 45° gegen die Richtlinie versetzt); wir müssen demnach an der Nietrißlinie der Längsnaht mit der Kurvenhöhe = $40 : 8 = 5$ beginnen. Die anderen Senkrechten werden weiter der Reihe nach benummert: 5, 4, 3, 2, 1, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 9, 8 usw., und dann wird auf jede

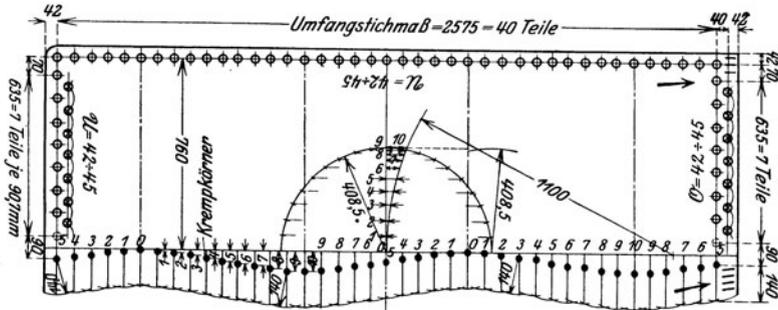


Fig. 73.

Senkrechte die ihrer Nummer entsprechende Kurvenhöhe abgetragen. So entstehen die Kurvenpunkte für den Verlauf der Durchdringungskurve auf dem ganzen Umfang. Parallel zur Durchdringungskurve wird nun die Domkrempe mit 140 mm angetragen und die Schnittkurve festgelegt. Zum Ausrichten beim Aufsetzen des Domes auf den Kessel werden die 4 Punkte 0, 0, 10, 10 als tiefste und höchste Stellen der Kurve mit der Rundnahtnietrißlinie verbunden und leicht angekrönt.

Nun tragen wir die Nietteilung der Längsnaht auf, indem wir zunächst die Endteilung an der Rundnaht feststellen und mit $c = n + \frac{D}{2} + 5 = 70$ mm auftragen. Die Endteilung an der Krempe, vom Kurvenpunkt an, wird nach der Tafel mit 90 mm angenommen, und dann wird die dazwischenliegende Strecke von 635 mm entsprechend eingeteilt, so daß keine allzu große Differenz mit der Tafel entsteht. Das Nietloch am nächsten der Krempe wird erst gebohrt, wenn die Krempe gebörtelt worden ist. Es kann dann je nach dem Krempenradius versetzt werden, damit der Nietkopf voll aufliegt. Parallel zu den beiden Nietrißlinien auf Umfangsstichmaß werden nun die Nietrißlinien zur Aufnahme der zweiten Nietreihe gelegt, und zwar an der äußeren Naht nach innen des Bleches und an der inneren Naht nach außen. Auf diese Nietrißlinien wird die Teilung dann überschlagen. An der inneren Naht wird mit 42 mm Abstand, parallel zur Nietrißlinie, die Blechabschnittlinie gelegt. Beide Ecken der inneren Naht müssen ausgeschärft werden.

Alles, was hier nicht im einzelnen behandelt ist, kann leicht aus Fig. 73 entnommen werden. Der Domboden erhält 4 Heftlöcher auf den Umfang und wird in den Dommantel so eingebaut, daß die Mannlochöffnung entsprechend der Zeichnung steht. Boden und Dommantel werden dann zusammen gebohrt.

6. Die Flammrohre.

Die Flammrohre werden vom Walzwerk in die Böden eingepaßt und die Umfänge der Rohrenden ebenfalls passend geliefert. Die Rohre sollen deshalb immer so zusammengebracht werden, wie sie vom Walzwerk gezeichnet wurden. Wenn der Kessel zum Bohren montiert ist, wird die erforderliche Flammrohrlänge von Boden zu Boden gemessen. Danach werden dann die einzelnen Rohre zusammengestellt und die Rundnähte der Rohrenden so vorgezeichnet, daß die Nietrißlinien senkrecht zur Rohrachse laufen. Beim Einbauen der Flammrohre ist zu beachten, daß die Schweißnähte der Rohre nach unten im Kessel zu liegen kommen und etwas versetzt sind.

Der Praktiker in der Werkstatt. Hinweise für die rationelle Ausnutzung von Werkstätten des Maschinenbaues. Von **Valentin Retterath**, Direktor der Magdeburger Werkzeugmaschinenfabrik A.-G. Mit 107 Textabbildungen. III, 70 Seiten. 1927. RM 3.50

Der praktische Maschinenbauer. Ein Lehrbuch für Lehrlinge und Gehilfen, ein Nachschlagebuch für den Meister. Herausgegeben von Dipl.-Ing. **H. Winkel**.

Erster Band: **Werkstattausbildung.** Von August Laufer, Meister der Württemb. Staatseisenbahn. Mit 100 Textfiguren. VI, 208 Seiten. 1921. Gebunden RM 6.—

Zweiter Band: **Die wissenschaftliche Ausbildung.**

1. Teil: Mathematik und Naturwissenschaft. Bearbeitet von R. Kramm, K. Ruegg und H. Winkel. Mit 369 Textfiguren. VIII, 380 Seiten. 1923. Gebunden RM 7.—

2. Teil: Fachzeichnen, Maschinenteile, Technologie. Bearbeitet von W. Bender, H. Frey, K. Gotthold und H. Guttwein. Mit 887 Textfiguren. IX, 411 Seiten. 1923. Gebunden RM 8.—

Dritter Band: **Maschinenlehre.** Kraftmaschinen, Elektrotechnik, Werkstattförderwesen. Bearbeitet von H. Frey, W. Gruhl und R. Hänchen. Mit 390 Textfiguren. VIII, 316 Seiten. 1925. Gebunden RM 12.—

Vorrichtungen im Maschinenbau nebst Anwendungsbeispielen aus der Praxis. Von Oberingenieur **Otto Lich**. Zweite, vollständig umgearbeitete Auflage. Mit 656 Abbildungen im Text. VII, 500 Seiten. 1927. Gebunden RM 26.—

Zeitsparende Vorrichtungen im Maschinen- und Apparatebau. Von **O. M. Müller**, Beratender Ingenieur, Berlin. Mit 987 Abbildungen. VIII, 357 Seiten. 1926. Gebunden RM 27.90

Elemente des Vorrichtungsbaues. Von Oberingenieur **E. Gempe**. Mit 727 Textabbildungen. IV, 132 Seiten. 1927. RM 6.75; gebunden RM 7.75

Taschenbuch für den Maschinenbau. Bearbeitet von zahlreichen Fachleuten. Herausgegeben von Prof. **Heinrich Dubbel**, Ingenieur, Berlin. Fünfte, völlig umgearbeitete Auflage. In zwei Bänden. Mit 2800 Textfiguren. X, 1756 Seiten. 1929. Zusammen gebunden RM 26.—

Freytags Hilfsbuch für den Maschinenbau für Maschineningenieure sowie für den Unterricht an technischen Lehranstalten. Unter Mitarbeit von Fachleuten herausgegeben von Prof. **P. Gerlach**. Berichtigter Neudruck der siebenten, vollständig neubearbeiteten Auflage. Mit 2484 in den Text gedruckten Abbildungen, 1 farbigen Tafel und 3 Konstruktionstafeln. XVI, 1490 Seiten. 1928. Gebunden RM 17.40

Maschinenelemente. Leitfaden zur Berechnung und Konstruktion für Technische Mittelschulen, Gewerbe- und Werkmeisterschulen, sowie zum Gebrauche in der Praxis. Von Ing. **Hugo Krause**. Vierte, vermehrte Auflage. Mit 392 Textfiguren. XII, 324 Seiten. 1922. Gebunden RM 8.—

Keil, Schraube, Niet. Einführung in die Maschinenelemente. Von Dipl.-Ing. **W. Leuckert**, Berlin, und Magistrats-Baurat Dipl.-Ing. **H. W. Hiller**, Berlin. Dritte, verbesserte und vermehrte Auflage. Mit 108 Textabbildungen und 29 Tabellen. V, 113 Seiten. 1925. RM 4.50

Die Bearbeitung von Maschinenteilen nebst einer Tafel zur graphischen Bestimmung der Arbeitszeit. Von **E. Hoeltje**, Hagen i. W. Zweite, erweiterte Auflage. Mit 349 Textfiguren und einer Tafel. IV, 98 Seiten. 1920. RM 3.—

Die Teilung der Zahnräder und ihre einfachste rechnerische Bestimmung. Von Ingenieur **G. Hönnicke**. Mit 26 Textabbildungen. IV, 115 Seiten. 1927. RM 6.—

Die Satzräderysysteme der Evolventenverzahnung. Grundlagen und Anleitung zu ihrer Berechnung. Von Dr.-Ing. **Paul Krüger**. Mit 30 Abbildungen. VI, 88 Seiten. 1926. RM 8.40

Die Blechabwicklungen. Eine Sammlung praktischer Verfahren, zusammengestellt von Oberingenieur **Johann Jaschke**, Graz. Siebente, umgearbeitete Auflage. Mit 312 Abbildungen im Text und auf einer Tafel. IV, 95 Seiten. 1929. RM 3.20

Die Belastbarkeit der Wälzlager. Von Dr.-Ing. **Helmut Stellrecht**. Mit 23 Textabbildungen. VI, 98 Seiten. 1928. RM 9.—

Der Dreher als Rechner. Wechselläder-, Touren-, Zeit- und Konusberechnung in einfachster und anschaulichster Darstellung, darum zum Selbstunterricht wirklich geeignet. Von **E. Busch**. Mit 28 Textfiguren. VIII, 186 Seiten. 1919. Gebunden RM 6.—

Der Fräser als Rechner. Berechnungen an den Universal-Fräsmaschinen und -Teilköpfen in einfachster und anschaulichster Darstellung, darum zum Selbstunterricht wirklich geeignet. Von **E. Busch**. Mit 69 Textabbildungen und 14 Tabellen. VI, 214 Seiten. 1922. RM 4.60; gebunden RM 6.—

WERKSTATTBÜCHER

FÜR BETRIEBSBEAMTE, VOR- UND FACHARBEITER
HERAUSGEGEBEN VON DR.-ING. EUGEN SIMON, BERLIN

In Vorbereitung bzw. unter der Presse befinden sich:

- Schwarze Schrauben I. Von Obering. Berger.
Sägeblätter. Von Dipl.-Ing. H. Hollaender.
Stanztechnik I und II. Von Dipl.-Ing. Erich Krabbe.
Stanztechnik III. Von Dr.-Ing. Walter Sellin.
Feilen. Von Dr.-Ing. Bertold Buxbaum.
Maschinenformerei. Von Obering. Tillmann.
-

Maschinenbau und graphische Darstellung. Einführung in die Graphostatik und Diagrammentwicklung. Von Dipl.-Ing. W. Leuckert, Berlin, und Dipl.-Ing. H. W. Hiller, Berlin. Zweite, verbesserte und vermehrte Auflage. Mit 72 Textabbildungen und 2 Tafeln. VI, 90 Seiten. 1922. RM 1.80

Angewandte darstellende Geometrie, insbesondere für Maschinenbauer. Ein methodisches Lehrbuch für die Schule sowie zum Selbstunterricht. Von Studienrat Karl Keiser, Leipzig. Mit 187 Abbildungen im Text. IV, 159 Seiten. 1925. RM 5.70

Darstellende Geometrie für Maschineningenieure. Von Professor Dr. Marcel Großmann, Zürich. Mit 260 Textabbildungen. VIII, 236 Seiten. 1927. RM 15.—; gebunden RM 16.50

Analytische Geometrie für Studierende der Technik und zum Selbststudium. Von Professor Dr. Adolf Heß, Winterthur. Mit 140 Abbildungen. VII, 172 Seiten. 1925. RM 7.50

Trigonometrie für Maschinenbauer und Elektrotechniker. Ein Lehr- und Aufgabenbuch für den Unterricht und zum Selbststudium. Von Prof. Dr. Adolf Heß, Winterthur. Sechste, verbesserte Auflage. Mit 119 Abbildungen. VI, 130 Seiten. 1929. RM 4.20

Planimetrie mit einem Abriß über die Kegelschnitte. Ein Lehr- und Übungsbuch zum Gebrauche an technischen Mittelschulen. Von Prof. Dr. Adolf Heß, Winterthur. Dritte Auflage. Mit 206 Abbildungen. IV, 146 Seiten. 1925. RM 4.50