

ventil von 162, rund 160 mm, und so die folgende Reihe der Ventildurchmesser: 60, 70, 80, 90, 105, 120, 140, 160, 185, 215 mm. Nach ihnen konnten auch die Körbe und die Steuerhauben, welche für mehrere Ventile die gleiche Form erhielten, festgelegt werden.

## VI. Bemerkungen über das Vorgehen beim Entwerfen von Maschinenteilen.

Beim Entwerfen muß die Aufzeichnung der Maschinenteile stets in unmittelbarem Zusammenhang mit der Berechnung der einzelnen Abmessungen oder Größen erfolgen; Berechnung und Entwurf müssen nebeneinander, dürfen nicht hintereinander durchgeführt werden. Man geht von dem Gegebenen, den Anschlußkonstruktionen oder den durch andere Entwürfe und Berechnungen schon festgelegten Teilen aus, zeichnet diese auf und berechnet die daran stoßenden Stücke des neuen Maschinenteils. Trägt man nun das Berechnete sofort in den Entwurf ein, so wird man meist von selbst auf die weiteren nun durchzubildenden oder zu berechnenden Teile hingewiesen und in der Gestaltung rasch gefördert. Für ein Absperrventil, dessen lichter Durchmesser gegeben oder aus den Durchflußmengen berechnet ist, hat man in den normalen Abmessungen der Rohrflansche die Anschlußkonstruktion, die den ersten Anhalt bietet. Sie führt zur Aufzeichnung und Berechnung des Ventilflansches und zur Nachrechnung der zugehörigen normalen Verbindungsschrauben. Wichtig ist nun, diese sofort maßstäblich einzuzeichnen, um bei der Ausbildung des Ventilkörpers genügend Platz für die Mutter und den Schraubenschlüssel zum Anziehen vorzusehen. — Beim Entwerfen einer Schubstange sind häufig die Zapfenabmessungen gegeben; um die Zapfen herum werden die Lageraschen, weiterhin die Köpfe und schließlich die Stange durchgebildet.

Die einzelnen Teile müssen sofort in allen zur vollständigen Darstellung notwendigen Rissen entworfen werden, zur Prüfung, ob ihre Ausbildung nicht durch andere Stücke gestört wird.

Oft wird es nötig sein, zunächst die Teile nach Gutdünken oder Schätzung, jedoch maßstäblich zu skizzieren, um an dem Entwurf die Art der Beanspruchung, die Größe der Hebelarme, an denen die Kräfte wirken, feststellen und die Teile nachrechnen zu können. Auch bei statisch unbestimmten Aufgaben, etwa der Berechnung einer mehrfach gelagerten Welle, ist immer ein Vorentwurf nötig, ehe die genaue Berechnung einsetzen kann.

Falsch ist das von Anfängern oft versuchte Verfahren, zunächst die Berechnung gesondert durchzuführen und dann erst die Ergebnisse aufzutragen. Nicht allein, daß es viel schwieriger ist, den Gang der Berechnung lediglich an Hand der Vorstellung durchzuführen; oft bedingen Änderungen, die beim Aufzeichnen aus konstruktiven Gründen oder aus Rücksicht auf die Herstellung notwendig werden, die Umrechnung vieler damit im Zusammenhang stehender Teile und machen große Abschnitte der mühsam aufgestellten Rechnung hinfällig.

Die neben dem Entwurf entstehende Rechnung muß übersichtlich sein. Vorteilhafterweise wird zu dem Zweck ein in der Mitte gebrochener Bogen verwendet, dessen eine Hälfte zur Durchführung der Rechnung dient, während die andere in gleicher Höhe Handskizzen zur Erläuterung der Wirkung der Kräfte und zum Eintragen der benutzten Maße und Bezeichnungen aufnimmt. Die Skizzen erleichtern gleichzeitig die Übersicht sowie das Auffinden der Berechnung der einzelnen Teile. Auch etwaige Veränderungen und Nachträge können auf der Seite der Skizzen Platz finden. Sehr zu empfehlen ist, die errechneten Beanspruchungen unmittelbar in die Entwurfzeichnung an der entsprechenden Stelle einzuschreiben, um das lästige Nachsuchen in der Rechnung zu ersparen.

Alle Erläuterungen, sowohl in den Berechnungen, wie auf den Zeichnungen, sind kurz, im Telegrammstil abzufassen. Lange Ausführungen werden besser durch Skizzen ersetzt und veranschaulicht.

Zeichnerische Darstellungen müssen alle zum Verständnis nötigen Angaben enthalten und die Bedeutung der einzelnen Linien, sowie die Größe der Maßstäbe rasch erkennen lassen.

Über die Anfertigung technischer Zeichnungen vgl. [III, 18 und 17].

Unrichtig ist, wie schon auf S. 142 kurz angedeutet, die einseitige Überschätzung des Wertes der Rechnung beim Gestalten. Nicht selten erweist sich das durch sie Ermittelte als untauglich und wird zur Enttäuschung des Anfängers verworfen, weil andere Gesichtspunkte wichtiger erscheinen. Die Rechnung darf eben nur als eines der Mittel, dem Ziele näherzukommen, betrachtet werden. Sie gibt häufig nur den ersten Anhalt für die wirkliche Ausführung und Gestaltung.

Oft ist es nötig, bei der Rechnung vereinfachende Annahmen zu machen, weil die genaue Rechnung zu zeitraubend ist, oder weil die nötigen Unterlagen noch fehlen oder Änderungen unterworfen sind, die die Ergebnisse beeinflussen. Wohl aber ist es für den Anfänger wichtig, an möglichst vielen Beispielen selbst nachzuprüfen, welchen Einfluß derartige Annahmen haben, wie groß z. B. die Abweichungen zwischen der üblichen einfachen Näherungsrechnung und eingehenderen, genaueren Untersuchungen sind. Dadurch lernt er die gemachten Voraussetzungen einschätzen, die wirklichen Verhältnisse bei der Ausführung des Berechneten berücksichtigen und erwirbt sich einen Teil des konstruktiven Gefühls, das den älteren erfahrenen Ingenieur kennzeichnet, das diesen übrigens meist den umgekehrten Weg einschlagen läßt, zunächst dem Gefühl nach zu entwerfen und dann die einzelnen Teile, so weit nötig, nachzurechnen, und das ihn beispielweise der Berechnung jedes einzelnen Flansches oder der genaueren Nachrechnung jeder Schnecke auf Biegung, Drehung und Schub enthebt.

Ganz verfehlt ist es, die abstrakte Rechnung als das Höhere anzusehen, die schwierige Anwendung dagegen als das Niedere, Selbstverständliche zu betrachten. Bei der Ausführung rächt sich jeder Verstoß gegen die Natur oder die vielfältigen gegebenen Bedingungen; alles nicht richtig Durchdachte, nicht richtig Gestaltete versagt und wird dem dafür Verantwortlichen zur Last gelegt.

#### Vierter Abschnitt.

## Keile, Federn und Stifte.

### Vorbemerkung. Mittel zur Verbindung von Maschinenteilen.

Zwei oder mehrere Maschinenteile können entweder so verbunden werden, daß sie sich leicht wieder auseinandernehmen lassen oder so, daß zur Lösung der Verbindung die Zerstörung einzelner Teile nötig ist. Man unterscheidet danach: lösbare Verbindungen, hergestellt durch Keile, Schrauben, Stifte und andere Paßmittel und nicht-lösbare Verbindungen, durch Nieten, Schrumpfen, Löten, Kitten, Leimen.

Die Verbindung kann geeignet sein, solche Kräfte aufzunehmen, die nur in einer Richtung wirken oder solche, die ihre Richtung wechseln. Um im zweiten Falle Verschiebungen und unzulässige Stöße zu vermeiden, werden die einzelnen Teile von vornherein gegeneinander gepreßt; an den Berührungsstellen herrschen ständig Spannungen, es entstehen Spannungsverbindungen. Ein Beispiel der ersten Art bilden die Hängestangen in Abb. 282; die Kräfte dürfen nur in der gezeichneten Richtung wirken, sonst wird die Verbindung locker, indem sich die Muttern von ihren Auflageflächen abheben. Spannungsverbindungen sind häufig: im Falle der Abb. 283 wird die Kolbenstange einer doppelt wirkenden Maschine durch den Keil schon beim Zusammenbau kräftig in den Kreuzkopfhals hineingetrieben, damit trotz der wechselnden Richtung der Kraft in der Stange stets die Berührung an den die Kraft übertragenden Flächen aufrechterhalten