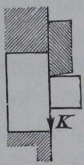
3. Schub- oder Scherfestigkeit.

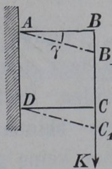
Ist ein Körper fest eingespannt und wird auf den vorspringenden Theil (Zapfen) mittels einels scherblattartigen Körpers eine Kraft K ausgeübt (Fig. 10), so hat diese das Bestreben, den vorspringenden Zapfen von dem linksseitigen Theile des Körpers im Sinne der Kraft abzuschieben oder abzuscheren. Der Widerstand gegen Abscherung ist annähernd mit der abzuscherenden Fläche F proportional und bei Eisen 0,6 bis 0,8 Mal so gross wie der gegen Zerreissen oder gegen Zerdrücken, wenn man von diesen Widerständen den kleineren einführt. Dem entsprechend nimmt man auch die zulässige Belastung = 0,6 bis 0,8 von der zulässigen Zug- oder Druckbelastung; bei Holz längs der Fasern nur $^1/_6$ bis $^1/_8$.

Fig. 10.



Wirkt die Kraft nicht dicht an der Anhaftungsfläche, sondern in einem geringen Abstande l davon, so ist mit den Schubspannungen, die wir für die Flächeneinheit mit τ (tangential wirkend) bezeichnen wollen, eine Formänderung verbunden, welche darin besteht, dass die zur Anhaftungsfläche ursprünglich rechtwinkligen Geraden sich um den Winkel γ schiefwinklig stellen (Fig. 12), so dass das Rechteck $ABCD$ in das Rhomboid AB_1C_1D übergeht. Dieser Winkel γ heisst die **Gleitung**, indem man sich vorstellt, dass die einzelnen Querschichten $\parallel AD$ an einander entlang gleiten. Die Gleitung γ hat eine ähnliche Bedeutung wie die Dehnung ε bei der Wirkung von Zug und Druckspannungen. Wie $\varepsilon = \sigma : E$, so ist

Fig. 12.



$$1) \qquad \gamma = \tau : G,$$

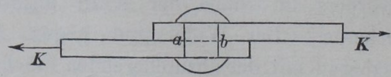
also auch verhältnisgleich mit der Spannung τ. G ist wie E eine von dem Stoff abhängige Grösse, die auch mit E in einfacher Beziehung steht; es ist nämlich für isotrope Körper etwa

$$G = 0{,}4\ E$$

anzunehmen, u. zw. heisst G das **Gleitmaſs** oder der Gleitmodul. Die Beziehungen zwischen Schubspannungen und Längsspannungen nebst den entsprechenden Formänderungen werden eingehender behandelt in Keck, Vorträge über Elasticitätslehre.

Die Scherfestigkeit kommt besonders bei den Nietverbindungen in Frage. Will man zwei Stäbe, in denen Längszugkräfte K wirken sollen, in der einfachsten Weise durch Niete verbinden, so versieht man jeden Stab mit einem cylindrischen Loche, legt sie so auf einander, dass die Löcher zusammenfallen und zieht einen Nietbolzen vom Durchmesser d hindurch (Fig. 13). Sollte nun die Vernietung durch Wirkung der Kräfte K zerstört werden, so müsste die in der Berührungsebene der Stäbe liegende Querschnittsfläche ab von der Grösse $F = \frac{1}{4} d^2 \pi$ abgeschert werden. Man kann daher setzen:

Fig. 13.



$$K = \tau F = \tau \cdot \frac{d^2 \pi}{4}.$$

Die Schubspannungen vertheilen sich nicht gleichmässig über die Abscherungsfläche; τ ist also nur eine mittlere Schubspannung. Die Erfahrung lehrt aber, dass man bei Nieten $\tau = 0{,}8\,\sigma$ setzen darf, wenn σ die kleinere der zulässigen Längsspannungen bedeutet. Ist für Stabeisen $\sigma = 700^{\text{at}}$, so kann $\tau = 560^{\text{at}}$ gesetzt werden.

$$d = 2^{\text{cm}}; \quad \tau = 560^{\text{at}} \text{ giebt } K = 1759{,}3^{\text{kg}}.$$

Sollen die zu verbindenden Stäbe in gleicher Flucht liegen, so legt man auf beide eine sog. Lasche und verbindet diese mit beiden Stäben (Fig. 14). Die beiden Niete liefern aber keine grössere Festigkeit als das eine Niet in Fig. 13. Jeder Nietbolzen hat die Kraft K für sich allein aufzunehmen. Günstiger ist der Fall, wenn man die zu verbindenden Stäbe beiderseits mit Laschen versieht, sog. doppelte Verlaschung anwendet (Fig. 15). In diesem Falle widersteht jedes Niet gleichzeitig mit der Scherfestigkeit zweier Querschnitte; z. B. ab und cd.

Fig. 14.

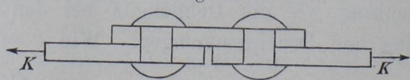
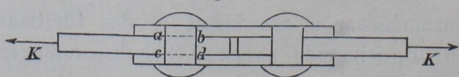


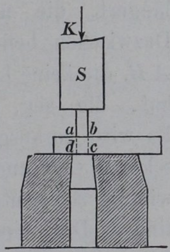
Fig. 15.



Denn um den linksseitigen Stab aus der Verlaschung herauszureissen, muss das linksseitige Niet an beiden Berührungsflächen zwischen dem Stabe und den Laschen abgeschert werden; bei einer solchen Zerstörung würde dann der mittlere Theil des Nietbolzens in dem herausgerissenen Stabe, seine äusseren Theile in den Laschen verbleiben. Ein solcher Nietbolzen, der mit der Festigkeit zweier Querschnittsflächen widersteht, heisst ein zweischnittiges Niet. Für Fig. 15 gilt also die Gleichung

$$K = 2 \cdot \tau \cdot {}^1/_4\, d^2 \pi .$$

Fig. 16.



Die Scherfestigkeit kommt auch in Frage bei dem Kraftaufwande zum Durchstossen, Durchlochen oder Durchpunzen eines Stabes oder einer Platte, behufs Herstellung (Stanzen) von Nietlöchern. Es wird dann durch Maschinenkraft der Stahlstempel S (Fig. 16) niedergedrückt, so dass er den cylindrischen Körper $a\,b\,c\,d$ aus dem Stabe oder der Platte herausdrängt. Ist die Längsfestigkeit der Platte $Z = D = 3500^{\text{at}}$, so ist die Scheerfestigkeit $0{,}8 \cdot 3500 = 2800^{\text{at}}$. Um ein Loch von $d = 2^{\text{cm}}$ Durchmesser durch die $h = 2^{\text{cm}}$ dicke Platte zu drücken, ist, weil die cylindrische Trennungsfläche $d \pi h = 2 \cdot \pi \cdot 2$, die Kraft

$$K = 4\,\pi \cdot 2800 = 35\,186^{\text{kg}} \text{ erforderlich.}$$

Genauere Untersuchungen zeigen, dass bei dem Widerstande der Niete wie auch beim Stanzen von Löchern noch verwickeltere Spannungsvorgänge auftreten, auf die hier nicht eingegangen werden kann.

4. Biegungsfestigkeit.

a) Grundgleichungen.

Ein Stab sei an dem einen (linken) Ende (Fig. 17) in einer Wand oder dergl. unwandelbar befestigt (eingespannt); am äusseren Ende wirke eine Kraft K, welche die Längenachse des Stabes (d. h. die Verbindungsgrade der Schwerpunkte der Querschnitte) rechtwinklig schneidet. Die durch K und die Längenachse bestimmte Ebene sei für den Stab oder Balken eine Symmetrie-Ebene.

Fig. 17.