

$$\frac{1}{4}P = \frac{1}{16}\pi d^2 \cdot k = \delta \cdot 1,25 d \cdot k,$$

$$\delta = 0,157 d,$$

wofür man $\delta = \frac{1}{6}d$ setzen kann; an der Stelle aber, wo die Bänder durch die Keilöffnungen durchbrochen sind, hat man den Querschnitt dieser Oeffnungen noch in Abrechnung zu bringen, und findet dann bei derselben Breite $1,25d$ die Stärke δ' durch die Gleichung:

$$\frac{1}{4}P = \frac{1}{16}\pi d^2 k = \delta' \cdot 1,25 dk - \frac{1}{4}d\delta',$$

$$\delta' = \frac{1}{5}d.$$

Um noch die Länge der Bänder unterhalb der Keilöffnungen zu bestimmen, sind dieselben auf den Widerstand gegen Ausreißen zu berechnen; es muß also der Gesamt-Querschnitt der 8 Anhaftungsflächen, deren jede gleich $\frac{1}{5}dh''$ ist, gleich dem doppelten Querschnitt der Stange sein (S. 248. No. 3); man hat also

$$1,6dh'' = \frac{1}{2}\pi d^2.$$

$$h'' = d = h.$$

b) Hülsen für hochkantige Traversen.

Taf. 12. Fig. 15. Taf. 12. Fig. 15 zeigt die Befestigung einer Stange an einer hochkantigen Traverse, wobei die Stange einfach durch die Traverse gesteckt ist, sich mit einem Ansatz an den untern Rand anlegt, und durch einen Keil angezogen wird.

Taf. 12. Fig. 16. Taf. 12. Fig. 16 stellt eine ähnliche Befestigung durch Schrauben dar; das Muttergewinde ist in die Traverse eingeschnitten, und die Stange wird oben und unten durch Gegenmuttern festgehalten.

Taf. 12. Fig. 17. Taf. 12. Fig. 17. Die in dieser Figur gezeichnete Konstruktion unterscheidet sich von der vorigen dadurch, daß die Traverse kein Muttergewinde enthält; die Stange ist durch die genau cylindrische Oeffnung durchgeschoben, und oben und unten durch Muttern und Gegenmuttern befestigt.

Taf. 12. Fig. 18. Taf. 12. Fig. 18 zeigt endlich eine Konstruktion, welche die Befestigung durch Keile und durch Schrauben vereinigt. Die Schraubenmutter, welche sich hier als besonders auffallender Theil darstellt, ist eine Hutmutter (S. 77 und Taf. 4. Fig. 5).

Mittel zum Spannen von metallenen Stangen. (Spannvorrichtungen.)

§ 104. Zuweilen ist man veranlaßt, die Befestigung der Stangenenden aneinander so zu konstruiren, daß man die Stangen mit einem gewissen Druck anziehen, und diesen Druck nach Erfordern wieder aufheben oder vermindern könne. Mit andern Worten, man muß zuweilen den Stangen nach ihrer Längenrichtung eine Span-

nung geben, die sich nach Bedürfnis reguliren läßt, oder man muß im Stande sein, die Stangenenden einander zu nähern oder sie von einander zu entfernen. Dergleichen Konstruktionen nennt man Spannvorrichtungen (fr. *appareils à tendre* — engl. *straining apparatus*). Es finden dergleichen Spannvorrichtungen unter andern im Wasserbau bei der Konstruktion der Schleusenthore Anwendung*); ferner bei Zugstangen in Hängewerken, bei Ankern etc. Bis zu einem gewissen Grade erfüllen sowohl die Keilhülsen, als die Schraubenhülsen (Taf. 12. Fig. 7 bis 18) diesen Zweck. Wenn jedoch die Verlängerung der Stangen einen gewissen Werth erreichen soll, so kommt man mit jenen Einrichtungen nicht mehr aus, und bedient sich dann besonderer Konstruktionen, von denen hier einige als Beispiele folgen.

Taf. 12. Fig. 19 Spannvorrichtung mit einer Rechts- und einer Links-Schraube. Die Enden der beiden Stangen werden mit Schraubengewinden versehen, von denen das eine nach rechts hin, das andere nach links hin aufsteigt (S. 58); die Muttern dieser Schrauben sind in angemessener Weise zu einem zusammenhängenden Stück vereinigt, und durch Umdrehung dieses Stückes müssen sich die Stangen, wenn sie sich nicht drehen können, geradlinig fortbewegen, und zwar, da die Gewinde entgegengesetzt sind, nach entgegengesetzter Richtung; sie müssen sich also einander nähern, wenn man nach rechts und von einander entfernen, wenn man nach links herum dreht.

Man kann diese Einrichtung noch in der Weise abändern, daß man die beiden Stangenenden mit Muttern in Form von Hülsen versieht, eine dritte Stange, deren eines Ende mit einem Rechtsgewinde, das andere mit einem Linksgewinde versehen ist, und welche in der Mitte in der Form eines Schraubenkopfes gestaltet ist, wird in die beiden Muttern eingeschraubt, und zieht die beiden ersten Stangen einander näher, wenn man sie rechts herum dreht, oder entfernt sie im entgegengesetzten Falle.

Die Anordnung zweier entgegengesetzten Gewinde bewirkt, daß bei einer Umdrehung der Schraube oder der Mutter die beiden Stangenenden um die Summe der Steigungen der Gewinde bewegt werden. Die Last macht also den doppelten Weg, den sie bei einer einfachen Schraube machen würde, und diese Schrau-

*) Ueber Spannvorrichtungen für die Zugbänder der Schleusenthore siehe: »G. Hagen, Handb. der Wasserbaukunst«, II. Theiles 3ter Band, XV. p. 180 u. f. und Taf. LXIX daselbst.

ben erfordern daher eine gröfsere Kraft, als eine einfache Schraube von denselben Verhältnissen erfordern würde. Wo man diesen Uebelstand vermeiden will, wählt man eine einfache Schraube.

Taf. 12.
Fig. 20.

Taf. 12. Fig. 20 zeigt eine Einrichtung, durch welche nur die Bewegung des einen, hier des oberen Stangenendes allein erfolgt. Die Mutter der Schraube ist hier herzförmig gestaltet, und kann sich um die feststehende Stange drehen; ein Nietkopf hindert sie, sich von dem Stangenende zu entfernen. Zuweilen erfordert die beabsichtigte Spannung selbst bei einer einfachen Schraube einen gröfseren Druck zum Umdrehen, als man verwenden kann. Man könnte sich für diesen Fall dadurch helfen, dafs man die Steigung im Verhältnifs zum Durchmesser kleiner macht (S. 87). Hierdurch würde man indessen in mancherlei Uebelstände gerathen, und es ist daher zu empfehlen, sich in diesem Falle der sogenannten Pronyschen oder Differential-Schraube zu bedienen.

Die Anordnung der Pronyschen Schraube ist äufserlich übereinstimmend mit der Spannvorrichtung durch entgegengesetzte Gewinde (siehe oben), nur sind hier die Gewinde nach derselben Richtung, aber mit verschieden grofser Steigung angeordnet. Dreht man das Stück, welches die Muttern enthält, so schraubt es sich auf die Schraube mit gröfserer Steigung weiter hinauf, als es sich von der andern Schraube mit geringerer Steigung herabschraubt, es müssen daher die beiden Schraubenenden sich nähern, oder von einander entfernen. Auch hier läfst sich, aufser der auf Taf. 12. Fig. 19 gezeichneten Anordnung, auch die andere, oben beschriebene Konstruktion wählen, bei welcher die Stangenenden mit Muttern, und das Spannstück mit Gewinden versehen ist.

Taf. 12.
Fig. 21.

Taf. 12. Fig. 21 stellt eine Spannvorrichtung dar, welche zum Spannen von eisernen Stangen, Drähten, Draht- oder Hanfseilen dient, und bei Bau- und Maschinen-Konstruktionen, sowie auf Schiffen vielfach anzuwenden ist. Die eine Stange wird in die Oese *a* eingehängt, die andere Stange in die Oese *b*. Die hier gezeichnete Form der Oese *b* ist anwendbar, wenn man ein Seil einknüpfen will. Die Oese *a* bildet das Ende einer Schraubenspindel *a'*, welche ursprünglich cylindrisch war, und einen Durchmesser von $1\frac{3}{4}$ Zoll hatte. Man sieht aus Fig. II und III, dafs zwei gegenüber liegende Segmente dieses Cylinders fortgefeilt, und durch hohle Flächen begrenzt sind; der Querschnitt der Schraubenspindel ist daher jetzt hochkantig, und durch vier Bogenstücke begrenzt; die beiden kleineren Seiten sind konvex, gehören dem ursprünglichen Cylinder an, und enthalten noch das Schraubengewinde; eine davon ist in Fig. I

von oben sichtbar; die beiden größeren Seiten sind konkav; eine davon ist in Fig. II in der vordern Ansicht gezeichnet. In die beiden Höhlungen, welche durch diese konkaven Flächen der Schraubenspindel gebildet werden, sind zwei Schienen gelegt b' . Diese Schienen haben an dem einen Ende einen geringeren Durchmesser, als die Schraubenspindel, so daß sie die Mutter nicht berühren; sie sind hier mit Ansätzen $b'' b''$ versehen, zwischen welchen die Mutter liegt, die durch diese Ansätze gehindert ist, sich geradlinigt zu verschieben; das andere Ende der Schienen $b' b'$ trägt mittelst eines Charniers die Oese b . Durch diese Schienen ist die Schraubenspindel gehindert, sich zu drehen, wohl aber kann sie sich zwischen denselben geradlinigt fortschieben. Man sieht wohl, daß hier der Fall eintritt, dessen S. 55, unter No. 3, gedacht ist; durch Drehen der Mutter c , welche durch die Ansätze $b'' b''$ am Fortschreiten gehindert ist, wird die Schraube a' fortschreiten, da diese durch die flachen Schienen am Drehen gehindert ist. Die Oesen a und b werden sich demnach einander nähern, wenn man rechts herum dreht, sie werden sich von einander entfernen, wenn man links herum dreht. — Es bleibt noch zu zeigen, wie die Mutter zwischen die beiden Ansätze $b'' b''$ eingelegt, und gedreht werden kann. Die Mutter c besteht aus zwei Hälften, von denen eine in Fig. 5 gezeichnet ist; jede dieser Hälften, die übrigens einander ganz gleich gestaltet sind, ist mit einem Stiel c' versehen; wo sich der Stiel an die Hälfte der Mutter anschließt, ist eine cylindrische Verstärkung c'' , dieser diametral gegenüber sind zwei ähnliche Verstärkungen gabelförmig angeordnet; der Zwischenraum zwischen den Schenkeln der Gabel ist gleich der Höhe der Verstärkung c'' . Legt man die beiden Hälften der Mutter $c c$ um die Schraubenspindel a' , zwischen die Ansätze b'' , so kommt die Verstärkung c'' der einen Hälfte zwischen die Gabelschenkel c''' der andern Hälfte zu liegen. Durch Stifte lassen sich dann beide Hälften vereinigen. — Die Figuren sind in einem Maßstabe von $\frac{7}{24}$ natürlicher Größe gezeichnet; I. Zusammenstellung der ganzen Konstruktion; die eine Hälfte der Mutter c durchschnitten, die andere in der Ansicht; die mit c, c', c'', c''' bezeichneten Theile gehören ein und derselben Hälfte der Mutter an, die mit $c' c'' c'''$ bezeichneten der andern Hälfte. II. Ansicht der Oese a mit der flach gefeilten Schraubenspindel; III. Querschnitt der Schraubenspindel a' und der Schienen $b' b'$; IV. Ansicht der Oese b ; V. Ansicht einer Mutterhälfte.

3) Befestigung metallener Stangen, die auf Abbrechen in Anspruch genommen werden.

Zapfenbefestigungen. Berechnung der Zapfen.

§ 105. Von den verschiedenen Gruppen der Befestigungsformen stangenförmiger Körper an andern stangenförmigen Körpern, welche auf Abbrechen in Anspruch genommen werden, heben wir für unsere Betrachtung hier nur zwei heraus, nämlich:

- 1) die Befestigung von Zapfen an Wellen,
- 2) die Befestigung der Eisenbahnschienen aneinander und an ihren Unterlagen.

Die Zapfen (fr. *tourillons* — engl. *gudgeons*) bilden gewöhnlich die Enden der Wellen, und vermitteln nicht allein die Unterstützung derselben, sondern sie haben auch den Zweck, die Umdrehung der Welle um eine, als gerade Linie gedachte Axe möglich zu machen und zu sichern. Diese mathematische Drehaxe der Welle muß daher mit der idealen Axe des Zapfens genau zusammenfallen, und der Zapfen selbst muß einen Rotationskörper darstellen. Die häufigste Form dieses Rotationskörpers, durch welchen ein Zapfen gebildet wird, ist ein Cylinder, zuweilen wendet man auch die Kegelform an, oder man gestaltet den Zapfen kugelförmig. Bei massiven Wellen aus Schmiedeeisen oder aus Gufseisen macht man den Zapfen mit den Wellen aus einem Stück, und dreht auf der Drehbank die Wellenenden in der beabsichtigten Form ab. Hat man hölzerne Wellen, oder hohle eiserne Wellen, so wird der Zapfen als besonderer Theil dargestellt, und in der Welle befestigt; der Zapfen muß in diesem Falle mit einer Verlängerung versehen sein, die man den Stiel oder den Schaft des Zapfens nennt, während dann der eigentliche Zapfen die Walze heißt. Wenn die Walze des Zapfens da, wo sie sich an den Stiel anschließt, verstärkt ist, so nennt man diese Verstärkung die Brüstung (fr. *arrasement* — engl. *shoulder*) oder die Schulter des Zapfens.

Wenn ein Zapfen nicht das Ende einer Welle bildet, wenn vielmehr ein Theil der Welle, der sich zwischen den Enden befindet, behufs Unterstützung der Welle nach Art eines Zapfens gestaltet ist, so nennt man diesen Theil den Hals oder Halszapfen der Welle. Ein solcher Hals dient dann gewöhnlich, aufer zur Unterstützung, auch zur Bewegungs-Uebertragung, so daß er die Bewegung von dem einen Theil der Welle an den andern fortpflanzen hat.

Die untern Zapfen stehender Wellen werden auch Spurzapfen (fr. *pivot* — engl. *pivot*) oder Stifte genannt.