



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Lehrbuch der gotischen Konstruktionen

Ungewitter, Georg Gottlob

Leipzig, 1890-

Allgemeines, Statisches

[urn:nbn:de:hbz:466:1-80225](#)

Die Kopfbügen stehen in der Regel in Verbindung mit einem Sattelholz. Ihre Zusammengehörigkeit spricht sich am deutlichsten dadurch aus, dass ihre Bogenlinie sich bisweilen über das Sattelholz fortsetzt und die Versatzung in radialer Richtung gelegt wird (s. Fig. 622). Durch die Behandlung des Kopfes des Sattelholzes kann dann die einfache Bogenlinie in eine geschweifte oder zusammengesetzte übergehen. Zuweilen wird das Letztere zu einem von Pfosten zu Pfosten durchgehenden zweiten Unterzug, welcher eine geringere Breite hält als der obere und zu beiden Seiten in den Pfosten verzapft ist. In diesem Falle können die Bogenlinien der beiden Kopfbügen über diesen zweiten Unterzug in der Weise fortgeführt werden, dass sie sich in der Mitte derselben zu einem Halbkreis, Spitzbogen oder einer Schweifung vereinigen, so dass die Scheitel der Bogenlinien aus dem Unterzug herausgestochen werden. Die hier abzuarbeitenden Holzteile können dann, wie bei den Knaggen, zu irgend einer Gliederung oder sonstigen Gestaltung benutzt und so die Schwächung des Holzes verringert werden (s. Fig. 623).

6. Kragsteine, Tragsteine und Auskragungen.

Allgemeines, Statisches.

Ein Unterschied zwischen Kragstein und Tragstein ist dem Wesen nach nicht vorhanden. Durch ersteres Wort wird die Beziehung des betreffenden Werkstückes zu der Mauer oder dem Pfeiler, welchem es eingebunden ist, durch letzteres seine Bestimmung im allgemeinen bezeichnet. Die hierdurch entstandene Unsicherheit scheint die Aufnahme der in Deutschland so beliebten Bezeichnung „Konsole“ veranlasst zu haben.

Zweck und Einteilung. Der Form nach kann man „zentral“ und „einseitig“ gebildete Kragsteine unterscheiden, erstere nehmen ihre Entwicklung von einem unteren Punkt aus und bilden im oberen Grundriss gewöhnlich den Teil eines Polygones, die einseitigen Auskragungen haben dagegen einen rechteckigen Grundriss.

Die den Kragsteinen zufallende Aufgabe kann mannigfacher Natur sein, sie können das Auflager für Steinstürze oder Holzbalken liefern, sie können Gewölbeglieder oder Dienste aufnehmen und schliesslich zum Tragen von Standbildern u. dergl. bestimmt sein. Besonders vielseitig ist ihre Verwendung für die Gewölbefälle. Schon in romanischer Zeit treten in Kirchen, noch mehr aber in Klöstern und Profanbauten an Stelle der bis unten herabgeführten Dienste sehr oft Auskragungen auf, welche entweder vermittelst eines kürzeren Dienstes (Fig. 665, 666) oder auch ganz unmittelbar die Gewölbefälle aufnehmen (Fig. 654—658). Dass statisch meist nichts dagegen einzuwenden ist, das untere Stück der Dienste, in Sonderheit der Wanddienste fortzulassen, ist schon weiter oben (Widerlager, S. 126 und Fig. 343) ausgeführt. Der Wölbdruck pflegt schon ein merkliches Stück oberhalb der Bogengrundlinie in schräger Richtung in die Mauer überzugehen. Das Kapitäl eines kleinen Dienstes oder ein jenes vertretender Kragstein wird durch den Wölbdruck gemeiniglich gar nicht mehr berührt, so dass diese Glieder mehr eine architektonische denn eine statische Aufgabe erfüllen. Dagegen ist die Beanspruchung der Kragsteine

unter Balken, Unterzügen u. s. f. bedeutungsvoll genug, um eine nähere Untersuchung zu erheischen.

Statisch betrachtet kommen drei Möglichkeiten in Frage, der eingemauerte Kragstein (vergl. Fig. 624) kann unter der Last um die untere Kante d aufkippen, Beanspruchung d. Kragsteine.

1. Sicherung gegen Kippen. Die Belastung Q sucht den Stein um die Kante d zu drehen, dagegen wird er am Aufkippen verhindert durch das Gewicht G des auf dem eingreifenden Ansatz $a c e d$ ruhenden Mauerwerkes. Damit der Stein gesichert liegt, muss sein:

$$G \cdot n > Q \cdot m.$$

Demnach ist ein grosses Gewicht der auflastenden Mauer und ein langer Eingriff $a c$ des Steines von Nutzen. Zur Sicherheit lege man bei der Berechnung den Drehpunkt d nicht in die Flucht der Mauer, sondern einige Zentimeter weiter zurück nach d' . Eine gute Auflagerung des Steines ist an dieser Stelle von grösster Wichtigkeit, auch die obere Fuge $a c$ muss gebührende Beachtung finden. Ist die Kippgefahr gross, so muss durch guten Verband oberhalb des Steines ein möglichst grosses Stück des Mauerwerkes zum Belasten herangezogen werden. Wenn angenommen werden kann, dass die obere Mauer in ihrer ganzen Stärke als ein zusammenhängender Körper wirkt, so kann der nachstehende Rechnungsgang eingeschlagen werden, der ein günstigeres Ergebnis liefert (vergl. Fig. 625).

Der Kragstein sucht mit der nach oben gerichteten Kraft K die Mauer um den Punkt f zu kippen. Um dieses zu verhüten muss sein:

$$G \cdot r > K \cdot u.$$

Nun ist aber $K \cdot t = Q \cdot m$ oder $K = Q \cdot m : t$, dieses eingesetzt ergibt:

$$G \cdot r > \frac{Q \cdot m \cdot u}{t} \quad \text{oder: } \frac{G \cdot r \cdot t}{u} > Q \cdot m.$$

2. Sicherheit gegen Abscheeren.

Es kommt ein Abscheeren oder Abdrücken des Steines in Frage, wenn die Last Q (Fig. 624) dicht an der Wand liegt. Die Beanspruchung auf Abscheerung findet man sehr einfach, indem man die Last Q (in kgr ausgedrückt) durch den Flächeninhalt der Scheerfläche $a d$ (in qcm) teilt. Die so erhaltene Beanspruchung eines qcm darf die zulässige Grenze nicht überschreiten, die bei Steinmaterial sehr niedrig liegt. Unter Annahme der üblichen Sicherheit darf man jedem qcm Ziegel oder Sandstein je nach Beschaffenheit nur $1\frac{1}{2}$ bis 4 kgr, einem qcm Kalkstein 3—6 kgr und einem qcm Granit 5—10 kgr zumuten.

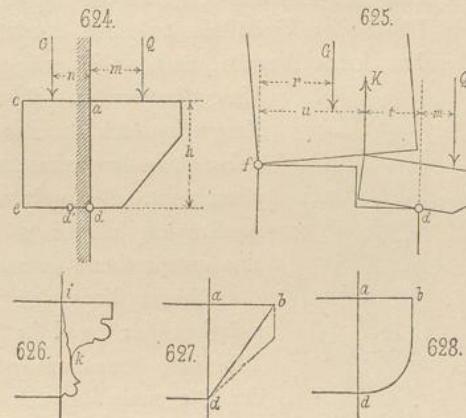
Beispiel: Der in der Wandflucht liegende Querschnitt eines Tragsteines ist seiner erforderlichen Grösse nach zu ermitteln, wenn derselbe eine Last von 4500 kgr zu tragen hat und als Material ein guter Sandstein mit 3 kgr zulässiger Scheerbeanspruchung auf 1 qcm vorgesehen ist. Nach Obigem berechnet sich der Querschnitt sehr einfach zu $4500 : 3 = 1500$ qcm, man würde also den Stein 30 cm breit und 50 cm hoch machen können.

Wenn ein Tragstein ein sehr schlankes Profil hat, so ist nicht zu übersehen, dass die Abscheerung nach einer kürzeren Fläche $i k$ (Fig. 626) erfolgen kann.

3. Sicherheit gegen Abbrechen (Beanspruchung auf Biegung). Ein Zerbrechen durch Biegung tritt leicht ein, da die Zugfestigkeit der meisten Steine noch unter der Scheerfestigkeit liegt. Sind beide gleich, so wird schon bei einem Hebelarm der Last Q von mehr als $\frac{1}{6}$ der Kragsteinhöhe leichter ein Abbrechen eintreten als ein Abscheeren.

Eine Berechnung lässt sich nach der bekannten Formel anstellen: $W = M : s$. Darin ist:

M das Biegunsmoment (in Fig. 624: $Q \cdot m$),



s die zulässige Zugbeanspruchung, die je nach Beschaffenheit des Materials zu 1—10 kgr auf 1 qcm angenommen werden kann,

W das Widerstandsmoment der an der Wand anhaftenden Querschnittsfläche (für ein Rechteck: $\frac{1}{6} b \cdot h^3$, Dreieck: $\frac{1}{12} b \cdot h^2$).

Selbstverständlich darf kein rissiger brüchiger Stein, sondern nur ein guter zugfester Baustoff für Kragsteine von Bedeutung gewählt werden.

Als Faustregel kann man annehmen, dass ein Kragstein aus mässig gutem Stoff, dessen Ausladung die Höhe nicht überschreitet in der Wandebene einen Querschnitt haben muss, der (mindestens) so viel qcm hält wie die von ihm getragene Last Kilogramm beträgt.

Bei einem nach Fig. 626 gebildeten Kragsteinprofil würde natürlich wieder ein Abbrechen nach der kürzeren Fläche $i k$ zu fürchten sein. Soll der Stein statisch vollkommen richtig geformt sein, so darf zwischen der Wand und der äussersten Kante kein Querschnitt zu finden sein, nach welchem der Stein leichter brechen könnte als an der Wurzel. Dazu ist aber, je nachdem eine Einzellast oder fortlaufende Belastung vorliegt, mindestens das Dreiecksprofil Fig. 627 oder aber ein gebauchtes Profil Fig. 628 erforderlich. Statt des Dreiecks Fig. 627 empfiehlt sich mehr das punktiert angedeutete Trapez mit Rücksicht auf Stösse gegen die Vorderkante, Fehler im Stein und schräg laufende Bruchflächen. Den Grundformen Fig. 627 und 628 kann natürlich in beliebiger Weise Masse zugegeben werden, ein stärkeres Einschneiden in diese Umrisse ist dagegen ungünstig.

Ueber das Verhältnis zwischen Ausladung und Höhe lässt sich nach Vorstehendem keine Angabe machen; je grösser die Last ist, um so höher wird der

Kragstein werden. Dass den Gewölbanfängen bisweilen niedere Kragsteine sich unterstellt finden, kommt, wie schon angegeben, daher dass der ganze Anfang die Aufgabe des Kragsteines mit übernimmt. Bei weit vorspringenden Gurtbögen bekommt die Auskragung allerdings ihre Aufgabe zugewiesen und erfordert eine entsprechend grosse Höhe.

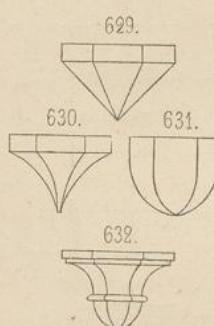
Meist liegt das Verhältnis von Ausladung zur Höhe zwischen 1 : 1 und 1 : 2, übersteigt auch selbst letzteres Mass. Will man geometrische Beziehungen suchen, so kann die Höhe der Diagonale des aus der Ausladung konstruierten Quadrates oder der Diagonale aus dem Würfel entsprechen.

Zentral gebildete Kragsteine.

Die einfachste Form eines zentral gebildeten Kragsteines ist die Hälfte eines umgekehrten Kegels oder einer umgekehrten Pyramide (Fig. 629), die durch ein Krümmen der Seiten in die Formen 630 und 631 übergehen kann. Durch Vereinigung zweier solcher Formen bildet sich ein zusammengesetzter Kragstein nach Art der Fig. 632.

Die am häufigsten vorkommende Funktion der zentralen Kragsteine besteht darin, einen Ersatz für die Dienste zu bilden, also die Rippenanfänge zu tragen, demnach entspricht ihre obere Fläche derjenigen der Dienstkapitale. Diese Ueber-einstimmung mit der Funktion der Dienste spricht sich am deutlichsten aus, wenn der Kragstein die Gestalt eines Dienstkapitäls annimmt, dessen untere, waggerrechte, runde Lagerfläche dann durch irgend eine ornamentale Gestaltung ausgefüllt wird, um eben den Charakter der Lagerfläche zu entfernen, s. Fig. 633 aus der Kirche in Haina und 635 aus der Stiftskirche in Wetzlar, in welcher letzteren schon der Uebergang in das Viereck bewirkt ist. Die Umbildung der unteren

Höhen-verhältnis.



Kapitäl und
Kragstein.