

§. 111.

Weit besser als Jochpfähle sind Pfeiler von Stein, besonders wenn der Baugrund ein sicherer ist. Ihre Stärke muß sich nach der Gewalt des Wassers, die sie auszuhalten haben und nach der Beschaffenheit der Steine richten, die man zur Verfügung hat. Je besser diese und je regelmäßiger sie sind, um so schmaler braucht der Pfeiler zu sein, um so weniger wird dann der Wasserlauf gehindert. Trockenes Mauerwerk ist daher schon deshalb, aber auch darum nicht anwendbar, weil es den Stößen des Eises u. dergl. nicht widerstehen könnte. Deshalb werden die Pfeiler in Mörtel und besonders so weit sie im Wasser stehen, in hydraulischen Mörtel versetzt. Quadersteine sind am besten, scheut man jedoch die Kosten, so wähle man eine Quaderverkleidung, andernfalls bringt man die stärksten Steine nach außen. Wo nur selten Wasser hinreicht, können auch Backsteine verwendet werden.

Die Grundfläche des Pfeilers bildet ein Rechteck, vorn und hinten an eine halbe Ellipse angeschlossen, die die Grundfläche des sog. Schutzpfeilers ist, welcher den Zweck hat, das Wasser möglichst wenig zu stauen und hinten jeden Wirbel zu verhüten. Figur 63 und 64 zeigen Pfeiler im Auf- und Grundriß.

Bei hohen Pfeilern kann man sie nach oben hin in der Stärke abnehmen lassen, oder, wenn eine breite Grundfläche wünschenswerth ist, einen oder mehrere Abfälle anbringen.

Die Stärke der Pfeiler soll bei gutem Material mindestens 1,8 bis 2 Fuß (0,54 bis 0,6 Meter) und außerdem für jeden Fuß Höhe 1,5 bis 2 Zoll weiter sein (für 1 Meter 0,15 bis 0,2 Mtr.). Wenn die Pfeiler weiter als 20 Fuß (6 Meter) auseinanderstehen, ist eine Verstärkung von etwa 0,1 der Dicke angemessen. Sonst hat man die Regel, die Pfeilerstärke zu $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{5}$ der Spannweite anzunehmen, bei ruhigem oder wenig Gefäll habendem Wasser genügt auch $\frac{1}{6}$.

In sumpfigem oder sonst nachgebendem Boden wird der Pfeiler auf einen Pfahlrost gegründet, in Felsen sucht man ihm eine ebene oder abgetreppte Fläche zu bilden, in sehr reißenden Gewässern kann er wohl auch durch Vorlagen geschützt werden, besonders wenn das Auskolkten zu befürchten ist. Im Uebrigen wird hinsichtlich der Gründungen das Nöthige in §. 112 u. f. besprochen werden.

III. Abschnitt. Brücken von Stein.

§. 112.

Da die Steinbrücke einen bedeutenden Druck auf den Boden ausübt und dieser letztere außerdem den Angriffen des Wassers ausgesetzt ist, ist vor Allem, wie schon bemerkt, eine genaue Untersuchung des Bodens an der Stelle noth-

wendig, an welcher man sich zu der Erbauung einer Brücke veranlaßt sieht. Diese Untersuchung wird ergeben, welcher Baugrund vorhanden ist, und welche Maßregeln zu treffen sind, um mit Sicherheit den Bau begründen zu können. Wir werden daher zunächst das Verhalten der Bodenarten in Bezug auf ihre Tragfähigkeit und dann die Mittel kennen lernen, durch welche letztere erhöht werden kann, man nennt die deßfalligen Arbeiten *Gründungen*.

Dem Druck des Baues und den Angriffen des Wassers widersteht nur der Fels, und zwar nur derjenige, dessen Verwitterbarkeit das gewöhnliche Maß nicht übersteigt, oder ein aus größern Trümmern, die durch kleinere Steine und Erde verspannt sind, bestehender Grund. Je mehr solcher Grund von der äußern Luft abgeschlossen wird, je tiefer also die Fundamente reichen, um so langsamer geht die Verwitterung vor sich. Dem Druck des Baues widerstehen Sand und Kies sehr gut, dagegen weniger, unter Umständen gar nicht, den Angriffen des Wassers. Kann man letztere abhalten, so ist dieser Baugrund ein vorzüglicher.

Weniger geeignet ist Thon und Lehm, wo Kälte und Frost auf ihn einwirken können, wogegen ein solcher Boden, wenn er mit Sand und Steinen vermischt ist, wie man ihn einige Fuß unter der Oberfläche findet, ganz guten Baugrund abgiebt, wo man ihn vor dem Angriff des Wassers schützt. Am wenigsten tauglich ist Moorboden, Schlamm und Torfboden, der durch jede Last sehr zusammengedrückt und vom Wasser leicht weggespült wird, auf solchem Boden kann ohne besondere Vorrichtungen kein Brückenbau aufgeführt werden.

Besteht der Grund aus Felsen und starken Trümmern, so wird er in der Regel diese Beschaffenheit bis zu einer solchen Tiefe behalten, daß man, wenn das Gestein fest und nicht in auffallender Verwitterung begriffen ist, auf ihm Brücken, wie wir sie zu erbauen haben, unbedenklich aufführen kann. Bei den übrigen bessern Bodenarten darf man den Grund für sicher halten, wenn er bis auf 5 bis 6 Fuß (1,5 bis 1,8 Meter) derselbe ist, bei größern Bauwerken muß freilich eine entsprechend größere Mächtigkeit vorhanden sein.

§. 113.

Nur auf Moor, Schlamm und Torf, oder sonst sehr zusammengedrückbarem Boden werden auch für unsere Bauten besondere *Gründungen* nothwendig, und diese können am einfachsten dadurch bewirkt werden, daß man eine Baugrube herstellt und dieselbe etwa 4 bis 6 Fuß (1,2 bis 1,8 Meter) tiefer und ebenso viel breiter als das Fundament zu liegen kommt, mit Sand, Kies oder Steinen ausfüllt. So weit Wasserangriff zu besorgen ist, wird die Baugrube mit einer Spundwand eingefast, welche entweder nur in Flügeln endigt, oder nöthigenfalls auch die ganze Baugrube umgibt. Die Pfähle

werden bis zur Sohle des Gewässers eingeschlagen, oder wenn ihre obern Enden nicht so weit eindringen, über derselben abgeseigt. Man kann geringe Pfähle ohne Feder und Ruth bei kleinern Bauten, oder wo der weiche Boden nur wenig tief ist, verwenden, nur müssen sie auf zwei Seiten passend abgearbeitet werden.

Je mehr Fläche die Gründung im Verhältniß zum Bau einnimmt, um so mehr wird die Last desselben vertheilt, um so fester steht er, dies kann aber auch dadurch bezweckt werden, daß der Boden überhaupt zusammengedrückt, also verdichtet, oder daß ein Theil des Druckes auf den unter dem weichen befindlichen festern Boden übertragen wird.

§. 114.

Beides geschieht durch Roste, das erstere allein durch den liegenden Rost, oder durch den Pfahlrost, wenn die Pfähle nur im weichen Boden ruhen; reichen sie jedoch bis in den härtern und stehen sie in diesem fest, so haben sie beiderlei Wirkungen zugleich.

Außerdem haben die Roste den Vortheil, daß wenn der Boden ungleich dicht ist, der auf ihn wirkende Druck, sich über die ganze vom Rost bedeckte Fläche vertheilend, für diese ein gleichförmiger wird, wodurch, wenn ein Senken des Bodens durch die Last entsteht, dieses ebenfalls gleichförmig stattfindet.

Der liegende Rost besteht aus Schwellen und Bohlen, beim Pfahlrost kommen noch Grundpfähle, welche ihn tragen, hinzu. Damit der weiche Boden nirgends ausweichen kann, ist die Einfassung der Baugrube mit einer Spundwand die erste Arbeit.

Der Rost richtet sich nach der Länge und Breite des Fundamentes und soll in jeder Richtung noch um etwas vorgreifen. Es ist darauf zu sehen, daß er in eine Tiefe kommt, worin er stets unter Wasser liegt. Das in die Baugrube eindringende Wasser wird möglichst ausgeschöpft.

§. 115.

Beim liegenden Rost, Figur 65, werden 7 bis 10 zöllige (0,21 bis 0,3 Meter) Querschwellen von Mitte zu Mitte 3 Fuß (0,9 Meter) auseinander auf den Boden horizontal gelegt, auch wohl in denselben etwas eingelassen, über diesen und in 2 Zoll (0,06 Mtr.) tiefe Falzen eingreifend, kommen die eben so starken Langschwellen. Der Raum bis zur Höhe der Langschwellen wird mit gestampftem Boden, Lehm, Thon, Sand oder Steinen, noch besser mit Beton ausgefüllt und abgeebnet, hierauf werden 3 bis 4 zöllige (0,09 bis 0,12 Meter) Bohlen mit hölzernen Nägeln befestigt. Jedenfalls muß der liegende Rost von der Spundwand frei sein, damit er durch diese nicht am gleichförmigen Senken verhindert wird. Außer dem Eichen-

harzreichen Kiefern- und Lärchenholz kann auch Erlenholz zu Schwellen verwendet werden. Ganz unter Wasser verbaut halten sich überhaupt die meisten Holzarten gut.

§. 116.

Beim Pfahlrost, Figur 66, werden Pfähle von der für nöthig erachteten Länge eingerammt und auf diese wird der liegende Krost in entsprechender Verbindung aufgesetzt. Bei diesen Krosten können die Spundwandpfähle gleich Krostpfählen benutzt, daher Krost und Spundwand verbunden werden.

§. 117.

In Gegenden, wo längst schon ein geregelter Strombau, wie z. B. in Baden am Rhein stattfindet, trifft man hie und da, wo ehemalige Flußarme quer überbaut worden sind, auf alte, durch und durch versandete Fäschinate von beträchtlicher Ausdehnung, die bis 15 und mehr Fuß (4,5 Meter) unter den tiefsten Wasserstand reichen und gewöhnlich auf Kies ruhen, während sich oft bis zu ihrer Krone herauf Sand oder Schlamm angelegt hat. Von solchen ständig im Horizontalwasser liegenden Fäschinaten wird vielfach versichert, daß, wenn man sie durch Spundpfähle oder Anwürfe starker Steine vor dem unmittelbaren Wasserangriff sichert, sie einen guten Baugrund abgeben. Wir haben über einem solchen vor 12 Jahren auf eine Betonlage von $1\frac{1}{2}$ Fuß (0,45 Meter) Dicke eine Steinbrücke von 15 Fuß (4,5 Meter) Spannweite und Höhe aufgeführt und trotz bedeutender Hochwasser, die sie mehrmal gänzlich überfluthet, und geringerer, die vielmal über die Gewölboffnung gereicht haben, hat sie noch nicht die geringste Senkung erlitten, obwohl sie häufig und oft mit schweren Ladungen befahren wird. Dagegen hat aber ein anderer Umstand gezeigt, wie vorsichtig man auf den Baugrund sein muß. Der Bach, über welchen die Brücke führt, war nämlich neu in den ehemaligen Flußarm eingeleitet und vertiefte seine Sohle in kurzer Zeit dermaßen, daß man die Brücke, deren Fundamente an beiden Ufern nebst der Betonlage völlig unterwaschen und frei im Wasser standen, unterfangen mußte. Durch Senkwürste und Steinwurf ist die Sohle nunmehr gesichert worden. Eine Reihe von Spundpfählen hätte diese Vertiefung im Anfang verhütet, allein ein ausgezeichnete, uns befreundete Ingenieur hatte dieselbe für nicht nöthig gehalten, zumal man im Anfange auch die Vertiefung gar nicht ungern sah, weil dadurch das sehr flache Bett bedeutend verengert wurde, während niemand ahnte, daß sie mehr als eine Kleinigkeit betragen würde, man auch sicher war, daß ihr zu jeder Zeit begegnet werden könne, wie es nun auch geschehen ist.

§. 118.

In neuerer Zeit bedient man sich bei Gründungen eines Gemenges von hydraulischem Kalk mit Sand und Steinen, das unter dem Namen Beton

bekannt ist. Da wir nicht voraussetzen können, daß alle unsere Leser überhaupt mit den bei Steinbauten nöthigen Bindestoffen genau bekannt sind, müssen wir vor allem diese näher betrachten.

Der gewöhnlichste Bindestoff ist der Kalk in Vermischung mit Sand, jedoch unterscheidet man wesentlich zwei Arten des Kalkes wegen ihrem verschiedenen Verhalten.

1. Der gemeine kohlen-saure Kalk nimmt beim Ablöschen sehr viel Wasser in sich auf und vergrößert dadurch sein Volumen. Da er abgelöscht sehr klebrig ist und sich fettartig anfühlt, heißt er auch fetter Kalk, er erhärtet nach und nach an der Luft und wird steinartig. Wird er aber als Mörtel, ehe er einen gewissen Grad von Trockenheit erreicht hat, starkem Frost ausgesetzt, so ist seine Verbindung niemals eine innige und daher die Ausführung von Mauerwerk im Winter nicht rathsam, selbst im mildern Klima. Ist er indessen 6 bis 8 Tage ohne Frost erlitten zu haben mit dem Gestein verbunden, so schaden ihm geringe Kältegrade nicht mehr. Da er nur an der Luft und nicht im Wasser erhärtet, heißt er auch Luftkalk.

2. Der hydraulische oder Wasserkalk vergrößert seine Masse beim Ablöschen nur wenig, ist weniger klebrig und heißt deshalb auch magerer Kalk, er enthält, neben dem kohlen-sauren Kalk, Kiesel-, Thon- und Bittererde. Der Thongehalt scheint besonders wichtig, ein brauchbarer Wasserkalk soll 20 bis 30 und mehr Prozent Thon enthalten, enthält er 40 bis 60 Prozent, so ist er besonders gut und heißt Kalkement, letzterer erhärtet, wenn er zu Pulver gemahlen ist — in großen Stücken löst er sich nicht ab — mit Wasser in Berührung gebracht, ohne aufzubrausen sehr rasch — schon in wenigen Minuten, der Wasserkalk dagegen erst nach 1 bis 2 Tagen so, daß er leichten Eindrücken widersteht, nach 4 bis 6 Wochen ist er aber schon steinartig. In diesen Eigenschaften liegen die sichersten Kennzeichen zur Beurtheilung der Kalkes, welche man zur Verwendung wählen will, und da jeder Maurer die Bezugsquellen der Kalkes und Cemente seiner Gegend kennt, bedarf es keiner weitern Ausführung hierüber, nur so viel wollen wir bemerken, daß Kalkmergel, Dolomit und alle Kalksteine, welche trocken beim Anhauchen einen Thongeruch von sich geben, dazu brauchbar sind.

Der hydraulische Kalk kann auch künstlich durch Mischung von fettem, abgelöschtem Kalk (Kalkhydrat) mit 10 bis 20 Prozent kieselerdehaltigem Thon und neues Brennen der Mischung, hergestellt werden. Nimmt man 30 bis 40 Prozent, so erhält man Cement. Geeignet sind alle eisen- und kieselerdehaltigen Thone zur Mischung mit fettem Kalk, wie Ziegelthon, Basalt, eisenhaltiger Thonsandstein, Thoneisenstein, Bimsstein u. s. w.*

* Näheres hierüber in Becker, Allg. Baukunde des Ingenieurs. Stuttg. 1853.

§. 119.

Die Mischung von Kalk und Sand heißt M ö r t e l und je nach der Kalkart erhalten wir Luft- und Wassermörtel (hydraulischen Mörtel). Mittelgroßer Quarzsand mit scharfkantigen Körnern und möglichst frei von erdigen Theilen ist der beste. Unreiner Sand kann abgeschlammmt werden. Es soll so viel gelöschter Kalk zum Sand kommen, daß letzterer denselben Raum einnimmt, wie ohne Kalk, dieser aber alle Zwischenräume der Sandkörner ausfüllt, sie also gewissermaßen um- und einhüllt. Dem Volumen nach sollen 2 Theile Sand zu 1 Theil Kalk gemengt werden, bei fettem Kalk 3, bei magerem $1\frac{1}{2}$ Theile Sand, letzteres gilt besonders beim hydraulischen Kalk, also beim Wassermörtel, obwohl man der Kosten wegen gerne am Kalk zu sparen sucht, was aber in der Regel am unrechten Ort sparen heißt.

§. 120.

Was nun die Bereitung des Betons betrifft, so können mancherlei Abweichungen wohl ohne Nachtheil stattfinden und daher gibt es auch verschiedene Recepte dafür, immer aber muß man darauf rechnen, daß die Betonmasse nicht so groß ausfällt, als die der einzelnen dazu verwendeten Theile zusammengenommen, weil letztere Zwischenräume haben, die der Kalk größtentheils ausfüllt, ohne zur Ausdehnung der verbundenen Masse wesentlich beizutragen, da er selbst bis zur Verhärtung noch um Einiges schwindet. Vielfach wird beim Beton auch der Traß dem Sande beigemengt. Unter den Steinen werden zu gewöhnlichem Schotter zerschlagene Sandsteine oder Ziegelstücke, die sich sehr gut mit dem Mörtel verbinden, allen andern vorgezogen, am wenigsten gerne nimmt man runde Kiesel.

Erprobte Betonmassen sind z. B.:

6 Theile hydraulischer Kalk,	} diese 33 Theile geben etwa 18 bis 19 Beton und diese schwinden auf 15 bis 16 bis sie verhärtet sind.
12 " Sand,	
15 " Steine,	

ferner

3 Theile hydraulischer Kalk,	} diese 25 Theile geben 17 Beton und diese schwinden auf 14 bis 15.
1 Theil Traß,	
9 Theile Sand,	
12 Theile Steine,	

Im Allgemeinen kann man etwa annehmen:

100 Raumtheile verhärteter Beton erfordern: 120 Raumtheile trockenen Beton und diese enthalten 188 Raumtheile der Mischung. Letztere besteht dann aus

20 Raumtheilen hydraulischer Kalk,	} So viele Kubikfuß oder Kubikmeter gebraucht man also, um 100 Kubikfuß oder Kubikmeter mit verhärteter Beton- masse auszufüllen.
6 " Traß,	
65 " Sand,	
97 " Steinschotter.	

Rechnet man für ungünstige Zufälle u. s. w. noch etwas weiter, und nimmt man an, daß diese meist den hydraulischen Kalk betreffen werden, so dürften in der Praxis für 100 Raumtheile harten Beton 200 Theile ungemengte Masse anzunehmen sein, und diese zerfallen

in 25 Raumtheile Kalk,	oder wenn man den Traß wegläßt,
8 " " Traß,	in 36 Raumtheile hydraulischen Kalk,
67 Raumtheile Sand,	72 Raumtheile Sand und
100 " " Steinschotter,	92 " " Steinschotter.

Aller Wassermörtel muß entweder ständig unter Wasser oder demselben sehr oft ausgesetzt sein, um zu erhärten, im Nothfall muß man ihn, und zwar so lange bis letzteres geschehen ist, häufig begießen.

Wenn eine Betongründung vorgenommen werden soll, bringt man die dazu nöthigen Materialien in einen rechteckigen, von Brettern gefertigten Kasten, wie sich dessen die Maurer zum Herrichten des Mörtels bedienen, und läßt ihn in demselben auf ähnliche Weise zubereiten. Sobald eine genügende Masse gehörig gemengt ist, wird sie in die vor der Strömung durch eine Spundwand oder auf sonstige Weise verwahrte Baugrube eingebracht.

Wie dies zu geschehen hat, das hängt von den Umständen des einzelnen Falles ab, und werden sich verständige Arbeiter stets zu helfen wissen. Man muß eben dafür sorgen, daß der Beton auf der ganzen Fläche, die er bedecken soll, gleichförmig und gleich hoch ausgebreitet wird. Am einfachsten geschieht dies dadurch, daß man ihn durch Trichter, die ein bestimmtes Maß fassen, und jeweils reihenweise fortgerückt werden, einlaufen läßt und sofort abebnet, oder, was besonders für kleinere Bauwerke paßt, man läßt ihn über eine schiefe Britsche, die man an dem der Betongrube entgegengesetzten Ende zuerst aufstellt, der ganzen Breite der Baugrube nach mit Hilfe von hölzernen Krücken einrutschen, zieht dann die Britsche etwas zurück und fährt so reihenweise fort, bis die ganze Baugrube in entsprechender Höhe aufgefüllt ist. Daß während dem durch andere Arbeiter mit Krücken und Stampfern eine genauere Austheilung des Betons geschieht, liegt in der Natur der Sache, ebenso ist selbstverständlich, daß man fortwährend sondirt, um die Höhe der Betonlage bemessen zu können, und daß, wenn dieselbe irgendwo nicht die angenommene wäre, Beton aus kleinen Kästen nachgeschüttet wird. Ist einmal die Hauptmasse durchweg eingebracht, so kann nachträglich eine geringere Schicht zur vollständigen Abgleichung, beziehungsweise Nusebnung, aufgetragen werden.

Was die Tiefe des Betonaustrags betrifft, hängt solche von den Umständen ab, unter welchen man baut. Weniger als $1\frac{1}{2}$ Fuß (0,45 Meter) darf man unter keinen Umständen annehmen, 2 Fuß (0,6 Meter) werden bei unsern Bauten in der Regel genügen, nur in seltenen Fällen wird man auf 3 bis 4 Fuß (0,9 bis 1,2 Meter) gehen müssen.

In 14 Tagen bis 3 Wochen ist der Beton so hart geworden, daß das Wasser ausgeschöpft und nun mit dem Mauerwerk begonnen werden kann. Man übereile sich hiebei nicht, da, so lange der Beton nicht völlig erhärtet ist, nach dem Ausschöpfen leicht Risse entstehen können, durch welche das Wasser mit großer Gewalt aufwärts dringt und sie immer mehr erweitert. Kann man den Wasserspiegel über dem Beton gegen den der Umgebung erhöhen, so lange der Beton noch weich ist, so schützt dies gegen Risse, es ist dies auch sehr zu berücksichtigen, wenn während der Zeit der Wasserstand außen höher wird, als in der Baugrube, was nicht sein soll.

Jedenfalls muß die Betonlage mehrere Jahre noch gegen stark strömendes Wasser verwahrt sein, deßhalb muß die Spundwand über sie heraufragen und nöthigenfalls noch durch besondere Vorrichtungen, z. B. einen Steinanwurf, gesichert werden.

Auch gegen den Umstand, daß bei Vertiefung der Sohle des Gewässers die Betonlage unterwaschen werden kann und dann dem stückweisen Abbrechen ausgesetzt ist, muß man auf der Hut sein, daher geize man nicht an den Spundwänden, man könnte sonst leicht durch eine unbedeutende Ersparniß, wenn nicht den ganzen Bau gefährden, doch oft die zehnfache Summe zu Ausbesserungen aufzuwenden genöthigt sein, wie dies die gewöhnliche Folge halber Maßregeln ist.

Außer den hier beschriebenen Gründungen kommen beim Kunstbau noch andere vor, wie z. B. die durch Senkkaften, wo das Mauerwerk in einem wasserdichten Kasten gefertigt und in diesem, sobald es die Höhe des Wasserspiegels erreicht hat, durch Einlassen von Wasser versenkt wird. Eine Beschreibung dieses Verfahrens, zu dem man bei unsern Bauwerken wohl schwerlich zu greifen genöthigt ist, mag in den Schriften, die sich mit diesem Gegenstand eingehender befassen (z. B. Becker, Allg. Baukunde des Jng.), aufgesucht werden.

§. 121.

Bei der Steinbrücke kommen in Betracht 1. die Widerlager, 2. die Flügelmauern, 3. das Gewölbe, 4. die Brüstungen, 5. die Fahrbahn.

§. 122.

1. Die Widerlager bilden nebst dem Gewölbe den wichtigsten Theil der Brücke, indem sie das Gewölbe zu stützen, allen Angriffen des Wassers zu widerstehen und den Zusammenhang der Brücke mit den Ufern zu vermitteln haben, daher müssen sie aus möglichst gutem Material und aufs Genaueste gearbeitet sein. Auch hier gilt die Regel, die größten und besten Steine an die vom Wasser am meisten bedrohten Orte, also ins Fundament und an den Kanten, besonders an den obern, anzubringen, ebenso müssen die Außenwände aus Steinen gebildet werden, welche möglichst gute Stirnen haben.

Je nach den zur Verfügung stehenden Steinen und den Geldmitteln wird man sich für regelmäßig geschichtetes oder rauhes Mauerwerk, für Quader- oder sonst gehauene Steine (Werksteine) oder gewöhnliche Bruchsteine entschließen.

Geschichtetes Mauerwerk wird man stets wählen bei Steinen, welche sich leicht und regelmäßig bearbeiten lassen, also insbesondere bei allem geschichtetem Gestein, wie z. B. Sandstein, Kalk u. dgl., ungeschichtetes dagegen bei sehr schwer zu bearbeitendem, wie Granit, Gneiß, Porphyr u. s. w. Bei letztem müssen aber — wenigstens die für die Gewölbe und die Außenseiten bestimmten — Steine an den Stoßfugen so weit bearbeitet werden, daß sie zusammenpassen. Wie weit man über das Nothwendigste hinausgehen darf, hängt von den Mitteln ab. Je weniger regelmäßig die Steine sind, um so sorgfältiger müssen sie miteinander verbunden werden, um so besser muß der Mörtel und um so weniger geizig darf man mit ihm sein. So weit das Wasser reichen kann, muß hydraulischer Mörtel angewendet und bei niederm Wasserstand durch Auffüllung von Wasser die Erhärtung des Mörtels beschleunigt, jedoch dafür gesorgt werden, daß er dabei nicht ausgewaschen und weggeschwemmt wird.

Daß man nur feste und genügend starke Steine, die dem auf sie wirkenden Druck zu widerstehen vermögen, wählen darf, ist selbstverständlich.

Wo andere Steine fehlen, lassen sich auch Backsteine bei allen Theilen der Brücke verwenden, allein man muß darauf sehen, daß sie fehlerfrei und gut gebrannt sind; am besten taugen die Klinker.

Auf die Fundamente, von welchen die Haltbarkeit der Widerlager, also der ganzen Brücke zunächst abhängt, muß besondere Sorgfalt verwendet werden, und sie müssen jedenfalls bis auf eine Tiefe unter der Sohle reichen, daß sie nicht unterwaschen werden können, wovon bereits bei den Gründungen die Rede war.

Die Stärke der Widerlager richtet sich nach dem Druck, den sie auszuhalten haben, welcher sowohl senkrecht, als wagrecht (seitwärts schiebend) wirkt. Er ist verschieden, je nach der Höhe, je nach der Art und nach der Spannweite des Gewölbes, außerdem aber muß die Widerlagerstärke auch mit Rücksicht auf das Material und die Sorgfalt bei der Arbeit angenommen werden, denn je weniger befriedigend diese sind, um so stärkere Maße wird man anzuwenden haben.

Man wird wohl daran thun, auch bei kleinern Brücken nicht unter $2\frac{1}{2}$ Fuß (0,75 Meter) herab zu gehen. Will man vom Fundament nach oben die Widerlager schwächer werden lassen, so gilt jenes Maß jedenfalls als das Kleinste. Für Brücken bis 15 Fuß (4,5 Meter) Spannweite genügen 3 Fuß (0,9 Meter), bis 30 Fuß (9 Meter) Spannweite 6 Fuß (1,8 Meter) Stärke der Widerlager bei mäßiger Höhe der Brücke für Vicinal- u. Wege.

Die Stärke der Widerlager soll nach allgemeinen Annahmen bei Gewölben, die einen Halbkreis bilden, $\frac{1}{5}$ und bei flachern Gewölben $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{3}$ der Spannweiten betragen.

Die Länge der Widerlager wird gewöhnlich gleich ihrer Höhe angenommen, wobei indessen die Beschaffenheit der anstößenden Ufer, die Wassermasse und deren Geschwindigkeit u. s. w. von Einfluß sind, so daß im Felsboden eine geringere Länge genügt, als im lockern Boden. Die Länge muß jedenfalls eine solche sein, daß ein Wasserangriff hinter dem Widerlager verhütet wird. In weiten Flußthälern kann eine Fortsetzung der Widerlager bis zu solcher Länge aber nicht geschehen, und hier muß dieselbe dem praktischen Ermessen anheim gegeben, jedenfalls aber dann dafür gesorgt werden, daß, wenn in Folge eines Durchbruchs des Wegkörpers die Brücke mit dem Ende ihrer Widerlager bloß gelegt werden sollte, die Wände derselben möglichsten Widerstand leisten können, daher auch hier starke und gut in Mörtel versetzte Steine nöthig sind.

§. 123.

2. Die Flügelmauern umfassen das Ufer ober- und unterhalb der Widerlager, an welche sie sich anschließen, und ruhen auf demselben Fundamente. Sie haben den Angriffen des Wassers, so wie dem seitlichen Druck des Bodens zu widerstehen, sind also den im Wasser stehenden Stützmauern zu vergleichen. Ihre Stärke wird nach dem früher Gesagten leicht zu bemessen sein, und ihre Länge sich nach den Umständen richten. Ihre Form kann geradlinig oder ausgebogen sein.

§. 124.

3. Das auf den Widerlagern ruhende Gewölbe hat nicht nur sich selbst zu stützen, sondern auch Brüstungen und die auf die Brücke drückenden Lasten zu tragen, und daher hat sich seine Stärke nach der Gesamtlast zu richten. Der Form des Gewölbes liegt entweder der Halbkreis, oder ein Bogenabschnitt (Stichbogen), oder eine Ellipse (Korbbogen oder gedrückter Bogen) zu Grunde, den überhöhten oder gothischen Bogen, der nur selten zur Anwendung beim Brückenbau kommt, können wir übergehen.

§. 125.

Das halbkreisförmige Gewölbe ist das einfachste und widerstandsfähigste, dabei ist es auch für ungeübtere Arbeiter am leichtesten herzustellen, allein es läßt im Verhältniß zu seiner Höhe und Weite bedeutend weniger Wasser durch, als die andern Gewölbearten, es erfordert eine größere Höhe über dem Wasserspiegel, und wenn eine bestimmte Höhe festgehalten werden muß, die nicht mit einem Halbkreis überspannt werden kann, mehr Pfeiler als jene.

§. 126.

Die Bogenausschnitts- oder Stichtogengewölbe lassen bei gleicher Höhe wie die Kreisbogengewölbe weit mehr Wasser durch, können also für eine gewisse Wassermasse niedriger gehalten werden, allein, weil ihr Seitenschub größer ist, müssen die Widerlager und das Gewölbe selbst von größerer Stärke sein.

§. 127.

Ähnlich verhalten sich die Gewölbe, deren Bogen einer Ellipse folgen, oder die Korbbogengewölbe, doch äußern sie weniger Seitenschub, und können daher von geringerer Stärke sein, als die vorigen; sie lassen aber etwas weniger Wasser durch.

Beide können, auch bei unsern Wegen, wenn die Fahrbahn keine hohen Uebergänge erlaubt, angewendet werden, die Korbbogen jedoch, weil sie mehr Arbeit erfordern, wohl nur ausnahmsweise.

§. 128.

Wenn das Brückengewölbe von der Sohle aufsteigen und der Halbkreisform entsprechen soll, liegt der Mittelpunkt des Kreises in der Mitte der Sohle, welche in diesem Falle die Sehne bildet. Die Senkrechte vom Scheitelpunkt bis zur Sehne, deren Länge der Spannweite gleich ist, heißt Pfeil. Beim Halbkreis beträgt derselbe $\frac{1}{2}$ der Spannweite, ist er aber, wie z. B. beim Stichtogen, kleiner, als der Halbmesser des Gewölbes, so sagt man, das Gewölbe habe eine Verdrückung und bezeichnet das Maß derselben durch einen Bruch, in welchem der Pfeil den Zähler, die Spannweite den Nenner bildet. Ist also der Pfeil = 4, die Spannweite = 40, so haben wir $\frac{4}{40}$ = $\frac{1}{10}$ Verdrückung. Obwohl beim Kunstbau Verdrückungen bis zu $\frac{1}{20}$ schon angewendet worden sind, ist es doch rathsam, hierin vorsichtig zu sein, und daher gilt die Regel, wenn der Bau mit Quadern oder sehr guten Backsteinen ausgeführt wird, bei Spannweiten unter 30 Fuß (9 Meter) höchstens $\frac{1}{10}$, bei größeren höchstens $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{6}$ Verdrückung anzunehmen. Bei gewöhnlichen Mauersteinen kann die Verdrückung bei Spannweiten von 10 Fuß (3 Meter) $\frac{1}{8}$, von 20 Fuß (6 Mtr.) $\frac{1}{7}$, von 30 Fuß (9 Mtr.) $\frac{1}{6}$ betragen, bei rauhen Steinen aber nur $\frac{1}{6}$, $\frac{1}{5}$ und $\frac{1}{4}$.

Der gedrückte Bogen wird gefunden: Man errichte auf der Spannweite a b, Figur 67, die Senkrechte ce, trage auf diese vom Mittelpunkt der Spannweite a b die Pfeilhöhe d, so sind a d b die Punkte, durch welche der verdrückte Bogen gehen muß. Um den dazu gehörigen Halbmesser zu finden, beschreibe man einen Bogen oberhalb und unterhalb a d von a aus, schneide denselben aus d und ziehe die Halbierungslinie f g, ebenso suche man h i, wo diese beiden Linien sich schneiden, also in k, liegt der Mittelpunkt des Kreises, zu wel-

dem der gesuchte Bogen $a d b$ gehört, der mit dem Halbmesser $kd = ak = kb$ beschrieben wird.

Wenn der gedrückte Bogen aus 3 oder mehr Bogenlinien zusammengesetzt ist, so heißt er *Korb bogen*.

Man kann Korblinien von mancherlei Art zusammensetzen, und dies geschieht bei Kunstbauten sehr oft, auch ohne besonderen Zweck, als etwa den, eine neue Konstruktion anzuwenden. Bei unsern Bauten wird man sich an die einfachste halten, und sie besteht darin, daß man zuerst die Spannweite $a b$, Figur 68, aufträgt, sie halbirt, im Halbierungspunkt c eine Senkrechte $c d$ errichtet, welche der Höhe der Wölbung gleich ist. Hierauf verbindet man die Punkte $a d$ und $b d$. Sodann zieht man von der halben Spannweite $a c$ die Höhe der Wölbung $c d$ ab, trägt mit dem Rest die Linien $d e$ und $d f$ auf $a d$ und $b d$, halbirt die erhaltenen Linien $a e$ und $b f$ und zieht die auf dem Halbierungspunkt Senkrechten $g i$ und $h k$, die man verlängert, bis sie sich in dem auf der Verlängerung von $c d$ liegenden Punkte l schneiden. Dieser Punkt l ist der Mittelpunkt für den untern Bogen $g d h$, die Punkte i und k sind die Mittelpunkte für die Seitenbogen ag und bh , welche 3 Bogen zusammen die gesuchte Korblinie $a g d h b$ bilden. Wir wollen dies auch nach den Maßen erläutern:

Die Spannweite $a b$ des Gewölbes betrage an der Sohle 24 Fuß (8,2 Meter). Die Fahrbahn liege 13 Fuß (3,9 Meter) über der Sohle, das Gewölbe erhalte oben eine Dicke von 2 Fuß (0,6 Mtr.), die Beschotterung von 1 Fuß (0,3 Mtr.), es bleibt also von der Sohle bis zur Wölbung eine Höhe $c d$ von 10 Fuß (3 Meter). Die Länge von $e d$ beträgt $a c - c d$, also $12 - 10 = 2$ Fuß (3,6 - 3 = 0,6 Meter), durch Auftragen derselben auf $a d$ und $b d$ erhalten wir die Linien $a e$ und $b f$, das weitere Verfahren ist bereits erläutert. Nehmen wir nun die Gewölbedicke unten zu 3 Fuß (0,9 Meter) an, so ist auch der obere Bogen leicht zu konstruiren.

Wenn die Fahrbahn bedeutend höher liegt, als die halbe Spannweite beträgt, diese mithin als Halbmesser eines Halbkreisgewölbes angenommen werden darf, und außerdem noch eine gewisse Höhe übrig bleibt, so hat man die Wahl, entweder zwischen dem Rücken des Gewölbes und der Fahrbahn eine stärkere Auffüllung vorzunehmen, was in der Regel das wohlfeilste ist, Figur 69, oder das Halbkreisgewölbe auf erhöhte Widerlager zu stellen, Figur 70, wodurch eine größere Wassermasse unter der Brücke weglaufen kann. Jedenfalls hat eine Brücke letzterer Art eine bessere Form, und wenn man in den Mitteln nicht allzusehr beschränkt, auch der Raum für das Wasser genügend ist, verbinde man die beiden Konstruktionen Figur 69 und 70 zu einer dritten, Figur 71.

§. 129.

Zu dem Gewölbe wählt man die besten und von diesen die schönsten Steine zu den Außenseiten. Sehr zweckmäßig, wenn auch nicht gerade noth-

wendig ist es, wenn eine Zeichnung der Brücke, oder einer Brückenhälfte in natürlicher Größe auf gut zusammengepaßte, glatt gehobelte Bretter aufgetragen wird, nach der die einzelnen Steine gearbeitet werden. Will man dies nicht, so fertigt man für dieselben Schablonen und bestimmt die Zahl der hienach zu fertigenden Steine. Die Gewölbesteine können entweder gleiche Länge erhalten, oder man kann die untern — die sogenannten Kämpfer — länger machen, dies kann 0,2 bis 0,5 und mehr der Länge des Schlußsteins betragen. Die Länge des Schlußsteins wird gewöhnlich bei Spannweiten unter 5 Fuß (1,5 Meter) zu 1 Fuß (0,3 Meter), bei solchen von 10 Fuß (3 Meter), zu 1,2 Fuß (0,36 Meter), bei 15 Fuß (4,5 Meter), zu 1,5 Fuß (0,45 Meter), bei 20 Fuß (6 Meter), zu 2 Fuß (0,6 Meter), bei 30 Fuß (9 Meter), zu 3 Fuß (0,9 Meter) angenommen, darf aber besonders bei Halbkreisgewölben, gutem Material und genauer Arbeit ohne Nachtheil etwas geringer sein. Der Schlußstein bestimmt zugleich die Dicke des Gewölbes. Da Gewölbesteine von solchen Massen oft schwer aufzutreiben wären, stellt man auch 2 bis 3 Steine übereinander, deren Stoßfugen in einer Linie, d. h. vom Bogen nach dem Mittelpunkt, also radial liegen.

§. 130.

Die Ausführung des Gewölbes jeder Art geschieht mit Hülfe der sogenannten Lehrgerüste, welche dasselbe so lange zu stützen haben, bis es nach Einsetzung der Schlußsteine sich selbst zu tragen vermag. Die Lehrgerüste erfordern eine ganz besondere Sorgfalt, denn von ihnen hängt die richtige Form des zu errichtenden Gewölbes ab. Dabei müssen sie die nöthige Stärke haben, so daß sie, ohne sich zu biegen oder zu verrücken, die Steine tragen, aber doch nicht überflüssig Holz in Anspruch genommen wird, auch ist bei größern Gerüsten darauf Bedacht zu nehmen, daß man später das Holz anderwärts verwenden kann. Endlich müssen sie so eingerichtet sein, daß sie vom Wasser während des Baues nicht beschädigt, und daß sie, wenn das Gewölbe fertig ist, leicht und ohne Gefahr herausgenommen werden können.

Alle Gewölbe von größerer Spannweite senken sich im Scheitel, theils während der Arbeit, theils nach dem Wegnehmen der Lehrgerüste, oder wie man sich ausdrückt: nach der Ausrüstung, bei Brücken von geringer Spannweite ist die Senkung bei gutem Material und sorgfältiger Ausführung jedoch nur wenig bedeutend und dürfte es genügen, bei Spannweiten von 10 Fuß (3 Meter), etwa 1 Zoll (0,03 Meter), bei 20 Fuß (6 Meter), 1 1/2 Zoll (0,045 Meter), und bei 30 Fuß (9 Meter), 2 Zoll (0,06 Meter) an Höhe bei den Lehrbogen zuzugeben, wonach sich die Brücke später in richtiger Form befinden wird. Bei besonders genauer Arbeit wird man die Zugabe noch um 1/4 bis 1/2 verringern dürfen.

Man unterscheidet stehende und hängende Gerüste, letztere kommen da

in Anwendung, wo Schifffahrt oder Flößerei während des Baues nicht unterbrochen werden darf, oder wo man bedeutende Hochwasser während des Baues zu besorgen hat. Da dies mehr an größeren Strömen der Fall, außerdem die Einrüstung ohnehin Sache des Maurers und Steinhauers ist, wollen wir nur die stehenden Gerüste etwas näher betrachten. Fig. 72 zeigt die Quer-, 73 die Längenanischt.

Man kann sie aus Bohlen, Schwellen und Pfosten zusammensetzen und bei kleinern Brücken selbst Latten zur obern Verschalung anwenden, nur ist dafür zu sorgen, daß letztere gehörig unterstützt sind, damit sie sich nicht biegen. Daß die Lehrgerüste genau nach der Zeichnung der Brücke und der etwaigen Zugabe wegen dem Senken gearbeitet werden müssen, versteht sich von selbst.

Ist die Brücke groß, so werden statt der Latten 4—5zöllige (0,12 bis 0,15 Meter) starke Hölzer genommen. Das Verschalen mit Brettern ist weniger zweckmäßig, weil während des Geschäftes die Stoßfugen nicht sichtbar sind, man also nicht beurtheilen kann, ob die Fugenlinien richtig sind. Bei Latten oder stärkern Hölzern sind sie stets zwischen je zwei der letztern, also sichtbar.

So weit die Widerlager reichen, wird nun ein Gerüst auf beliebige Art hergerichtet und überall mit Klammern gehörig befestigt. Zuletzt werden die Lehrbogen auf Keile gestellt und ebenfalls durch Klammern und wenn nöthig durch Streben auch seitlich verbunden, damit sie in richtiger Stellung bleiben.

§. 131.

Man beginnt von den Widerlagern aus gleichzeitig von beiden Seiten mit dem Aufmauern des Gewölbes und sucht für jede Schicht möglichst gleiche Steine, damit die Lagerfugen in einer Linie und parallel laufen. Je richtiger die Steine bearbeitet sind, um so weniger bedarf man des Mörtels, da nicht dieser, sondern der gegenseitige Druck jener die Verbindung erzielen soll.

Der verständige Maurer wird daher den Mörtel vorzugsweise nur zur Ausfüllung der Unebenheiten verwenden, die selbst bei Werksteinen nicht zu vermeiden sind. Im Nothfall werden im Innern des Gewölbes befindliche Zwischenräume tüchtig ausgefeilt, dies kommt besonders bei der Verwendung von rauhen Steinen vor und bedingt die Anwendung einer größern Menge von Mörtel, an den Außenwänden sucht man es aber möglichst zu vermeiden.

Wenn man sich der Backsteine zu Gewölben bedienen will, ist es am besten, sie in keilförmigen Stücken zurichten und brennen zu lassen, obwohl auch die von gewöhnlicher Form benutzt werden können. Sie müssen, wie überhaupt alle Steine, vor dem Vermauern in Wasser getaucht werden, damit sie den Mörtel, der hier besonders nöthig ist, leichter annehmen. Sobald das Gewölbe geschlossen ist, wird es übermauert, wobei man darauf zu sehen hat,

daß jede Gewölbefschicht von oben herab mit Mörtel versehen wird, der in etwa vorhandene Räume eindringt. Die Ausführung der Stirnmauern geht damit gleichen Schritt. Die Hintermauerung der Gewölbe geschieht gewöhnlich in der Art, daß sie auf den Widerlagern am stärksten ist und nach oben hin an Dicke abnimmt, doch soll das Mauerwerk neben dem Schlußstein noch ungefähr so dick sein, als dieser hoch ist. Hat man die Höhe desselben erreicht, so wird die Mauerfläche abgeebnet und gereinigt, und es wird nun ein Guß von hydraulischem Mörtel oder Beton von mindestens 3 bis 4 Zoll (0,09 bis 0,12 Meter) Höhe aufgetragen, welcher die doppelte Bestimmung hat: in die Fugen und sonstigen Zwischenräume einzudringen, also sie auszufüllen, sodann das Gewölbe vor dem Einsickern des auf die Fahrbahn kommenden Wassers abzuschließen, was durchaus nothwendig ist.

Auf die Stirnfläche des Schlußsteins haben wir stets die Jahreszahl der Erbauung einhauen lassen.

Bei Ausführung der Stirnmauern ist zugleich der Anschluß etwaiger Flügelmauern zu vermitteln.

§. 132.

4. Die Brüstungen erscheinen als Fortsetzung der Stirnmauern und ruhen auf diesen entweder unmittelbar, oder durch Vermittlung von Gurten oder Tragsteinen, was der Brücke ein gefälligeres Ansehen gibt und die Erweiterung der Fahrbahn ermöglicht.

Die Brüstungen bestehen entweder aus trockenem Mauerwerk, welches oben mit Nasen belegt wird, oder das Mauerwerk wird in Mörtel versetzt und gewöhnlich mit Platten belegt, die wohl auch mittelst eiserner Klammern, welche durch eingegossenes Blei mit dem Stein verbunden sind, zusammengehalten werden, oder, was vorzuziehen ist, aus Quadern, die mit einem guten Steinkitt in den Fugen ausgestrichen werden. (Zu letztem nimmt man 8 Theile pulverisirte Silberglätte, 3 Theile Ziegelmehl und 1 Theil fein zerstoßenen Quarz und macht es mit Leinöl zu einer zähen Masse an.)

Werden die Stirnmauern nicht bis zur Höhe der Fahrbahn fortgeführt und ist zwischen dieser und dem Gewölbe eine mehr oder minder hohe Auffüllung, so werden auch statt der Brüstungen Abweissteine eingesetzt, die gewöhnlich auch nach den Brüstungen noch eine Strecke weit angewendet werden.

Die Höhe der Brüstungsquader soll 1,6 Fuß (0,48 Meter), ihre Dicke 1,4 Fuß (0,42 Meter) mindestens betragen, wird die Brüstung aus Mauerwerk gemacht, so ist eine Höhe von 2 bis 3 Fuß (0,6 bis 0,9 Meter) die gewöhnliche, ebenso hoch und etwa halb so dick wählt man die Abweissteine.

§. 133.

5. Die Fahrbahn wird hergestellt, sobald der Mörtelguß genügend

erhärtet, was gewöhnlich nach einer Woche geschehen ist. Es wird dabei nach denselben Grundsätzen verfahren, wie bei der Beschotterung des Weges im Allgemeinen, allein man kann bei der geringen Strecke über die Brücke, einschließlich ihrer nächsten Begrenzung, ohne wesentlichen Mehraufwand eine besonders gute Ausföhrung vornehmen, wobei auch für die Wasserableitung gesorgt werden muß.

§. 134.

Die Wegnahme der Lehrgerüste, oder die Ausrüstung des Gewölbes ist eine Sache von großer Wichtigkeit, besonders wenn man mit geringem Material, mit bloßen Bruch- oder mit Rauhsteinen bauen muß. Manche aus solchen hergerichtete Brücke ist lediglich durch ungeschickte Ausrüstung verunstaltet worden.

Hat man mit einem Wasser zu thun, bei welchem die Lehrgerüste gefährdet sind, so baue man, wenn möglich mit Werkstücken, weil diese unbedenklich eine frühere Ausrüstung gestatten, oder sorge dafür, daß die Hauptmasse des Wassers durch eine seitliche Ableitung von der Brückensohle abgehalten wird.

Im Allgemeinen ist man über die Zeit der Ausrüstung noch nicht einig. Manche behaupten, es solle die Ausrüstung geschehen, bevor der Mörtel erhärtet, aber wenn er auch nicht mehr so weich sei, daß er durch den Druck völlig zu den Fugen herausgepreßt werde, und je größer die Brücke, desto länger müsse man zuwarten.

Diese beginnen in gewöhnlichen Fällen die Ausrüstung damit, daß 4 bis 8 Tage nach dem Schluß des Gewölbes die unter den Lehrbogen befindlichen Keile, auf die man während der ganzen Bauzeit ein wachsamcs Auge haben muß, etwas herausgetrieben werden, so daß, wenn man an den Lehrbogen ein Uebermaß für die Senkung gegeben hat, dieselben gerade um so viel sich senken. Dieses Austreiben der Keile muß aber gleichzeitig an allen Bogen geschehen, weil sonst ein ungleiches Senken die Folge wäre, und gut ist es, wenn an jedem Keil gewisse Maße durch Striche schon beim Einrüsten bezeichnet worden sind, damit jeder Arbeiter genau weiß, wie weit er beim Ausrüsten den Keil auszutreiben hat.

Nach weitem 10 bis 20 Tagen soll im Sommer die Ausrüstung vollständig geschehen, in andern Jahreszeiten und bei feuchter Witterung kann es 8 bis 10 Tage länger dauern, es ziehen selbst manche Baumeister vor, 2 bis 3 Monate und noch länger zu warten, was an Orten, wo man Hochwasser zu befürchten, aber seine mißlichen Seiten hat.

Anderc — und zwar sehr erfahrene Ingenieure — behaupten dagegen, die Ausrüstung sei am gerathensten, sobald das Gewölbe geschlossen sei, denn dadurch werde die Brücke in den höchsten Grad von Festigkeit versetzt, deren sie fähig wäre, und wenn hier auch durch ortweise Senkungen die untere

Gewölbefläche etwas verunstaltet, so sei dies besser, als wenn die Brücke an solchen Theilen lediglich durch den Mörtel zusammengehalten werde, der früher oder später doch nachgäbe. Verschiedene sofort oder wenige Tage nach Einsetzen des Schlußsteines ausgerüstete Gewölbe sprechen hiefür, und wenn wir auch die von uns bis jetzt gebauten Brücken erst einige Zeit nach dem Schluß des Gewölbes ausgerüsten ließen, so stehen wir nicht an, obige Ansicht für die richtigere zu halten.

Dazu kommt, daß hierin noch ein besonderer Sporn liegt, einmal für den Arbeiter, beziehungsweise Affordanten, der weiß, daß er durch den Mörtel schlechte Arbeit nicht bemänteln, und zum andern für das Aufsichtspersonal, das sich nicht entschuldigen kann, wenn Fehler von Belang sofort zu Tage treten.

Daß beim Ausrüsten gleichzeitige Arbeit und Vorsicht zu empfehlen ist, versteht sich von selbst, wie es zu geschehen hat, weiß jeder Maurer.

§. 135.

Figur 74 zeigt eine gewölbte Dohle mit belegter Sohle, die da angewendet wird, wo es an zu Deckeln geeigneten Steinen fehlt.

§. 136.

In Fig. 75 geben wir die Seitenansicht und in Fig. 76 den Durchschnitt einer Brücke mit Halbkreisgewölbe von 10 Fuß (3 Meter) Spannweite, bei gleicher Höhe der Fahrbahn nach den oben angegebenen Maßen. Die Breite der Fahrbahn beträgt 12 Fuß (3,6 Meter). Das sichtbare Mauerwerk ist geschichtet und aus Werkstücken, das verdeckte aus Rausteinen gefertigt. Die Widerlager ruhen auf Kies, die Sohle ist durch einen Steinwurf vermehrt.

§. 137.

Die Figur 77 zeigt eine Brücke mit Strebengewölbe von 20 Fuß (6 Meter) Spannweite mit 3 Fuß (0,9 Meter) Pfeilhöhe, also nahezu $\frac{1}{7}$ Verdrückung. Sie besteht aus gewöhnlichen Bruchsteinen, die Stirne des Gewölbes aus Werkstücken, die an den Stoßfugen genau und glatt bearbeitet, sonst aber nur rauh zugerichtet (bosirt) sind. Auf der einen Seite ist das gesammte Mauerwerk und die Sohlenabpflasterung, auf der andern die Fahrbahn und der Mörtelguß über dem Gewölbe zu ersehen. Auch schließt sich hier eine Flügelmauer an, die mit einer bis an die Hochwasserlinie reichenden Stützmauer zusammenhängt, zwischen dieser und der Fahrbahn ist eine Erdböschung. Die Brüstungen bestehen aus Mauerwerk und sind, wie auch die Flügelmauern, mit Platten belegt. Gurten zwischen Stirn- und Brüstungsmauern sind, weil sie nicht gerade nöthig, weggelassen, würden aber der Brücke zur Zierde gereichen. Wegen bedeutender Gewalt der Hochwasser sind die Widerlager besonders verstärkt.

§. 138.

In Figur 78 ist das Korbbogengewölbe vertreten. Der obere Bogen hat eine nur geringe Verdrückung von $\frac{1}{30}$. Nur die Gewölbefirstensteine sind in den Stoßfugen behauen, alles übrige Mauerwerk ist rauh. Die Brücke ruht auf festem Fels und ist auf der einen Seite in eine Spalte desselben eingemauert. Auf der andern Seite ist eine Flügelmauer, die jedoch nur kurz ist, weil der Bach ein sehr starkes Gefäll hat. An dieselbe schließt sich eine Steinböschung an. Unter der Brücke sind die Widerlager durch Vorlagen gedeckt. Die Brüstung besteht aus 10 Fuß (3 Meter) langen Trockenmauern, die mit Rasen bedeckt, und durch 2 Fuß (0,6 Meter) lange Zwischenräume unterbrochen sind.

§. 139.

Wenn es aus irgend einem Grunde nicht angeht, eine gegebene Weite mit einem Bogen zu überspannen, so müssen deren 2 oder mehrere errichtet und durch Pfeiler zwischen den beiden Landfesten gestützt werden. Da dies jedoch bei unsern Bauten sehr selten vorkommen wird, beschränken wir uns darauf, anzugeben, daß die Stärke der Pfeiler bei Halbkreisgewölben $\frac{1}{5}$ der Spannweite, bei Stich- und Korbbogen, wenn sie nur wenig verdrückt sind, $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{5}$, bei sehr flachen Bogen aber bis zu $\frac{1}{3}$ derselben betragen soll. Außerdem gilt das früher schon von den Pfeilern Gesagte.

In Figur 79 ist ein Pfeiler dargestellt, welcher zwei Brückenbogen von je 30 Fuß (9 Meter) Spannweite mit $\frac{1}{5}$ Verdrückung stützt, dabei $\frac{1}{3}$ der Spannweite dick ist und wohl keiner weitern Erläuterung bedarf.

IV. Abschnitt. Brücken von Eisen.

§. 140.

Obwohl das Eisen vielfach beim Bau der hölzernen Brücken zur Verbindung gebraucht wurde, kam man doch erst nach dem Jahre 1773 dazu, eine Brücke ganz von Eisen zu bauen. Anfänglich bediente man sich des Gußeisens, bald aber lernte man die Vortheile des Schmiedeisens kennen und jetzt ist selbst die Anwendung von Blech eine sehr ausgebreitete, da man bei angemessener Konstruktion demselben die größten Lasten anvertrauen kann. In neuerer Zeit ist das Eisen bedeutend wohlfeiler, seine Anwendung daher häufiger geworden. Dazu kommt, daß man hiemit große Spannweiten ohne Pfeiler und in einer Höhe, die die Hochwasserlinie gerade nur überragt (natürlich mit Rücksicht auf schwimmende Gegenstände, die das Wasser bringen kann), zu überbrücken vermag, daß eiserne Brücken in schiefer Stellung weit leichter auszuführen sind, wie steinerne, daß die Brücke von Eisen in der