

Dicke erhalten. Auf Eisenbahn-Brücken, wo nur wenige Personen zu gehen haben, aber ausspringenden Wägen ein Widerstand gegen das Abstürzen geboten werden soll, wird häufig die Dicke des Geländers grösser als seine Höhe gemacht (Fig. 2); manchmal überträgt man diesen Widerstand den Gurtgesimsen, indem man sie über die Planhöhe legt (eo, Fig. 9 und 10); in den meisten Fällen aber werden die Geländer der Bahn- und Wegbrücken gleich behandelt. Die Aussenseite des Geländers fällt in der Regel mit der Stirnfläche der Brücke in eine Ebene; eine Ausnahme hiervon, wie sie auf Blatt 2 vorkommt, erklärt die hierüber auf S. 37 gemachte Bemerkung.

Lehrgerüste.

Ein Brückengewölbe kann nur über einem Gerüste ausgeführt werden, welches die Wölbesteine so lange unterstützt, bis sie nach eingetretenem Gewölbschlusse sich selber tragen können. Dergleichen Gerüste heissen Lehrgerüste und bestehen aus lothrechten Rippen oder Lehrbögen, die unter sich zu einem festen Ganzen verbunden und oben mit Schalhölzern überdeckt sind, welche die Leibungsfläche des Gewölbes darstellen. Man unterscheidet zwei Arten von Lehrgerüsten: gestützte, welche zwischen den Widerlagern mehrere Stützpunkte haben, und gesprengte, welche nur in den Widerlagern oder Pfeilern ihre Unterstützung finden.

Es ist leicht einzusehen, dass beide Arten der Lehrgerüste ganz verschieden auf die Widerlager oder Pfeiler wirken: die gestützten Gerüste werden gar keinen oder doch nur sehr geringen Druck auf die Mauermassen ausüben, während die gesprengten Lehrgerüste gerade so, wie die Gewölbe selbst, auf ihre Unterlagen drücken. Dieser Umstand ist bei der Wahl der Constructionsweise eines Lehrgerüstes sehr wohl zu beachten. Denn während nach Wegnahme der gestützten Lehrgerüste die Widerlager und Pfeiler auf einmal stark belastet werden, empfangen sie bei gesprengten Lehrgerüsten diese Belastung nach und nach; es wird somit das Setzen der Gewölbe in dem letzteren Falle viel gleichmässiger vor sich gehen als in dem ersteren, was für die Festigkeit des Gewölbes von grossem Belange ist.

Sei nun das Lehrgerüste ein gestütztes oder ein gesprengtes; so soll es doch stets folgende allgemeine Anforderungen erfüllen:

1) Es soll das ganze Gewölbe bis zur Ausrüstung mit Sicherheit tragen, ohne sich zu setzen oder einzubiegen und ohne zu viel Material in Anspruch zu nehmen.

2) Die Belastungen seiner Schenkel mit den nach und nach zu versetzenden Wölbschichten sollen die Form der Lehrbögen nicht verändern.

3) Seine Einrichtung soll so sein, dass es sich, ohne ein plötzliches Setzen des Gewölbes hervorzurufen, wegnehmen und entweder als Ganzes oder in seinen Theilen wieder verwenden lässt.

4) Es soll den Verkehr auf dem zu überbrückenden Wege oder Flusse nicht hemmen und in letzterem keine starke Stauung bewirken.

Da sich die Gewölbe nach ihrer Ausrüstung erfahrungsgemäss immer setzen, so werden die Lehrgerüste um so viel, als die wahrscheinliche Senkung beträgt, überhöht. Auf theoretischem Wege lässt sich für diese Senkung kein Ausdruck finden, da dieselbe von zu vielen Einflüssen abhängig ist, wesshalb man sich mit Mittelwerthen begnügt, die auf Beobachtungen beruhen. Solche Werthe sind, wenn t die wahrscheinliche Senkung, s die Spannweite des Gewölbes und p dessen Pfeilhöhe bezeichnet,

1) für gut ausgeführte gestützte Lehrgerüste:

$$t = \frac{1}{200} (s - p), \text{ und}$$

2) für gut angeordnete gesprengte Lehrgerüste:

$$t = \frac{1}{100} (s - p).$$

Damit ein Lehrgerüste die nöthige Festigkeit ohne zu grossen Materialaufwand erlangt, müssen die Dimensionen seiner Bestandtheile nach den auf sie wirkenden Pressungen bestimmt werden. Man muss demnach diese Drücke zu berechnen im Stande sein und beurtheilen können, in welcher Weise sie sich von dem Kranze aus auf die übrigen tragenden Theile des Gerüstes fortpflanzen. Für den vorliegenden Zweck genügt es, Folgendes anzuführen:

1) Der senkrechte Druck, den eine Wölbschichte auf das Schalholz ausübt, ändert sich mit der Zunahme der Wölbung. Er ist für eine und dieselbe Schichte am grössten, wenn auf dieser Schichte noch keine andere liegt; sobald neue Schichten hinzukommen, wird der Druck der ersteren kleiner.

2) Der Sicherheit halber bestimmt man für jede Stelle des Lehrbogens den grössten Druck, den derselbe auszuhalten hat, wobei man annimmt, dass an dieser Stelle eine folgende Schichte noch nicht aufgelegt sei.

3) Wird die Reibung der Wölbesteine auf ihrer Unterlage, wodurch sich der senkrechte Druck derselben gegen das Lehrgerüste etwas vermindert, vernachlässigt, so findet man die Pressung \hat{D}_v der v^{ten} Wölbschichte von dem Gewichte \hat{P}_v , deren unteres Lager mit dem Lothe den Winkel φ_v bildet, aus der Gleichung $\hat{D}_v = \hat{P}_v \cos \varphi_v$.

4) Will man nun wissen, wie gross der Gesamtdruck auf ein Kranzstück ist, auf dessen Enden die v^{te} und μ^{te} Schichte treffen, so ist derselbe offenbar gleich der Summe aller \hat{D} von \hat{D}_v bis \hat{D}_μ .

5) Diesen Druck betrachtet man bei der Berechnung der Lehrgerüste als eine über das Kranzstück gleichmässig vertheilte Last, und darnach bestimmt man die Stärke desselben.

6) Aus den Pressungen, welche das Kranzstück auf seine Stützen ausübt, ergeben sich deren Dimensionen, indem man für den Fall, dass diese Stützen nicht einfache Hölzer, sondern Häng- oder Sprengwerke sind, jene

Pressungen nach den Gesetzen der Statik zerlegt und die so gefundenen Seitenkräfte mit der zulässigen Annahme des Materials in bekannte mathematische Beziehungen bringt.

Lehrgerüste werden vorzugsweise aus Holz unter Verwendung von eisernen Verbindungstheilen, in neuerer Zeit aber auch aus Eisen hergestellt. Da übrigens in Anbetracht der grösseren Herstellungskosten, welche eiserne Lehrgerüste erfordern, und wegen des Umstandes, dass bei einer wiederholten Verwendung derselben meist grössere Abänderungen nothwendig werden, ihre allgemeinere Anwendung in Frage steht, so wurde in den Blättern 7—9 nur die Construction hölzerner Lehrgerüste berücksichtigt, was besonders noch dadurch gerechtfertigt erscheint, dass die seither ausgeführten eisernen Lehrgerüste den hölzernen nachgebildet sind.

Auf den Blättern 7, 8 und 9 ist die Anordnung mehrerer gestützter und gesprengter Lehrgerüste in den zur Bestimmung aller Theile erforderlichen Projectionen gegeben.

Blatt 7.

Gestützte Lehrgerüste.

Die Figuren 1 bis 3 stellen eines der gestützten Lehrgerüste dar, welche bei dem Baue der Brücke über den Main bei Marktheidenfeld in Bayern angewendet wurden, und zwar ist Fig. 1 ein Schnitt nach der Mitte AB der Brückenbahn parallel mit den Stirnflächen; Fig. 2 eine Oberansicht, in welcher der Theil EB die Schalhälzer, AE die Kranzhölzer, AD die Lagerbalken des Kranzes zeigt, und Fig. 3 ein lothrechter Querschnitt nach der Linie EF, welche mit der Gewölbaxe in einer Ebene liegt.

Die Spannweite des Brückenbogens beträgt 23,35^m, die Pfeilhöhe 4,67^m. Die Ständer (a) und die Jochpfähle (d) stehen nach der Länge der Brücke 5,55^m und nach der Breite 0,93^m von Mitte zu Mitte auseinander. Jene ruhen hier unmittelbar auf dem Mauerabsatze b; sie könnten aber auch auf einer auf diesem Absatze liegenden Schwelle stehen. Von der inneren Pfeilerfläche sind sie durch Keile so weit entfernt gehalten, dass die Gurtgesimse von den oberen Balken nicht berührt werden. Mit den Ständern und Pfählen sind die Holme c durch Zapfen, und mit den Holmen die Balken e, welche in der Höhe des Bogenanfangs liegen, durch Kämme verbunden. Die Balken e sind wegen der grossen Entfernung ihrer Unterstützungspuncte verstrebt und es ruhen die Streben auf den Gurthölzern q, welche ihrerseits durch angeschraubte Sattelhölzer unterstützt werden. Die Balken i liegen bloss auf den Keilen k, welche zur Hebung und Senkung des Gerüstes dienen. Die Stützen f stehen senkrecht zur inneren Wölbungslinie und sind bis auf diejenigen, an denen sich die Gurten g befinden, in die

Balken i versetzt. Die eben ausgenommenen Stützen stehen mit Zapfen in Querbalken, welche auf die Längsbalken i gekämmt sind. In jeder einzelnen Bogenrippe werden alle Stützen von zwei angeschraubten und versetzten Streben s, und durch alle Rippen hindurch die auf den Querbalken stehenden Stützen von schiefen Gurten g, welche überblattet und angeschraubt sind, gehalten. Auf den Stützen sind die Holme o mit Zapfen und auf den Holmen die Kranzhölzer p mit Kämmen befestigt, während die Schalhälzer u frei auf den Rippen des Gerüstes liegen.

Eine etwas veränderte Anordnung eines gestützten Lehrgerüstes zeigen die Figuren 4, 5, 6 im Längenschnitt, Grundriss und Querschnitt. Dieses Gerüste diente zum Baue der Brücke über die Erft bei Grimlinghausen in Rheinpreussen und ist dem ersten Bande der „Bauausführungen des preussischen Staats“ entnommen. Da dieses Gerüste nach dem vorigen keiner näheren Beschreibung mehr bedarf und die Constructions-Unterschiede sich sofort durch eigene Vergleichung ergeben, so folgen nur wenige Bemerkungen.

Die genannte Brücke hat nur eine Oeffnung. Die Spannweite beträgt 21,97^m, die Pfeilhöhe 3,77^m, die Breite des Gewölbes 6,27^m. Dieses Gewölbe besteht aus Ziegeln und ist im Scheitel 1,1^m stark. Es wird nach den Seiten hin in vier gleichen Abtheilungen um je 0,13^m dicker, so dass es am Bogenanfang eine Stärke von 1,63^m hat. Der Verband der besonders gebrannten Ziegel, welche 2 bis 4½mal so gross als gewöhnliche Ziegel sind, ist in Fig. 7 für die grösste Gewölbstärke näher dargestellt. Es kam bei der Anordnung desselben darauf an, wegen der Absätze das Uebereinandergreifen der Steine bedeutend zu vergrössern, wesshalb die obersten Steine 0,39^m lang und eben so breit sind, während die übrigen Ziegel theils 0,39^m Länge und 0,26^m Breite, theils 0,26^m Länge und 0,26^m Breite, theils 0,26^m Länge und 0,12^m Breite, alle aber 6,6^{cm} Dicke haben.

Die Wölbung des Bogens dauerte nur vierzehn Tage und nach acht Tagen wurde die Ausrüstung in der Weise vorgenommen, dass sieben Tage lang die dreifachen Keile k, deren Flächen eine Neigung von $\frac{1}{16}$ hatten, allmählig zurückgeschlagen wurden. Bevor die Lösung der Keile begann, betrug die Senkung des Bogens im Scheitel 6,3^{mm}, am ersten Tage des Lösens 15,4^{mm}, am zweiten 18,9^{mm}, am dritten 25,2^{mm}, und so nahm sie bis zum achten Tage auf 63^{mm} zu. Nach der Hintermauerung der Gewölbschenkel betrug sie 67,2^{mm} und nach dem Aufführen der Stirnmauern und der Ueberfüllung mit Erde 71,4^{mm}. Später, als die Brückenöffnung auf zwei Drittel ihrer Höhe in Wasser stand, trat noch eine weitere Senkung von 21^{mm} ein. Man hatte eine Senkung von 147^{mm} erwartet und deshalb das Lehrgerüste um so viel erhöht: der Pfeil des Bogens ist somit etwas grösser als er nach dem Plane sein sollte.