

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<sup>m</sup>, die Pfeilhöhe 4,67<sup>m</sup>. Die Ständer (a) und die Jochpfähle (d) stehen nach der Länge der Brücke 5,55<sup>m</sup> und nach der Breite 0,93<sup>m</sup> 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<sup>m</sup>, die Pfeilhöhe 3,77<sup>m</sup>, die Breite des Gewölbes 6,27<sup>m</sup>. Dieses Gewölbe besteht aus Ziegeln und ist im Scheitel 1,1<sup>m</sup> stark. Es wird nach den Seiten hin in vier gleichen Abtheilungen um je 0,13<sup>m</sup> dicker, so dass es am Bogenanfang eine Stärke von 1,63<sup>m</sup> 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<sup>m</sup> lang und eben so breit sind, während die übrigen Ziegel theils 0,39<sup>m</sup> Länge und 0,26<sup>m</sup> Breite, theils 0,26<sup>m</sup> Länge und 0,26<sup>m</sup> Breite, theils 0,26<sup>m</sup> Länge und 0,12<sup>m</sup> Breite, alle aber 6,6<sup>cm</sup> 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<sup>mm</sup>, am ersten Tage des Lösens 15,4<sup>mm</sup>, am zweiten 18,9<sup>mm</sup>, am dritten 25,2<sup>mm</sup>, und so nahm sie bis zum achten Tage auf 63<sup>mm</sup> zu. Nach der Hintermauerung der Gewölbschenkel betrug sie 67,2<sup>mm</sup> und nach dem Aufführen der Stirnmauern und der Ueberfüllung mit Erde 71,4<sup>mm</sup>. Später, als die Brückenöffnung auf zwei Drittel ihrer Höhe in Wasser stand, trat noch eine weitere Senkung von 21<sup>mm</sup> ein. Man hatte eine Senkung von 147<sup>mm</sup> erwartet und deshalb das Lehrgerüste um so viel erhöht: der Pfeil des Bogens ist somit etwas grösser als er nach dem Plane sein sollte.



Blatt 8 und 9.

## Gesprengte Lehrgerüste.

Auf Blatt 8 ist in Fig. 1 die Längensicht, in Fig. 2 ein Theil der Oberansicht mit und ohne Schalhölzer und in Fig. 3 der lothrechte Querschnitt eines der gesprengten Lehrgerüste gegeben, welche bei dem Baue der Pont de Sèvres in Paris, die mit neun halbkreisförmigen Oeffnungen von je 18<sup>m</sup> Spannweite die Seine überschreitet, zur Anwendung kamen und sich wie die vorhergehenden sehr gut bewährt haben.

Das Lehrgerüste für ein Brückengewölbe von 13,5<sup>m</sup> Breite war aus sieben Rippen, welche 2<sup>m</sup> von Mitte zu Mitte abstanden, zusammengesetzt. Jede Rippe ruhte mittelst zweier Ständer a, die am oberen Ende 0,30<sup>m</sup> auf 0,35<sup>m</sup> dick waren, auf der vorspringenden untersten Mauerschichte der Pfeiler und bestand aus zwei durch Zangen (z) verbundenen Sprengwerken (cd, ei), welche die Bogenhölzer o trugen. Alle Streben und Spannriegel hatten einen quadratischen Querschnitt von 0,30<sup>m</sup> Seite. Die unteren Streben (c) waren in die Ständer versetzt und verzapft, die oberen (e) aber auf den Holm b aufgekaut. Der Riegel m war mit den Streben e durch eine Versatzung mit Zapfen und überdies durch ein Eisenband verbunden. Die Zangen z bestanden aus zwei zusammengeschraubten Theilen, wovon jeder 0,30<sup>m</sup> auf 0,25<sup>m</sup> dick war; sie hatten die Durchbiegung der Streben c, d, e und des Balkens m zu verhindern und dem ganzen System grössere Steifigkeit zu verleihen. An sie waren Gurten (g) gekämmt und angeschraubt, um die Rippen unter sich fest zu verbinden. Die Biegung der Bogenstücke (o) wurde durch kleine, in die Streben e, den Spannriegel i und in die Bogenhölzer selbst verzapfte Klötze (u) vermieden. Die Schalhölzer (y) lagen nicht unmittelbar auf den Lehrbögen, sondern mittelbar durch Keile (k), welche es möglich machten, jedem Schalholze vor der Versetzung der auf ihm ruhenden Wölbschichte die gehörige Lage zu geben. Auf jede Wölbschichte traf ein Schalholz, welches erst aufgelegt wurde, sobald die Herstellung dieser Schichte begann. —

Die Figuren 4, 5, 6 des Blattes 8 stellen ein bei der schon erwähnten Marktheidenfelder Brücke angewendetes gesprengtes Lehrgerüste dar, welches dem in früherer Zeit zur Herstellung der Brücke bei Boffalora verwendeten Gerüste nachgebildet und welches von dem eben beschriebenen wesentlich verschieden ist. Fig. 4 gibt dessen Ansicht nach der Länge, Fig. 5 die Ansicht von oben und Fig. 6 einen Querschnitt am Scheitel nebst Seitenansicht. Die Spannweite beträgt 23,35<sup>m</sup>, die Pfeilhöhe 4,67<sup>m</sup>, somit das Verdrückungsverhältniss ein Fünftel.

Man erkennt sofort, dass dieses Lehrgerüste aus Häng- und Sprengwerken zusammengesetzt ist, welche ihre Stützpunkte in den Ständern b finden, die auf den

Pfeilervorsprüngen a ruhen. Das Hauptstück ist das einfache Hängwerk ccc, dessen Hängsäule e an den Streben befestigt ist. Um ausser e noch andere Hängsäulen anbringen zu können, hat man die Streben i, i, i zu einem festen, auf die Ständer b sich stützenden Vieleck vereinigt, in dessen Winkeln die übrigen Hängsäulen e' und e'' wie die Säule e aufgehängt sind. Beide schützen die Strebe ce, mit der sie durch Hängeisen und Ueberblattung verbunden sind, gegen eine Durchbiegung. Der Spannbalken o ist durch das Sprengwerk vo'v in seiner Wirkung gegen die Säulen e', e' unterstützt, auf welche unter anderen auch die Streben r, r drücken, deren Bestimmung die weitere Unterstützung der Hängsäulen e'', e'' ist. Die Stücke i, i, auf denen die an ihren Enden verzapften Bogenhölzer liegen, sollen durch kleinere Streben (u, u) vor Biegung bewahrt werden. Eine grosse Anzahl wagrecht liegender Gurten (g), welche mit den Zangen verkämmt und unter sich verschraubt sind, verbinden die zehn Rippen des Gerüstes der Breite nach zu einem festen Ganzen.

Dieses Lehrgerüste hat keine Vorrichtung zum Heben oder Senken. Wenn es indessen gut construirt ist und die nöthige Ueberhöhung erhalten hat, so bedarf es keiner Hebung; die Senkung aber, welche nach dem Gewölbeschluss einzutreten hat, kann durch allmälige Wegnahme entsprechender Verbandstücke hervorgebracht werden. —

Unter den in neuerer Zeit veröffentlichten Constructionen von gesprengten Lehrgerüsten zeichnet sich das für den Bau der Brücke über die Warthe bei Wronke in Preussen entworfene und ausgeführte Lehrgerüste in mehrfacher Hinsicht vorthellhaft aus, wesshalb es hier nach der Abbildung und Beschreibung in Förster's Bauzeitung, Jahrgang 1852, Seite 93 u. ff. aufgenommen wurde. Dasselbe hat eine Spannweite von 23,22<sup>m</sup> und eine Pfeilhöhe von 4,39<sup>m</sup>. Da seine Construction aus der Längensicht Fig. 1, Blatt 9, den Oberansichten Fig. 2, L und R, dem lothrechten Querschnitt am Scheitel Fig. 3 und den Detailzeichnungen Fig. 4 und 5, welche die gusseisernen Schuhe z und die Vorrichtung zum Heben und Senken der Kranzhölzer, sowie die aufgelegten Schalhölzer für eine innere Bogenrippe im vergrösserten Maassstabe darstellen, genügend hervorgeht, so folgt hier nur die Beschreibung der Aufstellung dieses bedeutenden Lehrgerüstes nach S. 108 der genannten Zeitschrift.

Nachdem die Pfeiler und Widerlager bis zur Kämpferhöhe aufgemauert waren, legte man zuerst die Schwellen a nach der Wage auf das Fundament, stellte die mit Zapfen versehenen Ständer b auf und befestigte sie durch Interimsstützen von den Spundwänden aus. Nun wurde in einem Prahm ein ganz einfaches Bockgerüste errichtet, welches so hoch war, dass es dem Spannriegel p als Auflager dienen konnte. Der Prahm wurde mit sämmtlichen, zu einem Lehrbogen nöthigen Stücken beladen und zwischen die Pfeiler gefahren; hierauf legte man zuerst die