



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Zimmerwerks-Baukunst in allen ihren Theilen

Romberg, Johann Andreas

Leipzig, 1847

Tafel 21.

[urn:nbn:de:hbz:466:1-63572](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-63572)

wir der Vollständigkeit wegen gleichfalls aus derselben entlehnen wollen.

Tafel 21.

F. 260. giebt also die Balkenconstruction im Königsbau, nach Försters Bauzeitung. In dem Texte heißt es: Fig. 260 A Seitenansicht. B Querdurchschnitt. C der Fußboden. DEF Maultänder in der Seitenansicht, in der Ansicht von oben und im Querdurchschnitt. G die Verzahnung der Gesprenge.

Dieser im Allgemeinen ganz einfache Gegenstand erhielt bei einigen besondern Localverhältnissen des Königsbaues dadurch ein erhöhtes Interesse, daß durch derlei Balkenwerke, die unterhalb daran gehängt, auf das kostbarste und kunstreichste geschmückt, mit ihren mannichfachen Cassetturen nur durch complicirte Constructionen zu bildenden Plafonds kleinerer und größerer Säle getragen und geschützt werden mußten, während die Fußböden der darüber befindlichen Räume künftig Erschütterungen zu erleiden hatten, welche den unten befindlichen Plafonds bei Ermangelung vorbeugender Schutzmittel einen baldigen Untergang gedroht hätten. Auch sah man sich, wie es bei Palästen nicht zu vermeiden ist, neben den obigen Rücksichten nicht selten noch gezwungen, für derlei constructive Schutzmittel sich auf den Platz zu beschränken, welchen die auf höheren Principien beruhenden Formenverhältnisse und die beabsichtigte Decoration als den hauptsächlichsten Entzweck übrig ließen.

Diesen Schwierigkeiten war unter andern das Gebälke unterworfen, welches die Decke oder den Plafond des Thronsaales des Königs im ersten Stocke und zugleich den größten Theil des Fußbodens im darüber befindlichen sogenannten Blumenfaal zu tragen hatte. Daß der erwähnte Plafond zu den reichsten und wichtigsten gehört, spricht sich schon durch die Bestimmung des Locales aus. Der obere Saal wird Blumenfaal genannt, weil daselbst während des Winters eine dem Raume angemessene Anzahl Drangebäume nebst verschiedenen andern Gewächsen in Kübeln aufgestellt und bei den stattfindenden Hoffesten so geordnet werden, daß die Versammlungen der hohen Herrschaften an runden Tafeln unter diesen auf das angenehmste erleuchteten Laubbächern soupiren können. Während des Sommers werden diese Gewächse auf die neben befindlichen Plattform-Dächer ins Freie gebracht.

Die allgemeine Vorsicht bei einer so großen Belastung und die unvermeidlichen oftmaligen Umstellungen und Transporte dieser schwerfälligen 6—9 Er. wiegenden Drangerie-Kübel, so wie momentan entstehende Erschütterungen verlangten hier also entschiedene sicheude Vorkehrungen.

Die Breite der Säle beträgt $35\frac{2}{3}$ Fuß im Lichten, weshalb eine einfache Balkenlage, obgleich von mächtiger Dicke, die Mittheilung der Erschütterungen von oben nach unten selbst alsdann nicht dem Bedürfnisse entsprechend verhütet haben würde, wenn auch unterhalb unterstützende Spannungsvorrichtungen hätten angewendet werden können, zu welchen jedoch die gegebene Höhe für die Balkenlage nicht den benötigten Raum gewäherte und allzuvielere Sprengwerke, aus zwei oder drei Streben conftruirt, ohnedies immerhin nur eine geringe, nie aber eine ruhige Tragkraft haben können, welches auch bei den verzahnten Doppelbalken, wenn sie eine etwas beträchtliche Länge erhalten müssen, der Fall ist. Ohne Vergleich kräftiger bewiesen sich die zur fraglichen Balkenlage Fig. 260 A u. B angewendeten Hängesprengwerke oder Bogensprengwerke, aus einem Sohlen- oder Untertheile a, und einem darüber befindlichen gebogenen Balken b bestehend, welche an beiden Enden durch gesicherte Verzahnungen und dazwischen mit Schraubenbändern verbunden sind. An den Stellen der letztern wurden a u. b noch durch kurze Einschubstücke c in der betreffenden Entfernung von einander gehalten.

Der Deutlichkeit wegen ward in der Zeichnung der Raum für das Gebälke höher gehalten als es in der Natur der Fall ist. Der Wichtigkeit der Aufgabe gemäß, und weil es wegen des geringen Höhebedarfs dieser genannten Bogensprengwerke süglich geschehen konnte, so wurden dieselben solchergegestalt neben einander in den gegebenen Raum geordnet, daß abwechselungsweise das Eine der Gesprenge niedriger, das Andere etwas höher zu liegen kam, wonach beide Lagen, ohne Verbindung, also von einander gänzlich unabhängig, die tiefer liegende für sich allein den Plafond des untern, die höhere eben so den Fußboden des obern Saales zu tragen bekam. Der Höhenunterschied mußte hierbei so viel betragen, daß der hierorts sogenannte Fehlboden e Fig. 260 C

welcher sich unterhalb des Fußbodens befindet, frei genug über die Bogenstücke der tiefer liegenden Gesprenge hinweg ziehen konnte.

Damit der genannte Fehlboden in den Zwischenweiten der Bogensprengwerke, so wie der oberhalb liegende Fußboden die horizontale Auflage erhalten konnten, so wurden die beiderseitigen Senkungen der Bogenstücke h mittelst eigener Balken d aus zwei Theilen, welche der Bogenlinie entsprechend behauen und darauf gepaßt wurden, ausgeglichen, dann diese Stücke mit Holzschrauben an ihrem Zusammenstoß in der Mitte befestigt und die äußern Enden in die Mauer gelegt. Die untern oder Deckensprengwerke erhielten keinerlei Auffütterung, sondern wurden nur durch einfache Verspannungen da, wo es geschehen konnte, gegen das Krümmen oder Wenden verwahrt, weil sie meistens erst nach längerer Zeit durch die Constructionstheile der Plafonds die bleibenden Versicherungen erhielten. In Ermangelung von Mauerabsätzen wurden die sämtlichen Sprengauflagen in den Mauer wohl räumlich aufgespart, und mit eigenen Ladenstücken belegt, welche letztere wieder, wo es nöthig schien, entweder auf trocknen Hausstein oder auf gemauerte Bleitafeln zu liegen kamen.

Für die vorliegende Länge eines solchen Gesprenge ward die Sohle 11 Zoll breit und 13 Zoll hoch, das Bogenholz 9 Zoll breit und 8 Zoll hoch zubereitet. Eine mächtige Dicke der Sohle ist behufs einer absoluten Straffheit solcher Gesprenge jedenfalls sehr zuträglich, besonders aber bei bedeutenderen Längen, oder wenn sie einseitig belastet werden müssen, indem im letzteren Falle die nachtheilige Wirkung auf das Bogenstück, welches auf der weniger oder nicht belasteten Seite aufwärts strebt, hauptsächlich durch die Widerstandsfähigkeit der Sohle verhindert wird. Die Dimensionen der Bogenstücke jedoch, ob schon sie gleichfalls je größer desto wünschenswerther sind, hängen dennoch nur von der feinen und zähen Beschaffenheit des Holzes ab, in so fern nämlich die Beugung ohne allzugroße Gefahr des Bruches zu bewerkstelligen ist. Die oben angegebene Stärke entsprach der Absicht genügend und man war bei dem in der Zeichnung ersichtlichen Beugungsmaße, hinsichtlich der mehr als erforderlichen Tragkraft, hinlänglich versichert und während des Beugens der Balken nur selten der Unannehmlichkeit eines Bruchs ausgesetzt. Uebrigens machte man hierbei die Wahrnehmung, daß eine größere Beugung da, wo sie zulässig ist, zwar allerdings eine noch größere Tragbarkeit bezweckt, hingegen aber die ruhige Straffheit vermindert, weil die Elasticität des Holzes durch die vermehrte Krümmung der Bogenstücke zwischen den Schraubenbändern freien Spielraum bei eintretenden Bewegungen gewinnt.

Es müssen sonach, wenn nebst der erhöhten Tragbarkeit auch die möglichste Unzufälligkeit der Vibrationen erlangt werden will, die erwähnten Schraubenbänder, besonders in Ansehung der letztern Absicht, bedeutend vermehrt werden. — Für jene Anwendungsfälle, Fig. 260 C, wo derlei Gesprenge einfach und in größeren Entfernungen von einander gelegt wurden, um eine darüber befindliche Balkenlage in gleicher Richtung zu unterstützen, wurde den Sohlen oder Unterbalken eine größere Breite gegeben, damit außerhalb der Breite der Bogenstücke eine größere Auflage für jene Quertträger entstand, auf welchen die genannte Balkenlage ruhte, weil, obgleich die Quertträgerstücke zwischen der Sohle und dem Bogenstücke eingeschoben wurden, dieses bei dem stets nach beiden Seiten sich mindenden Zwischenraume nicht mehr hinlänglich geschehen konnte, sondern mehr und mehr eingeklemmt werden, und den äußersten Stücken, endlich wenn man ihrer bedürftig war, mit eisernen Hängebrücken zu Hülfe gekommen werden mußte. Bei solcher Beschaffenheit zogen die Schraubenbänder nicht neben der Sohle, sondern durch dieselbe.

Der Eisenbedarf bei der Fertigung von derartigen Gesprengen ist in den Zeichnungen hinlänglich ersichtlich, nur muß in Betreff der in Fig. 259 C u. D vorgestellten sogenannten Maultänder bemerkt werden, daß dieselben in der Regel nur bei besonders wichtigen Dienstleistungen der Gesprenge, außerdem aber auch in jenen Fällen angewendet wurden, wenn letztere in ihren Bestimmungsplätzen einer bedeutenden Erwärmung ausgesetzt werden müssen, wie es z. B. in den mit Eisen oder Kupfer bedeckten Dachräumen während des Sommers oder über stark geheizten Localitäten den Winter hindurch zu geschehen pflegt. Hierdurch werden nach einiger Zeit die Verzahnungen nicht selten so klüftig, daß bei der obwaltenden Spannung durch den sehr

schrägen Druck der Bogenhölzer die Stirnen der Zähne, ungeachtet der Schraubungen, endlich nicht mehr zu widerstehen vermögen. Der ganze Druck müßte hierauf bloß auf die erwähnten Schrauben wirken, deren kleinste Zurückweichung die notwendige Spannung wenigstens schwächen oder gar aufheben würde.

Diese Maulbänder wurden daher so eingerichtet, daß man mittelst derselben sowohl an jenen Gesprenge, wo beide Bänder gleich ursprünglich angebracht sind, oder bei eintretenden Schadhafte- wendungen der Verzahnung an einem schon dienstleistenden Gesprenge den Spannungsdruck fast gänzlich aufzuheben oder auf die Maulbänder übertragen in Stand gesetzt ist. Dies geschieht ersichtlich Weise durch die in Fig. 259 u. 260 DEF angezeigte Art, wo nämlich, nachdem das Band an die vorragende Stirne des Bogenholzes gut angepaßt, durch die länglich gelochten Eisenschienen und das Sohlenholz ein vierkantiger, an einem Ende mit einem abgebogenen Kappen, am andern mit einem Schließenloche versehener Nagel f, Fig. 259 C u. D, gesteckt und diese mittelst zwei Keilen gegen die für den Zug entsprechende Seite getrieben, also das Band beiderseitig möglichst straff angezogen wird. Es versteht sich von selbst, daß die anfänglichen Vorklemmungen der Schienenlöcher auf die noch ungelochten Seitenflächen des Sohlenbalkens so geschehe, daß der durch die nachherige Keilung erfolgende Zug berücksichtigt werde, indem hierdurch die Bänder allmählig sich immer weiter vorschieben, daher das Loch im Holze wenigstens um den wahrscheinlichen Betrag der Vorschübung weiter gegen die Zugseite vorgerückt werden muß. Während der Keilung wurden an der benötigten Seite Blechstreifen untergelegt, um diese zu erleichtern und die Verletzung des Holzes zu hindern. Das Gleiche geschah auch an den Stirnflächen der Verzahnungen wegen des sonst stattfindenden Ineinanderdrückens der Holzfasern. Nach dieser Vorrichtung wurden die Enden der Bänder, welche hierzu eigne Ansätze darboten, beiderseitig mit eingeschlagenen Klammerhaken, deren Spitzen geschröpft sind, in einigem Abstände von einander gegenseitig angetrieben, um die Haltpunkte zu vermehren, sohin der einzelnen Leistungen derselben in geringem Maße zu bedürfen. — Diese Klammerhaken könnten übrigens auch auf der Seite vorderhalb der Keilung bestehen, allein es würden hierdurch bei der Fertigung der Bänder die Schweißungen an den schwächsten Stellen vermehrt, während auf die angezeigte Art das ganze Band aus einem Stücke geschmiedet werden kann.

Bei der erforderlichen bedeutenden Anzahl solcher, durch gebogene Balken gespannten Gesprenge, welche in Folge angestellter Vergleichsproben mit andern Gattungen hinsichtlich der großen und ruhigen Tragkraft sowohl, als namentlich des geringen Höhenbedarfs einen so entschiedenen Vorzug bewährten, so wurden sie nicht nur am Königsbaue, sondern auch bei den spätern Residenzbauten zu mannichfachen Zwecken angewendet, daher verlohnte es sich hinlänglich, für ihre Anfertigung eine eigene Vorrichtung herzustellen, wodurch nicht allein eine Gleichförmigkeit der Stücke von gleicher Größe hinsichtlich der übereinstimmenden Höhe und Biegung erzielt, sondern hauptsächlich diese letztere in Ansehung des hierbei so leicht eintretenden Holzbruchs mit weit mehr Sicherheit, als es bei dem sonst gewöhnlichen Verfahren zu geschehen pflegt, bewerkstelligt wird.

Es dürfte daher für die Techniker nicht ohne Interesse sein, mit der Art und Weise der Anfertigung solcher Bogengesprenge bekannt zu werden, wie sie sich hier nach mehrfachen Verbesserungsbestrebungen gestaltete, da man nicht oft Gelegenheit hat, Erfahrungen über diesen Gegenstand zu machen."

Auch in der ersten Auflage des vorliegenden Werkes theilten wir die Vorrichtung mit, welche gebraucht wurde, um die Balken zu biegen. Sie scheint ebenfalls mannichfaltige Verbesserungen erfahren zu haben und wir theilen sie daher gleichfalls mit.

F. 261. giebt die Vorrichtung zur Biegung von Balken. A ist der Grundriß, B das Querprofil eines freistehenden Gestelles, C Zugseiltheile in größerem Maßstabe.

Es stellte sich bald sehr klar heraus, daß die Biegung eines Balkens, zu welchem sich bei besser Auswahl dennoch nur jüngeres Holz von möglichst schlankem feinjährigem Wuchse und vom Stammende eignet, nur dann auf eine gefahrlose Weise geschehen kann, wenn dieselbe den ganzen Balken entlang gleichzeitig, gleichförmig und nicht zu rasch vorgenommen wird. Die Ursache des Holzbruchs beim gewöhnlichen Verfahren

liegt wohl hauptsächlich in der nicht genugsamen Beachtung dieser letztern Bedingungen, obgleich andere Umstände als: unmerkbar verwachsene Aeste, dann ungleiche Dichtigkeit, so wie eine eigenthümliche Sprödigkeit, trotz eines feinen Wuchses selbst der vollkommeneren Biegemethode oft noch hinderlich genug sind. Wird nun, der gleichzeitigen und gleichförmigen Biegung zuwider, ein Balken auf die, wenn auch nach der Biegungs- linie geformte, Unterlage gebracht, dann mit letztere an einem Ende fest verbunden und hierauf das andere Balkenende gleichfalls allmählig bis zur Unterlage niedergezogen, oder der zu biegende Balken auf die Mitte der Unterlage gelegt und sodann an beiden Enden zugleich oder mit einem nach dem andern auf die besagte Unterlage gebogen, welche beide Arten gewöhnlich angewendet zu werden pflegen, so tritt in beiden Fällen die Folge ein, daß jener Längentheile des Balkens, welcher durch die fortgesetzte Gewalt sich der untergelegten Balkenform gänzlich anzuschmiegen gezwungen war, bereits schon die volle Biegung annehmen und erleiden mußte, während der noch freie Theil des Balkens nur noch wenig oder nichts von dieser Biegung erfährt. Das Zusammenschieben der Holzfasern auf der innern, so wie das Ausdehnen derselben auf der äußern Bogenseite (welche beide gewaltsame Veränderungen der Bestandtheile bei jeder Biegung des Holzes oder eines andern festen Körpers statt finden müssen) geschieht durch obiges Verfahren nur stellenweise, also weder gleichmäßig noch gleichzeitig nach der ganzen Länge des Balkens, wodurch der Schmiegsamkeit, so wie der Dehnbarkeit auch des sonst geeigneten Holzes zu viel zugemuthet wird und somit mancher Bruch entsteht, welcher bei mehr Vorsicht hätte unterbleiben können.

Die oben erwähnte Vorrichtung bestand aus folgenden Theilen: Fig. 261 A zeigt den Grundriß und Fig. 261 B das Quersprofil eines freistehenden, jedoch soliden und, in so weit es nöthig, fest verbundenen Gestelles, wo a die aufrechten Säulen sind, deren zwei vordere mittelst doppelter Bodenzangen h h umfaßt, die hintern beiden auf eine Schwelle gepaßt, und beide Paare oben durch Kappenhölzer d verbunden wurden, welche letztere zugleich ein Bretterdach trugen, da die Arbeit auf freiem Platze geschah. Etwas über dem Boden erhöht, wurden zwei starke Stücke e in der angezeigten Lage an die Säulen eingesetzt, um abermals auf die bezeichnete Weise für die Anstimmung der beiden Balken f u. ff, so wie für ein aus drei Theilen bestehendes Gesprenge g zu dienen, welches letztere sich mit seinem Mittelstücke auch an ff lehnte. f u. ff wurden für sich durch kurze Einspann- stücke h verbunden, die sämtlichen Stücke sammt dem Gesprenge aber durch untergestellte Schmel unterstützt, welche indeß nur im Profil Fig. 261 B sichtbar sind. — Hieraus bestand nun der feste Theil der Vorrichtung, jedoch konnte derselbe nach Bedarf ohne besondere Umständlichkeit an eine andere Stelle versetzt werden, da er nicht in der Erde befestigt, sondern nur unterlegt zu werden brauchte. Sollte sodann eine Biegung vorgenommen werden, so ward der hierzu bestimmte rohe Stamm auf jener Seite, welche man für die künftige äußere des Bogens wählte, zwar nach der Schnur, aber möglichst parallel mit der Schwarte, die übrigen Seiten jedoch nach dem gegebenen Maße behauen. Die erwähnte Beobachtung ist von erheblichem Belange, weil außerdem in Folge des gewöhnlichen Schnurschlagens durch das Abhauen von immer mehr und mehr Fasern gegen das Stammende zu, häufige Veranlassungen zum Aufreißen der verkürzten Fasern während des Biegungsgechäfts gegeben werden.

Die Hälfte der Darsicht Fig. 261 A zeigt die Lage, in welcher der auf obige Weise vierkantig behauene Balken k an das Gestell gelegt und demselben auf der künftigen innern Bogen- seite eine lange, etwa 3 Zoll dicke und gleichfalls aus schlankem Holze bereitete Weilage l angefügt wird, um einerseits das unmittelbare scharfe Eingreifen der nun in Thätigkeit kommenden Zugseiltheile m Fig. 261 C in den zu biegenden Balken zu hindern, andererseits aber auch, um mittelst dieser Weilage die durch die Zugwerkzeuge in Anspruch zu nehmende Berührungsfäche namhaft zu vergrößern und so den Druck gleichmäßiger zu vertheilen; außer dieser Weilage wird dann abermals an den Stellen der Zugtheile n ein kurzes Brettstück untergelegt.

Fig. 261 C zeigt als bloße Vergrößerung von Fig. 261 B die Beschaffenheit der Zugseile n und ihre Handhabung mittelst der Schraubenbewegung in jenem Zustande, wenn die Biegung des Balkens k bereits geschehen ist, und ebenso Fig. 261 A bei n n,

so wie hingegen in Fig. 261 A die Lagen der Zugseisen so dargestellt sind, wie sie sich vor dem Beginne derselben zeigen. Es ist, wie leicht begreiflich, um so vorthheilhafter, je größer ihre Anzahl ist, übrigens richtet sie sich nach der Länge und der Qualität des zu behandelnden Holzes. Die Zeichnung zeigt nach der vorliegenden Holzlänge deren 4 an, aber auch mit 3 reichte man meist aus. Da die Steifigkeit eines Balkens an einem und dem andern Ende, besonders bei längeren Stücken, immer verschieden ist, so ist eine Uebung unerlässlich, um während des überall gleichzeitig, aber nie allzubaftig zu bewirkenden Schraubenzugs sogleich wahrzunehmen, wo der am meisten zu beachtende, der schwächste Punkt sich befindet. — Dieser entdeckt sich übrigens natürlich gewöhnlich erst, nachdem die Beugung schon über die Hälfte fortgeschritten ist und äußert sich sodann durch den plötzlich erleichterten Zug der nächstbefindlichen Schraube. Dann ist es aber hohe Zeit, Vorbaugmittel anzuwenden, denn wenn die Schraube endlich ganz los, nämlich außer Spannung kommt, so erfolgt in Kurzem der Bruch. Man legt nun eiligst das bereitliegende nach der Krümmung der Kettenlinie bearbeitete Bogenform Brett auf und untersucht die Beugung des Holzes, worauf die verhältnißmäßig zu viel gebogenen, etwa Gefahr drohenden Stellen durch anzuwendende kurze Holzstücke gegen die Sprengtheile g verspannt und bei fortgesetztem Zuge, nach Befinden und mehrmaligen Vergleichungen mit dem jedesmal aufgelegten Form Brett, wieder allmählig nachgelassen werden. Das erwähnte Form Brett kann oben so wenig auf die Sprengtheile, als auf das übrige Gestelle überhaupt befestigt werden, um das Auf- und Ablegen zu ersparen, weil die letztgenannten Bestandtheile von dem mächtigen Widerstande des Bogenbalkens bald nach dem Anfange der Beugung aus der Richtung gebracht und meistens sehr ungleichförmig nach vorn gezogen werden, weshalb man nie eine regelmäßige Beugung erhalten würde.

Ist nun auf oben besagte Weise mit steter Vorsicht und Vergleichung mit der Formlinie die volle Beugung erlangt, so wird die Sohle aufgelegt und nebst der reinen Länge des Bogenstückes auch die beiderseitige Verzahnung eingerissen. Sobald diese letztere bewerkstelligt und beide Stücke aneinander gepaßt sind, wird an jedem Ende wenigstens eine Zahnsschraube p (s. Fig. 260 D) verwendet und zugleich die Länge der mit $\frac{1}{2}$ Zoll langen Zapfen versehenen Spannstücke q genau vorgeriffen. Man würde diese Stücke sogleich einseihen, müßte man nicht vorerst die weiter oben erwähnte Beilage l Fig. 261 C wegnehmen. Weil zu diesem Behufe das nun so weit gediehene Bogenspreng von den Zugseisen entfernt werden muß, so müssen diese letztern durch starke ebenfalls eiserne Klammern a Fig. 260 F ersetzt werden, welche nach der verschiedenen Spannweite das Bogenholz und die Sohle erfassend, beiderseitig noch einen Raum für eine Holzkeilung übrig lassen. — Diese Klammern erhalten das Bogenholz in der gegebenen Krümmung und werden von der Mitte aus, die erste Hälfte derselben auf der vordern, die zweite auf der Rückseite des Sprenges angelegt, wonach die fragliche Beilage in schräger Richtung auf beiden freien Längenhälften gewendet und herausgezogen werden kann. Sollte es sich zu Folge des nochmals aufzuliegenden Formbrettes zeigen, daß sich während dieser letztern Verrichtung an der Bogenlinie etwas geändert habe, so wird dieses durch das Einzwängen der vorher nach richtigem Maße bearbeiteten Spannstücke q Fig. 260 D bald wieder berichtigt. Endlich findet noch die Anfügung der Schraubendänder e Fig. 260 D statt, deren untere Mutterauflagen zugleich den Zusammenhang bilden. Im Falle jedoch, daß sich sogleich oder nach längerer Zeit die mindeste Spur einer Gefahr zeigen sollte, so wird an der besorglichen Stelle mit einem ähnlichen Schraubendänder vorgebeugt; man gelangte indes schon zur Erfahrung, daß das Bogenstück eines Sprenges, an welchem zufällig bloß allein die Anfügung der Schraubendänder unterblieb, am darauf folgenden Tage in Folge eines eingetretenen Temperaturwechsels abbrang. Niemals ereignete sich jedoch später ein Unfall dieser Art. Nach Beendigung dieses Geschäftes, während welchem auch die volle Zahl der Schraubungen p bewerkstelligt und nöthigenfalls die Maulhänder angelegt worden sind, werden die provisorischen Klammern abgenommen und das Spreng ist geeignet, seine Bestimmung zu erfüllen.

Der beschriebene Apparat ward nicht allein bloß für Spreng der vorliegenden Länge, sondern in allen Fällen benutzt, wo die Sohlenlänge nicht über 50—52 Fuß betrug. Es ist nämlich

für den Fall, daß ein anderes Höhenverhältniß bei größerer Länge stattfinden müßte, welches jenem bei geringerer Länge nicht mehr entspräche, nur ein neues Form Brett vornehmlich, denn wenn auch die beiden Enden der längeren Sohle über die Anlehnungsstücke e beträchtlich hinausragen, und diese äußern Seiten etwas weniger Beugung erhalten, so wird die Spannkraft deshalb keineswegs beeinträchtigt, indem es bei der Form der Kettenlinie ein charakteristisches Merkmal ist, daß die Längentheile gegen die beiden Hauptpunkte hin stets eine geringere und die äußersten eine kaum merkbare Beugung anzeigen. Uebrigens gründet sich alles oben Gesagte mehr auf Ergebnisse der Erfahrung, als auf ein rein wissenschaftliches Verfahren, indem die strenge Theorie durch die Hindernisse, welche die Materie mit sich bringt, oft bedeutend modificirt wird. Bezüglich der Verzahnungen solcher Spreng, Fig. 260 G, dürfte schließlich noch angemerkt werden, daß man hinsichtlich des größern oder geringern nachmaligen Holzschwundes und der Möglichkeit der theilweisen Ausschlebung der Zähne und Sohlenstücke, die Stellung der Zahnstirn a oder Stemmungsflächen dann am geeignetsten fand, wenn sie mit der nach der Zahnlänge laufenden Richtung b des Bogensohles im rechten Winkel ab d und noch mit einer Zugabe gegen auswärts von $\frac{1}{8}$ Zoll auf 1 Zoll Höhe angenommen ward. Die äußeren dieser Flächen waren gewöhnlich $2\frac{1}{4}$, die innern $2\frac{3}{4}$ Zoll hoch, damit bei e nicht die ganze Höhe des Sohlenzahnes dem Ausschleiben Preis gegeben, sondern, wenn dieses doch geschähe, dennoch noch ein Theil des Holzes unten, wo der größte Widerstand stattfindet, erhalten werde. — Eben so wurden die oberen Abflächungen der Zähne an der Sohle, von der Stirnflächen a anfangend, allmählig etwas niedriger gehalten, als es der Eingriff der obern Zähne zu erlauben schien, um den strengsten Anzug der Schraubungen p Fig. 260 D zu gestatten, oder einer durch vermehrten Druck, durch Stoß auf das Spreng, oder wie immer aufwärts wirkenden Sprengung der Zähne vorzubeugen, welche letztere Beschädigung sicher erfolgen müßte, wenn nicht wenigstens ein kleiner Spielraum zur Anwendung derselben vorhanden wäre.

F. 262. Balkenverstärkung, wie sie bei der Cavalierbrücke zu Berlin angewendet und von H. Weise in dem Notizblatte des N. V. beschrieben ist. A Seitenansicht, B Ansicht von oben, C Detail im größern Maßstabe. Die Cavalierbrücke bewirkt eine unmittelbare Verbindung zwischen der Burgstraße und dem Lustgarten, ist nur für Fußgänger bestimmt und wurde im Jahre 1831 erbaut. Sie ist 160 Fuß lang und 13 Fuß breit, hat drei Mittelpfeiler, deren jeder aus zwei eisernen Säulen, die unter einander und gegen das Grundwerk verstrebt sind, besteht. Das Grundwerk jedes Pfeilers enthält zwei Reihen Pfähle, welche in dem geringen Abstände von einigen Zollen neben einander stehen. Auf dem Bohlenbelage über den Grundbalken ruhet eine gußeiserne Sohlplatte, welche, so wie die Grundpfeiler selbst, länger ist als die Breite der Brücke, so daß sie zwischen den an ihr befindlichen Rippen und Laschen nicht nur die eisernen Säulen, sondern auch noch zwei nach außen gerichtete Streben in sich aufnimmt, welche die nöthige Sicherheit gegen Seitendruck gewähren. Zu gleichem Zweck sind noch zwischen den Doppelconsolen, welche, auf den Säulen ruhend, die beiden Träger der Brücke unterstützen, gußeiserne Strebegitter angeordnet. Zur Herstellung einer festen Verbindung der Träger mit dem Grundwerk dienen starke eiserne Bolzen, welche an die Grundpfeiler mittelst zweier Bolzen befestigt, durch die eisernen Consolen, so wie auch durch die Träger der Brücke hindurchgehend, oben mit Schraube und Mutter versehen sind. Die Träger der Brücke, welche in ihrer Construction wesentlich von den gewöhnlichen verzahnten abweichen, sind durch Quertiegel, Andreaskreuze und eiserne Schraubensohlen, deren Köpfe und Muttern äußerlich durch getriebene Rosetten verdeckt sind, verbunden und zwar mit Vermeidung irgend einer Schwächung der Träger. Es liegen nämlich die Riegel in eisernen Schuhen, welche an den Bolzen hängen, und die Andreaskreuze liegen auf den Riegeln auf. Die Construction der Träger, auf welche aufmerksam zu machen insbesondere Zweck dieser Mittheilung ist, weil sie bisher noch nicht in dem Maße Anwendung gefunden hat, als sie wohl ihrer Zweckmäßigkeit und leichten Ausführbarkeit wegen verdient, ist folgende: Zwei Balken (hier von Eichenholz), 40 Fuß lang, 13 Zoll breit, 14 Zoll hoch, liegen mit ihren genau abgerichteten Seiten auf einander; der obere ist in der Mitte gestoßen,

kann aber auch durchgehend genommen werden. Zur Bildung der Verzahnung sind von der Mitte aus auf jeder Seite 5 schrägliegende, eichne, keilförmige Langholz-Dübel angeordnet, deren Holzfasern nach derselben Richtung wie die der Träger gehen, so daß Hirnholz gegen Hirnholz zu stehen kommt. Diese Dübel sind sehr gering keilförmig, etwa 18 Zoll lang, 2 Zoll stark, und werden abwechselnd, der Eine von der einen Seite, der Nächste von der andern Seite, eingetrieben. Die Seitenlinien des Keils weichen, wie gesagt, um ein Geringes, etwa auf 1 Fuß Breite nur um $\frac{1}{4}$ Zoll, von der Normale ab, so daß also ein solcher Keil von 1 Fuß Breite an der langen Seite etwa 18 Zoll, an der kurzen nur $17\frac{1}{2}$ Zoll mißt. Für breitere Keile beträgt, der Breite angemessen, die Abnahme der Länge mehr. In dem vorliegenden Falle, bei 13 Zoll breiten Trägern, war es notwendig, die Keile aus 16 bis 20 Zoll breiten Hölzern zu schneiden, da dieselben stets eine beträchtlich größere Breite haben müssen, als die Träger selbst. Die Stellung der Keile ist so angeordnet, daß jeder mit seinem nach der Mitte gerichteten Ende gegen den obern Balken, mit dem andern Ende aber gegen den untern Balken strebt. Um das Eintreiben der Keile zu erleichtern und das Ineinandergreifen des Hirnholzes derselben in das Hirnholz der Balken zu verhindern, werden Zinkstreifen eingelegt, auch die Keile auf den breiten Seiten mit schwarzer Seife geschmiert. Zum Zusammenhalten beider Balken dienen Schraubenbolzen, welche zwischen zwei Keilen angeordnet sind. Die Entfernung je zweier Keile von einander betrug in vorliegendem Falle 2 Fuß. Nachdem die Schraubenbolzen angezogen sind, werden die Keile vorsichtig, bald der eine, bald der andere, je nachdem sie leicht ziehen, eingetrieben. Die mehr nach den Enden des Trägers zu stehenden werden sich leichter und tiefer eintreiben lassen, als die gegen die Mitte zu stehenden, weil sich bei jenen die durch das Eintreiben bewirkte Verkürzung der Unterfasern des Oberbalkens und ebenso die Verlängerung der Oberfasern des Unterbalkens summiert. Durch Bleistriche, die man rechtwinklig über die Lagerfuge beider Balken zieht, kann man sich überzeugen, daß nach dem Eintreiben der Keile eine Verschiebung der aufeinander liegenden Flächen beider Balken gegen einander stattgefunden hat, welche nicht ohne die oben erwähnte Veränderung der Längen-Dimension der Holzfasern denkbar ist. Als Folge dieser Veränderung tritt eine gemeinschaftliche Krümmung der Enden beider Hölzer nach unten hervor, welche bei einer Länge der Träger von 40 Fuß etwa 4 bis 5 Zoll betrug. Bei schwächeren Hölzern, namentlich bei Kiefernholz, läßt sich die Krümmung weiter treiben. Die Ausführung von dergleichen Trägern ist mit weit geringeren Schwierigkeiten verbunden, als die der gewöhnlichen verzahnten. Beim Reissen der Keile muß nämlich gleich auf eine zu bewirkende Zusammenbrückung der Unterfasern des Oberstücks und eine Ausdehnung der Oberfasern des Unterstücks Rücksicht genommen werden. Die Größe dieser Längenänderung läßt sich nur schwierig vorher ermitteln und muß so vertheilt werden, daß für jeden Zahn im Verhältnis seiner Entfernung von der Mitte zugegeben wird. Bei der Annahme, daß zehn Zähne zu jeder Seite von der Mitte aus angeordnet sind und $\frac{1}{4}$ Zoll der Längenänderung der Fasern in beiden Hölzern zusammen nach Vollendung des Trägers für jede Hälfte desselben betrage, so müßten nach einander die Längen von der Mitte des Oberstücks bis zum äußersten Zahn, und so fort bis zum mittlern $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{40}$, $\frac{1}{40}$, $\frac{1}{40}$ u. s. w. bis $\frac{1}{40}$ Zoll größer sein, als die entsprechenden Längen des Unterstücks. Abgesehen von der Schwierigkeit, die schon bei der notwendigen Genauigkeit verursacht, bleibt auch noch das Zusammenbringen der Trägerstücke und die Erreichung der bezweckten Krümmung eine Arbeit, die nur mit beträchtlicher Mühe auszuführen ist. Beide Schwierigkeiten werden durch Anwendung der Dübelkeile umgangen, indem durch Verwendung der breitesten Keile an den Enden der Träger dort der größeren Ausdehnung entsprochen wird, und indem ohne Anwendung irgend eines andern Mittels, als das vorsichtige Eintreiben der Keile, die Krümmung der Träger erreicht wird. Die nöthigen Chablonen zum Reissen der Zähne für beide Seiten der Träger lassen sich leicht finden, wenn man berücksichtigt, daß vor Anwendung der Gewalt der Keil sich nur einige Zolle in die für ihn bestimmte Öffnung einschleichen lassen darf. Ueber den Trägern liegt ein Belag von eichenen Halbhölzern, welche durch die Andreaskreuze und durch besondere auf den Querriegeln stehende Knaggen unterstützt werden und

über die Träger hervorragende Zahnschnitte bilden. Dieser Halbhölzbelag ist ganz mit Zink abgedeckt. Die stehenden Fulse des Zinkbelages sind schrägliegend so angeordnet, daß die einzelnen Zinkplatten, in Folge der bogenförmigen Steigung der Brückenbahn, ein Gefälle nach außen erhalten. Die erwähnte Anstreichung der Brückenbahn wurde durch die Krümmung der einzelnen Träger erreicht, indem die Bogenlinien derselben zu einer einzigen vereinigt wurden. Der Oberbelag liegt auf eigenen Unterlagen, die ihrerseits wieder auf eisernen, in Kitt gesetzten und in den Halbhölzbelag geschlagenen Stützen ruhen. Nur allein dieser Oberbelag nebst den dazu gehörigen Unterlagen und Seitenschwellen sind der Witterung bloßgestellt, die wesentlicheren und kostspieligeren Theile der Brücke hingegen geschützt. Das Brückengeländer besteht aus Ständern von Rundrohren mit dazwischen gesetzten Längen- und Kreuzstäben; erfere gehen fortlaufend durch die Ständer. Die Ständer sind unten gabelförmig gespalten und auf beiden Seiten der Träger mit Krammen und Nägeln befestigt. Um das Eindringen der Rässe an den Ständern zu verhindern, sind dieselben zunächst mit Kitt in Blei umlegt und darüber noch ein Zinkblech befestigt, der oberhalb ebenfalls Kitt enthält und sich fest gegen den Ständer anlegt, auf dem Zinkbelag aber verlöthet ist. — Der Entwurf zu dieser Brücke ist von Herrn Steinmeyer, welcher dieselbe auch ausgeführt hat. Träger von gleicher Construction sind noch bei der Sparwald-Brücke angewendet.

F. 263. Eine Balkenverstärkung durch ein eisernes Sprengwerk, angewendet auf dem Bahnhof der Berlin-Anhalt'schen Eisenbahn in Berlin und zwar dort bei dem unbeweglichen Theile einer Drehbrücke. A zeigt die Seitenansicht des ganzen Sprengwerks mit dem daran gebolzten Halbhölzstück; B die obere Ansicht der beiden, durch das mittlere eisernen Sprengwerk armiten Halbhölzer; C Seitenansicht einer Strebe; D deren Ansicht von oben; E den Verbindungsbolzen jeder Strebe mit dem mittleren Spanntriegel, F den Durchschnitt nach ab in Fig. C. Die Figuren werden eine weitere Beschreibung der Construction, die sehr einfach ist, überflüssig machen.

F. 264. sind Tragbalken, wie sie häufig in Paris angefertigt werden und wo sie dann entweder die Gehäule der Plafonds von weiter Spannung, oder überlegte Mauern zu tragen haben. Für große Spannungen werden gekuppelte Tragbalken von Holz construirt, welche man durch einen eisernen Klost verstärkt, es werden aber auch zu diesem Zwecke Koste von lauter Eisen mit Töpfen zusammengesetzt, besonders dann, wenn Umstände für einen Unterzug keine große Höhe zulassen und eine ungewöhnliche Tragkraft erforderlich ist. Fig. 264 A zeigt einen Tragbalken, welcher mit Hülfe von Schrauben aus zwei Stücken Holz gekuppelt, durch einen eisernen Klost, welcher in der Mitte der zwei Hölzer liegt, verstärkt und wobei das Ganze durch Schließen und Bänder verbunden wurde. Außerdem umfassen große Schienen den ganzen Tragbalken, wie C zeigt, und tragen die eingelegten Balken, auf welche die Deckbalken gelegt werden.

F. 265. Der Unterzug oder Tragbalken besteht hier aus zwei gekuppelten Kosten, die durch theils oben, theils unten herumgezogene Keisen fest verbunden sind, so, daß sie nach keiner Seite weichen können; jeder der Koste besteht aus einer Kosschleife, einem Kostbogen und einer tragenden Schließe, welche durch vier Querbänder verbunden sind; 4 Bolzen, senkrecht durch die runden Öffnungen der Schließe gesteckt, verankern den Klost in der Mauer; außerdem erhält diese Vorrichtung noch eine ganz besondere Festigkeit, indem die innern leeren Räume mit eigens dazu verfertigten langen Krügen oder Töpfen, welche auf den, an der untern Seite des Klostes angebrachten, kleinen Bändern aufliegen, ausgefüllt und mit Gips unter einander verbunden sind.

In Fällen, wo Scheidewauern erfordert werden, die nicht auf Mauern der untern Stockwerke, sondern auf dem Deckengelände ruhen müssen, werden dieselben auf ähnliche Koste gestellt.

Die Laves'schen Balken.

Vor einigen Jahren machte das Laves'sche Constructionssystem der gespreizten Hölzer einiges Aufsehen und zu verschiedenen Zwecken wurden so construirte Balken angewendet. Wir wollen hier nicht untersuchen, ob das System wirklich neu ist und von Laves erfunden wurde. Die Witten sollen schon Bambusstöcke in der Mitte zusammengebunden und von einander gespreizt

haben, und aus solchen Verbindungen construirten sie Brücken, um über die reißenden Bäche und kleinern Flüsse zu gelangen. Es ist von Einigen versucht worden, und zwar mit vielem Scharfsinn, nachzuweisen, daß das Dingler'sche Journal Jahrg. 1829, Bd. 33 u. 34, durch einige Notizen aus dem Bulletin des sciences technolog., Avril - Juni 1829 auf ein von Prosper Débia vorgeschlagenes System zu Hängebrücken aufmerksam machte, welche Herr Débia: ponts soutendus nannte. So viel ist gewiß, daß Laves das Verdienst gebührt, in Deutschland zuerst mit dieser Constructionsart bekannt gemacht zu haben, und das wird ein großes Verdienst sein, wenn die Construction wirklich die Vortheile gewährt, die Laves sich davon verspricht; Erfahrungen haben aber seit einigen Jahren gelehrt, daß die Anwendung derselben nur eine sehr beschränkte sei. Wir wollen zunächst das ganze System in einer gewissen Vollständigkeit mittheilen und sodann erst unsere Betrachtungen daran knüpfen, so wie die bis jetzt gemachten Erfahrungen, die uns mitgetheilt wurden, hier niederlegen.

Zuerst ward dieses System bei einer neuen sich frei tragenden Brücke ohne Widerlager angewandt. Hängebrücken von Eisen oder Draht, die sogenannten Kettenbrücken, erfordern auch, abgesehen davon, daß sie bedeutenden Schwankungen ausgesetzt sind, eine tüchtige Gründung der Pfeiler oder Stützpunkte, hauptsächlich eine sichere Verankerung der Kettenenden, welches beides allerdings mit Kosten und Ueberwindung von Schwierigkeiten erlangt werden kann; da aber zur Anbringung der Kettenzüge vom Ufer bis zum Befestigungspunkte oft der nöthige Raum mangelt, wenn nahe bei der Brücke Gebäude ic. sich befinden oder Seitenwege zu ihr führen sollten, da ferner stets bei weitem Bogen sehr hohe Ufer erforderlich sind, so ersann der Herr Oberhofbauath Laves im Jahre 1834 eine neue Confection solcher Brücken, welche bei mäßiger Ueberfläche — etwa 4-4 1/2 Fuß auf jede 100 Fuß Spannung — Anwendung findet, weniger Schwankungen ausgesetzt ist und weder der Anhängpunkte, noch der Widerlager, sondern nur einfacher Auflagen an den Enden bedarf. Bei dieser Confection hängt die Brückenbahn nicht unter der Kette, sondern ruht auf derselben mittelst senkrechter Stützen, welche unter sich sogenannte Andreaszreuzer verbunden sind. Die Tragkette ist nicht an den beiden Widerlagern, sondern an den Enden der gleichfalls mit Kreuzverband verstärkten Brückenbahn selbst befestigt, und damit diese dem Zuge der Kette um desto sicherer zu widerstehen vermag, so sind gedachte Stützen über die Brückenbahn hinaus verlängert und mit einem im Geländer angebrachten Bogen von eben der Form als die Kette verbunden, welcher, in Gemeinschaft mit den Brückenbalken ein Hängewerk bildend, dem Kettenzuge an den Enden der Bahn entgegenstrebt und dadurch die nachtheilige Wirkung einer Hebelkraft aufhebt. Schon dem eben Angeführten nach folgt aus einer Vergleichung dieses Systems mit den bisher in Anwendung gebrachten Confectionen — daß in ersterem dasjenige, worauf man bei den andern Systemen einzeln Rücksicht nimmt — indem man entweder allein auf den Widerstand des Materials gegen das Zusammenpressen (relative Festigkeit), wie bei Bogenbrücken und Sprengwerken von Stein, oder allein auf das Zerreißen (absolute Festigkeit), wie bei den Ketten- und Hauptbrücken gerechnet hat — combinirt in Anwendung kommt, so daß die beiden eben berührten Kräfte dadurch ein für sich bestehendes Ganze bilden, welches nur in senkrechter Richtung auf die Auflagepunkte am Ufer ic. drücken kann. Wird demnach die, bekanntlich oft schwierige und stets kostbare Anlage der Widerlager gespart, statt deren hier nur einfache, mit ungleich geringern Kosten anzulegende Lagerpunkte erforderlich sind, und durch Benutzung der absoluten Festigkeit des anzuwendenden Materials die größte in ihm wohnende Kraft zur Anwendung gebracht, so ist es begreiflich, daß eine Confection dieser Art verhältnismäßig wohlfeiler und leichter sein muß, als andere, bisher zu ähnlichen Zwecken und aus gleichem Material ausgeführte Werke.

Es läßt dieses System die ausgedehnteste Anwendung zu — zur Ueberbrückung von Thälern und Gewässern mit feststehenden oder beweglichen Brücken, ohne der Widerlager zu bedürfen, zur Bedachung großer Räume, als Reithöfen, Theater ic., ferner zur Verstärkung aller Arten von Trägern und Stützen, zur Anfertigung tragbarer Gerüste, langer Leitern ic. — ausführbar durch Guß- und Stabeisen, Draht oder Holz, entweder zu dau-

ernden oder momentanen Zwecken, in welchem letztern Falle eine Verbindung mit Seilen hinreichen kann.

Tafel 22.

Laves hat, die Tragkraft der verschiedenen Balkenconfectionen zu prüfen, vier kleine Balken von Eichenholz auf verschiedene Weise, wie

F. 266. bis F. 270. zeigt, geformt. Jeder ist 2 Fuß lang, 3/4 Zoll breit und 1 1/2 Zoll hoch und haben dieselben bei einer Belastung in der Mitte nachstehende Resultate gegeben: Der Balken Fig. 266 besteht aus einem Holzstück; die Confection Fig. 267 dagegen aus zwei zusammengedübelten und verbolzten Holzern, jedes 3/4 Zoll im Quadrat stark; Fig. 268 ist eine Verbindung aus drei zusammen verzahnten und verbolzten Holzern, jedes 3/4 Zoll im Quadrat stark und endlich Fig. 269 giebt die Laves'sche Confection. Die beiden gebogenen Hölzer an den Enden zusammengedübelt und verbolzt und sind gleichfalls 3/4 Zoll im Quadrat stark. Statt der Verdübelung kann auch eine Verzahnung, wie Fig. 270 zeigt, angewendet werden.

Folgende Resultate gab die Belastung: In der Mitte waren die Hölzer belastet mit

40 Pfd. | 50 Pfd. | 100 Pfd. | 150 Pfd.

gesenkt um

Fig. 266.	0,016"	0,078"	0,112"	0,153"
= 267.	0,053"	0,082"	0,180"	0,290"
= 268.	0,075"	0,090"	0,185"	0,292"
= 269.	0,036"	0,040"	0,070"	0,094"

mithin beträgt die Senkung von Fig. 266 gegen Fig. 269, 63 % mehr, von Fig. 267 gegen Fig. 269 308 % mehr, und von Fig. 268 gegen Fig. 269 310 % mehr.

Gehen wir nun zu der Beschreibung des obigen neuen Constructions-systems über, so besteht das in Frage stehende Constructions-princip in einer Combination der Hauptkräfte aller Baumaterialien, nämlich

1. der rückwirkenden Festigkeit oder des Widerstandes gegen das Zusammenpressen, welche seit Jahrhunderten bei der Anlage von Gewölben aller Art und deren Widerlager in Anspruch genommen worden

und

F. 272. 2. der absoluten Festigkeit, oder dem Widerstande gegen das Zerreißen, welche bei den in neuerer Zeit angewandten Kettenzügen der Hängebrücken einen wesentlichen Bestandtheil ausmacht. Festgedachte Confection oder Anwendung der rückwirkenden Festigkeit erfordert bedeutende und mithin gewöhnlich sehr kostbare Massen von Material, sowohl zu den Gewölbhogen, wenn sie massiv sind, als besonders zu deren Widerlagern. Die zweite dagegen, oder die durch Anwendung der absoluten Festigkeit, läßt sich zwar mit viel weniger Material herstellen, aber die Schwierigkeit einer sicheren und dauerhaftesten Verankerung, wozu oft der nöthige Raum fehlt, bedingt und erschwert oft die Wahl, und empfindliche, auf den Bau nachtheilig wirkende Vibrationen und Undulationen werden dabei nie ganz zu vermeiden sein. — Eine innige Verbindung beider Kräfte bildet in Rede stehendes neues Constructions-system.

Wie durch dessen Anwendung ein bedeutendes Tragvermögen horizontalliegender Bauwerke mit verhältnismäßig geringen Mitteln an Material erlangt wird, zeigt

F. 273. Bei diesem sogenannten Binder (Lehrbogen, Ferme ic.) strebt der nach oben gewölbte Brückenbogen oder Balken abedfg rückwirkend gegen das Zusammenziehen der Endpunkte des unter ihm angebrachten und an den Enden durch Hölzer oder Verzahnung befestigten hängenden Bogens ahiklmg — der als Kettenzug anzusehen ist — während eben dieser Hängebogen verhindert, daß die obere Curve an den Enden nicht ausweichen kann. Die Hängesäulen bh, ci, dk, d und km vereinigen mit den Streben he, ek, kl und lm beide Curven — deren Wirken sich gegenseitig aufhebt oder neutralisirt wird — zu einem für sich bestehenden Ganzen, welches demnach weder einen Seitendruck auf die Pfeiler — wie bei Gewölben — noch ein Einwärtsziehen — wie bei Kettenbrücken — bewirken kann, mithin nicht nur senkrecht auf die Auflagepunkte an den Enden drückt