



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Zimmerwerks-Baukunst in allen ihren Theilen

Romberg, Johann Andreas

Leipzig, 1847

Tafel 127. F. 853. Dach eines Wagenschuppens zu Marac.

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

Tafel 126.

F. 851. Construction der Kuppel der Invalidenkirche zu Paris,
entnommen dem Werke von Emy.

Auf der Mauer liegen drei Kränze *c, e, f*, auf welchen die nach dem Mittelpunkte der Kuppel liegenden Querbalken eingekämmt sind. Die Hölzer *d* dienen zur Verpreizung derselben. Auf ihnen stehen die Stiele *g, h, i*, die an 12 Punkten, wie die Fig. 851 B zeigt, doppelt sind. Letztere tragen die durchgehenden doppelten Hölzer *k*, zwischen welchen letzteren die gleichfalls doppelten Stiehbalken *v v* in dem Wechsel *n* eingezapft sind. *o* ist ein durchgehender Stiel, und Fig. 851 D zeigt, wie in dem Tambour dieser Stiel von Zangenhölzern umfaßt wird; die Streben *t* tragen diesen Stiel. Auf den Schwellen *s* stehen die Zangen, welche die Fellen tragen, und zwischen diesen Fellen, wie Fig. 851 B zeigt, sind die Hölzer eingezapft, auf welchen das Kupferdach ruht. Die Stiele *p, q* bilden die äußeren Wände des Tambours.

Bei dieser Construction, zu welcher, nach der Art fast aller Constructionen der Franzosen, kleine Hölzer angewendet wurden, ist sehr viel Holz verschwendet. Würden Bohlensparren zur Unterstützung des Metallbelags angewendet worden sein, so würde man die vielen Fellen und die Anzahl Zwischenhölzer zwischen denselben entbehrlich gemacht haben, und in Folge dessen hätte es auch einer solchen großen Anzahl von Zangen nicht bedurft. Ueberhaupt sind in dieser Kuppel, selbst bei der gewählten Construction, Hölzer angewendet, die füglich hätten ganz weggelassen können.

F. 852. Reitbahn im Schloßgarten des Prinzen Albrecht von Preußen, entworfen von F. Schinkel.

Das Gebäude wurde im Jahre 1831 ausgeführt. Von den 4 Umfassungsmauern sind die Siebelmauern massiv, die Langmauern aber Fachwerk mit einem Stein starker Verblendung, diese ganz ohne Fenster- und Thüröffnungen, jene mit 3 großen gruppierten Fenstern versehen. Von den Langwänden aus erheben sich die aus Bohlen gebildeten, gekrümmten Sparrschänkel bis zum Forst; sie sind außerhalb bekleidet, so daß von der Bahn aus die Bogenrippen sichtbar sind; die darüber liegenden geraden Sparren sind verhält und mit Zink bedeckt. Dadurch nun, daß die Langwände gegen Süden und Norden, die Siebel also nach Osten und Westen gerichtet sind, ist, wegen der zwischen der bogenförmigen Bekleidung, den Umfassungsmauern und dem flachen Dach befindlichen, unbeweglichen Luftschicht, als schlechtem Wärmeleiter, ungeachtet der gutleitenden Metallbedeckung, das Innere des Gebäudes im Sommer ungewöhnlich kühl, und im Winter warm.

Die lichte Länge des Gebäudes, die Estrade mit begriffen, beträgt $85\frac{1}{2}$ Fuß, ohne Estrade, also die Länge der eigentlichen Reitbahn, 80 Fuß, die lichte Breite $46\frac{1}{2}$ Fuß, die lichte Höhe bis unter die Forstbohle 34 Fuß.

Das Bohlendach hat hier durchaus keine Querverbindung und der Seitenschub der Sparren ist durch die 5 Fuß starken Widerlagsmauern *a* abgefangen. Diese haben von der Verblendung ab nach außen eine starke Abwässerung, die in Cement verputzt ist und ganz innerhalb der Traufe liegt, indem die Stiehbalken *e* sämtlich darüber hinausragen. Auch treten die Siebelmauern so weit hervor, daß durch sie die Abwässerungen in den Hauptansichten verdeckt werden.

Auf den Absätzen der untern Widerlagsmauern sind die 8 Zoll hohen, 13 Zoll breiten Schwellen *b* gestreckt, auf welche die 25 Paar Stiele *c* und Bogenschänkel gezapft sind, die $3\frac{1}{2}$ Fuß von Mitte zu Mitte aus einander stehen. Die Stiele sind 7 Zoll stark, 9 Zoll breit, einmal verriegelt und mit Rähmen *d* von 7 Zoll Stärke versehen, über welche die Stiehbalken *e* verzapft sind. Diese Stiehbalken von 8 Zoll Breite und 7 Zoll Stärke sind verdoppelt neben einander liegend, und umgreifen zugleich die Bogenparren. Nur bei den 4 Drtsparrschänkeln sind sie einfach und deshalb 96 Stück angewendet.

Die Bogenparren von 42 Fuß Länge und 11 Zoll Breite bestehen aus einer mittleren zweizölligen Bohle und zwei $1\frac{1}{2}$ zölligen Brettern, die mit einander verbolzt sind, und hierauf Seitenbekleidungen von 1 zölligen Brettern erhalten haben, so daß

jeder Sparren 7 Zoll stark, also so stark, als der zu ihm gehörige Wandstiel, ist. Außerdem gehen zwischen den Schenkeln auf jeder Seite 11 wagerechte Verriegelungen von 2 zölligen Bohlen durch, auch sind sie durch doppelte Zangen *k* mit den Stielen verbunden. Die äußere Verriegelung der Bogenparren ist aus 1 zölligen Brettern gebildet, wozu bei 53 □ Ruthen Oberfläche 397 Stück à 18 □ Fuß erforderlich gewesen sind. Die oberen geraden Sparren *g* von 5 Zoll Breite, 8 Zoll Höhe sind auf die Doppelbalken *l* verzapft, auf die Schwellen *f* von 9 Zoll Breite und 12 Zoll Höhe geklaut, ruhen auf den Bogenparren und sind im Forst mit einander überblattet; außerdem werden sie in der Mitte durch Doppelzangen mit den Bogenparren umfassend verbunden. Zwischen den Schwellen *f* und den Bogenparren liegt auf den Balken *e* noch eine Kreuzverbindung von 6 Zoll breiten und 10 Zoll starken Hölzern, um dort einen Duerband herzustellen. Die Befestigung vom Zinkdach von 39 □ Ruthen hat pro Ruthe 8 Stück, also überhaupt 312 Stück, $\frac{3}{4}$ zöllige Bretter erfordert. Die über die Verblendung 4 Fuß weite Hervorragung der Balken ist mit 1 zölligen Brettern bedeckt.

Tafel 127.

F. 853. Dach eines Wagenschuppens zu Marac.

Jeder Dachbinder besteht aus einem halbkreisförmigen Bogen, zwei verticalen Säulen, zwei Stuhl- oder Strebesäulen, zwei Tragbändern und einem kleinen horizontalen Spannriegel. Prof. Ritgen, welcher die Beschreibung dieser Construction aus Emy überseht hat, entlehnen wir Folgendes: „Die einzelnen Theile sind mit dem Bogen durch normale Zangen verbunden und so der ganze innere Raum des Bogens frei erhalten worden. Auf diese Weise beruht die ganze Stärke und alle Vortheile, welche diese Constructionsgattung gewährt, nur auf dem Bogen.“ Dieser Bogen besteht nicht, wie die Bogen Philibert de l'Orme's, aus wenigstens drei Bohlenreihen von 4—15 Fuß langen Brettern, welche an einander gestoßen und auf die Kante gestellt werden, sondern er wird von langen und schmalen Bohlen gebildet, von denen eine auf die andere gepaßt ist, wie z. B. die Plätter an den Federn eines Wagens, welche blos vermöge ihrer Biegsamkeit auf ihrer breiten Seite gebogen werden.

Die normalen Zangen sind eingeschnitten, so wie die ebenen Flächen des Bogens, und zwar um einen Centimeter tief, so daß Verschneidungen von zwei Centimeter Stärke entstehen (siehe Fig. 853 A B), welche den doppelten Zweck haben, sowohl die Bogen gepreßt zu erhalten, als auch feste Knoten zu bilden, welche das Abgleiten und Verschieben der Bohlen auf einander verhindern. Zwei Ueberschläge von einem Centimeter auf beiden Seiten des Bogens sind in die Wangen der Zangen eingeschnitten, um zu verhindern, daß Risse in den Einschnitten der Bohlen entstehen.

Die verticalen Säulen sind von der Mauer einen Decimeter entfernt, doch sind die drei ersten Zangen, an jeder Seite, über die Säulen hinaus verlängert, und dringen um 0,20 in die, in der Mauer ausgesparten Räume von 0,30 Tiefe. — Diese Anordnung hat aber keineswegs den Zweck, den Widerstand der Mauer zu benutzen, denn das Zimmerwerk übt keinen Druck darauf aus, sondern sie soll blos dazu dienen, die Dachbinder in den verticalen Ebenen zu erhalten und das Schwanken des Dachwerkes nach der Länge des Gebäudes zu verhüten.

Zwischen den Zangen, deren Zahl nicht füglich hätte vermehrt werden können, ohne das Gewicht des Zimmerwerkes unnötig zu vermehren, befinden sich eiserne Bänder und Schraubbolzen, welche die Bohlen des Bogens zusammenpressen und sich dem Verschieben derselben widersetzen, die ersteren, indem sie die Flächen zwingen, sich überall fest an einander zu schmiegen, da sie, außer dem durch sie bewirkten Zusammenpressen, zugleich innere Anhaltspunkte bilden; denn cylindrisch und fest in die sehr scharf und genau gebohrten Löcher eingetrieben, gestatten sie nicht das geringste Verschieben der Bohlen, welche

*) Das ist wohl nicht ganz der Fall, denn zu der Stärke der Construction tragen wesentlich bei: die verticalen Säulen, die Strebesäulen und das diese beiden Hölzer zu einem Dreieck verbindende Holz.

sie normal durchdringen. Diese Bolzen haben etwa 8 Millimeter Durchmesser, sind in Entfernungen von 0^m,80 angebracht, und spalten, wie die Erfahrung lehrte, den Faden des Holzes nicht im Geringsten, wie es zu befürchten sein konnte. Auf diese Weise bilden die Zangen, Bänder und Bolzen aus den einzelnen Bohlen einen festen Körper und widerstehen sich mit großer Gewalt dem Zurückkehren der Bogen in die gerade Richtung. In einem Bogen von fünf Blättern oder Bohlen und 20 Meter Spannweite ist die Entwicklung der äußeren Curve 60 Centimeter größer, als die der inneren Curve, das Zurückschnellen ist also unmöglich. Emp bemerkt, daß die Zimmerleute anfangs das plötzliche Zurückschnellen befürchtet hätten, sobald man einen Bogen sich selbst überlassen würde; wie schwach indessen dieses Bestreben der Bogen, in die gerade Richtung zurückzukehren, sei, habe ein Versuch gelehrt, indem Bogen, bloß durch ihre Bänder vereinigt, ohne Zangen noch Schrauben, da man sie plötzlich sich selbst überließ, sich nur um 8 Centimeter an jedem Ende geöffnet hätten, und daß ein Mann im Stande gewesen sei, diese geringe Vergrößerung der Spannweite zu verhindern. In jedem Binder sind drei große Dreiecke gebildet, nämlich zwei durch die verticalen Säulen, die Strebefäulen und Tragbänder, und das dritte durch die beiden Strebefäulen und den Spannriegel. Ihre Verbindung mit dem Bogen und den normalen Zangen aber bildet ein so unverschiebliches Netz, als es die Biegsamkeit des Holzes und das Wanken in den Verbandstellen nur erlaubt; aber bei diesem Systeme, und besonders bei dem Dachstuhl zu Marac, ist es gerade die Spannkraft und Steifigkeit der Bogen, welche die Unveränderlichkeit der Form bedingt und den Druck auf die Mauern gänzlich vernichtet.

Die Bohlen zu den Bogen haben 55 Millimeter Dicke, 13 Centimeter Breite und 12 bis 13 Meter Länge. Zwei und eine halbe Länge, Ende an Ende gestoßen, mit viereckigen Fugenschnitten, reichen zur Entwicklung einer Curve hin. Die Fugen sind so vertheilt, daß keine mit einer andern desselben Bogens zusammenrifft, und daß alle durch die normalen Zangen bedeckt sind. Da die einzelnen Blätter, d. i. die Curventlagen, nur zwei, höchstens drei Fugen haben können, so werden in einem Bogen höchstens 12 bis 13 Fugen sein. Wie viel größer muß also schon deshalb die Stärke dieser Bogen, als die der Bogen de l'Orme's sein.

Alle Theile des Dachstuhles haben 13 Centimeter, wie die Bogen und die Strebefäulen. Nur die verticalen Säulen haben eine Stärke von 20 Centimetern. Die einzelnen Bänder sind in Entfernungen von 3 Meter von Mitte zu Mitte aufgestellt und durch horizontale Quersangen verbunden. Ferner dient der Firzballen und die Zange und die sämtlichen Fetten zur Herstellung des Längenverbandes. Alles Uebrige wird die Ausbildung deutlicher machen. Ueber das Verfahren, dessen man sich bei Anfertigung der Bogen bediente, siehe hier nur Folgendes: Die Blätter, welche die Dicke eines Bogens bilden sollten, hatten etwas mehr, als die notwendige Länge, wurden an dem einen Ende zusammengefügt und mittelst zweier eiserner Bänder gegen ein Gerüst gepreßt. Man hatte sie im Voraus durch die Bänder vereinigt, welche bestimmt waren, den Bogen mit dem Fuße der verticalen Säulen zu verbinden. Alle Blätter wurden dann nach und nach gebogen (aber zu gleicher Zeit) und auf das Gerüst gepreßt, mittelst eiserner Zwingen. Nachdem sie sich so völlig an das Modell angelegt hatten, ersetzte man die Zwingen durch eiserne Bänder und schraubte dann die eigentlichen Bänder der Bogen fest zusammen, in welche die Blätter bereits vereinigt gewesen waren, ehe man sie über das Gerüst bog. So wurde jeder Bogen von einem Ende bis zum andern gekrümmt, da diese Weise den Arbeitern bequemer war, als sie von der Mitte aus nach beiden Enden zu krümmen. Hierauf wurden die verticalen Säulen mit dem Bogen verbunden und dann die übrigen Verbandstücke wie gewöhnlich aufgeschlagen.

Bei der Errichtung des Baues zu Marac wurden indessen dem Erfinder dieser Constructionsweise verschiedene Einwürfe gemacht, indem man zweifelte, ob jeglicher Seitendruck auf die Mauern gänzlich gehoben sein, und dann, ob diese Dachconstruction eine beträchtlich schwere Eindeckung würde tragen können, ohne dabei an ihrer Einfachheit und Leichtigkeit zu verlieren. Herr Emp stellte deshalb folgende Proben an. Er ließ mehrere

Binder nach der beschriebenen Weise construirt und dieselben auf zwei breiten eichenen Schwellen aufzurichten, vorzüglich in der Absicht, sie einer größten Belastung zu unterwerfen, als sie später tragen sollten, um so die Zahl der Blätter zu finden, aus welchen die Bogen zusammengesetzt werden mußten. Vorläufig wurden sie aus fünf Blättern oder Bohlencurven construirt. Sobald ein Bogen sich selbst überlassen war, erhöhte er sich um einige Centimeter. Man hing deshalb mittelst langer Stricke an den Auflagerungsorten der Fetten und an der Giebelspitze Ballast von gegossenem Eisen an, bis zu tausend Kilogrammen an jedem Orte, d. i. für die ganze Belastung des Binders elftausend Kilogramme, ein Gewicht, das um mehr als den vierten Theil die stärkste Belastung übertraf, welche auf den, von einem Binder zu tragenden Theil des Daches möglicherweise kommen konnte.

Bei diesem Versuche war jedoch der Bogen nur durch die Bänder und Zangen zusammengepreßt, indem das Eintreiben der Bolzen nur als Mittel zur Verstärkung dienen sollte, nachdem die Dachstühle bereits an ihrem wahren Orte aufgestellt sein würden.

Nach Maßgabe, wie man die Last vermehrte, bog sich der Binder mehr abwärts. Nach Verlauf von 24 Stunden wurde der Bogen mittelst eines hölzernen Radius von 10 Meter Länge, der an beiden Enden mit Eisen beschlagen war, deren eines sich im Mittelpunkte des Kreisbogens, um eine horizontale eiserne Achse drehbar, befand, untersucht. Es ergab sich, daß die Giebelspitze um ungefähr 12 Centimeter sich neigte, daß aber die obere Krümmung des Bogens, d. i. zwischen den beiden oberen Zangen, nicht merklich abwich, obgleich sie ein Bestreben haben mußte, sich abzuslachen, da das Sinken der Giebelspitze ein allgemeines Sinken des Bogens anzeigte. Dagegen fand man auf beiden Seiten zwischen der siebenten Zange und dem entsprechenden Bogenende eine ständige Vergrößerung der Krümmung, deren Maximum der vierten Zange entsprach. An dieser Stelle entfernte sich der Bogen etwa um 5 Centimeter von dem mit obigem Radius beschriebenen Kreisbogen. Die Strebefäulen folgten der Bewegung des Bogens: von der Giebelspitze bis zur siebenten Zange blieben sie gerade, dann aber krümmten sie sich ein wenig aufwärts. Eine leichte Krümmung in Gestalt eines Karnieses blieb zwischen der sechsten und siebenten Zange an dem oberen Theil, der sich gesenkt hatte, mit dem untern aus, der gehoben wurde. Das Tragband bog sich kaum merklich, die verticale Säule aber hing um 5 bis 6 Centimeter nach außen über. Die Enden der Bogen ruhten auf den Schwellen, und diese Schwellen selbst veränderten ihren Platz nicht, folglich blieb der Durchmesser der Bogen unverändert, und es zeigte sich bloß auf jeder Seite zwischen den einzelnen Blättern von der siebenten Zange an ein geringes Verschieben, dessen Maximum auf die Enden traf; es betrug nur 3 Millimeter von einem Blatte zum andern und entsprang aus der Vergrößerung der Krümmung. Die Tangenten an den Enden der Bogen neigten sich ein wenig nach außen, gleich den Tragsäulen, so daß die Blätter und die Tragsäulen, anstatt, wie vor der Belastung, mit ihrer ganzen Schnittfläche aufzurücken, jetzt auf den äußeren Kanten dieser Flächen ruhten, dabei aber sämtlich aufstanden.

Emp folgert hieraus, daß die Bogen an und für sich keinen Druck an ihren Enden ausüben, daß aber durch die Probebelastung zwar ein schwacher Druck in diesen Punkten entsteht, der jedoch den untern Theil der Mauer eher nach innen als nach außen umzuführen streben würde. Somit entsprach der einzige Druck, welcher beachtet zu werden verdiente, auf beiden Seiten dem Maximum der vergrößerten Krümmung des Bogens, weil er durch die vierte Zange auf den oberen Theil der Tragsäulen wirkte, und, wenn er nicht gehoben wurde, auf die Mauern fortgepflanzt werden konnte.

Um diesem möglichen Falle vorzubeugen, fand nun Herr Emp ein sehr einfaches, aber sinnreiches Mittel. Er schloß aus den angestellten Beobachtungen, daß die Stärke des Bogens nicht in allen seinen Theilen dieselbe sein dürfe, und daß sie vielmehr an den Stellen, wo der Bogen die größte Krümmung zeige, durch Hilfsblätter zu vermehren sei, so daß die Spannkraft und Steifigkeit dieser Theile mit der Belastung des Daches überall völlig in's Gleichgewicht gebracht werde, und weder eine Zu- noch Abnahme der Krümmung möglich sei. Dieser Zweck

wurde erreicht, indem auf beiden Seiten jedes Bogens, der aus fünf Blättern bestanden hatte, ein Blatt auf einen Theil der äußeren und zwei Blätter auf einen Theil der inneren Wölbung hinzugefügt wurden, dergestalt, daß die Bogen in ihren verschiedenen Theilen jetzt auf folgende Weise gebildet waren:

Theil des Bogens zwischen den Zangen Nr. 1. und den Enden	Zahl der Blätter	Stärke der Theile.
den Zangen Nr. 1. und dem Bände zwischen den Zangen Nr. 6 und 7	7	0 ^m , 385.
Von da bis zur Zange Nr. 9	8	0 ^m , 440.
Zwischen den beiden Zangen Nr. 9	6	0 ^m , 330.
	5	0 ^m , 275.

Außerdem wurden den Tragsäulen und Strebsäulen noch verzahnte Verstärkungen gegeben, wie sie die Fig. 1 zeigt. Die hinzugefügten Blätter aber wurden von Eichenholz gefertigt, welches sich eben so leicht krümmen ließ, als Tannenholz, obgleich die Blätter dieselbe Dicke von 0^m, 035 hatten. Das Eichenholz gewährt nämlich hier den Vortheil, daß es nicht wie das Tannenholz durch die Köpfe und Schraubenmutter der eisernen Bolzen eingedrückt wird, und folglich eine weit festere Zusammenpressung gestattet.

Herr Emy machte nun Proben mit den so verstärkten Bindern. Bei derselben Belastung wie früher blieben sie jetzt unbeweglich, ohne sich zu senken, zu biegen, zu verschieben, noch irgend einen Druck auf die Tragsäulen auszuüben. Durch dieses Resultat befriedigt, ließ Herr Emy dann sämtliche Binder nach diesem Muster zimmern. Zugleich ward die Stärke der Bogen noch beträchtlich durch die Schraubenbolzen vermehrt, welche von jedem Ende bis zu der siebenten Zange hineingetrieben wurden, da das Verschieben der einzelnen Blätter früher nur in diesem Theile des Bogens stattgefunden hatte.

F. 854. Dachbinder an der Reitbahn zu Libourne,

wenige Meilen von Bordeaux, und im Jahre 1826 ausgeführt: „Der erste Anblick zeigt, daß diese Dachconstruction weit leichter als jene zu Marac ist. Der Grund liegt darin, daß die Mauern, auf welchen sie ruht, sehr dick und durch starke Contreforts gestützt sind. Es war daher hier nicht nöthig, allen Druck auf die Mauern zu vermeiden, und die Bogen sind deshalb überall von gleicher Stärke aus 5 Blättern gefertigt, dabei sind, um ihnen ein leichtes Aussehen zu geben, die Tragbänder und Strebsäulen von ihnen entfernt gelegt worden. Wie gering dieser Seitendruck auf die Mauern ist, hat die Ausführung bewiesen, denn das bloße Einfügen der halben Dicke der Stiehbalken in den obern Theil der Mauern reichte hin, um diesem Drucke zu widerstehen. Die drei ersten Zangen auf jeder Seite der Bogen blieben auch nach dem Auflegen der Eindeckung des Daches in eben der Entfernung von der Mauer, in welcher sie vorher gewesen waren, woraus sich schließen läßt, daß die verticalen Säulen nicht den geringsten Druck erleiden.

Zu bemerken ist ferner, daß das Dach, anstatt aus Fellen und Sparren, nur aus Fellen gebildet ist, welche unmittelbar die Belastung und Eindeckung tragen. Die Lattbretter laufen dagegen nach der Richtung der Dachsträge abwärts. Dieses Verfahren ist im Westen von Frankreich sehr im Gebrauche, und gewährt mehrere Vortheile. Die geneigte Lage der Bretter vergrößert deren Tragkraft, weshalb man die Fellen weiter aus einander legen kann, als es gewöhnlich mit den Sparren geschieht darf, und somit weniger Holz erfordert wird. Dadurch aber erhalten auch die einzelnen Binder weniger zu tragen; man kann sie also weiter von einander entfernen (zu Libourne beträgt die Entfernung der Binder 3^m, 20), und bedarf folglich weniger Binder. Endlich kann aber auch das zufällig in die Fugen gedrungene Wasser leicht abfließen; jedoch ist dieses Verfahren nicht da anwendbar, wo mit Schiefer gedeckt wird, weil die dem Austrocknen und Ausdehnen unterworfenen Bretter die Schiefer zerprengen würden, welche gewöhnlich mit zwei Nägeln befestigt werden.

Es wird ferner ersichtlich sein, daß die verticalen Säulen hier nicht einfach, wie an dem Schuppen zu Marac, sondern doppelt sind und den untern Theil des Bogens wie Zangen umfassen, was wir für sehr zweckmäßig halten.

Es ist ein bekannter Grundsatz, daß, um sich von der Richtigkeit einer Construction zu überzeugen, kein Mittel so sicher

ist, als sich jede der verschiedenen Bewegungen einzeln zu denken, welche ein Gebäude bei seinem Einsturze möglicherweise machen kann, und dann zu untersuchen, ob für jede dieser Bewegungen die gehörige Gegenkraft angebracht wurde. Wir haben bereits gesehen, daß der Hohlbogen der wichtigste und Haupttheil bei den Dachconstructions Emy's ist. Wir haben ferner durch die beschriebenen Versuche die möglichen Bewegungen kennen gelernt, welche dieser Bogen machen kann, und haben gesehen, wie sinnreich der Erfinder für jede derselben eine Gegenkraft auszumitteln wußte. Werfen wir aber einen prüfenden Blick auf die ganze Construction, nicht auf den Bogen allein, so möchten sich wohl noch einige mögliche Bewegungen auffinden lassen,“ sagt Ritgen, „die sich mehr auf die Verbindung der einzelnen Theile zum Ganzen, als auf den Bogen allein beziehen. Es fragt sich nämlich:

1) ob die Verbindung aller Theile eine durchaus unverrückliche sei;

2) ob das ganze Dach keine Schwingungen annehmen könne;

3) ob der Seitendruck auf die Mauern nicht auch, außer durch jenes Vermehren der Hohlbohlenlagen an einzelnen Stellen des Bogens, zugleich noch auf andere Weise in einen bloß senkrechten Druck verwandelbar sei?

Die erste Bedingung zur Bildung eines solchen Dachkörpers ist nun das Abbinden aller darin vorkommenden langen Linien in kurzen Zwischenräumen durch unverrückliche feste Knoten. Dieses hat Herr Emy erreicht, indem alle langen Linien, als: der Bogen, die Strebsäulen, die verticalen Säulen und die Tragbänder, von den normalen Zangen fest umschlossen und durch die mittelst schwacher Ueberschneidungen und Verschraubungen gebildeten Knoten abgebunden werden. Die auf diese Weise dargestellte Neßfläche ist aber noch keineswegs unverrücklich gemacht, wie es die zweite Bedingung zur richtigen Körperbildung fordert. Diese Unverrücklichkeit kann aber durch schiefling angebrachte Dreieckerverbindungen bewirkt werden und gerade hierauf möchte Herr Emy zu wenig Gewicht gelegt haben. Zwar sagt er: „In jedem Binder sind drei große Dreiecke gebildet; nämlich zwei durch die verticalen Säulen, die Strebsäulen und die Tragbänder, und das dritte durch die beiden Strebsäulen und die Spannriegel. Ihre Verbindung mit dem Bogen und den normalen Zangen aber bildet ein so unverrückliches Neß, als es die Weigsamkeit des Holzes und das Wanken in den Verbandstellen nur erlaubt.“

Ritgen tadelt es, daß das Tragband in Fig. 853 nicht in die Hölzer übergeschnitten und verschraubt, sondern nur verzapft ist. Hierdurch werde der Hauptzweck dieses Theiles, die Streben und verticalen Säulen unverrücklich mit einander zu verbinden, verfehlt, denn die Zapfen allein könnten der nach der Länge der Tragbänder auf Zerreißen wirkenden Kraft unmöglich widerstehen. Ritgen rath daher an, anstatt der Tragbänder Zangen anzubringen, und zwar zwei auf jeder Seite. Auf diese Weise, sagt er, werde durch den Bogen, die Strebsäulen, die verticalen Säulen, die beiden doppelten Tragbänder und durch die sie überkreuzenden normalen Zangen ein durchaus unverrückliches Neß von kleinen Dreiecken gebildet. Ritgen übersieht hier ganz den Zweck dieser Tragbänder, welcher nur dahin geht, den Schub auf die senkrechten Säulen zu übertragen. Zu diesem Zwecke möchte eine Verzapfung und Versägung von größerer Wirksamkeit sein, als ein bloßes Anblatten von Zangen, denn diese Zangen werden an und für sich den Schub nicht aufhalten, sondern das wird lediglich bewirkt durch den durchgezogenen Bolzen. Nun möchte aber ein Zapfen mit Versägung mehr Widerstand leisten, als das Holz vor den zwei Zangen. Zangen würden nur da zweckmäßig sein, wo zu befürchten wäre, daß die Construction über dem Bogen denselben nach innen zu biegen könnte, was aber hier nicht angenommen werden kann. Ferner findet Ritgen, daß die Längerverbindung, namentlich bei dem Dachstuhl zu Marac, unvollständig sei, indem dieselbe nur durch die Fellen bewirkt werde; Ritgen übersieht aber hierbei, daß auf den Tragsäulen über dem Bogen noch Zangenholz angewendet sind. Er meint, daß die kleinen Mängel sehr leicht zu verbessern seien, giebt aber keine Verbesserung dieser Mängel an.

„In der großen Verschiedenheit an Zahl und Vertheilung der Fugen, und in dem großen Vortheil, das Holz unzerstückt

benutzen zu können, liegt die Begründung der Stärke, der Leichtigkeit und Schönheit der Constructionen Emy's.

Zu Marac sind die einzelnen Dachbinder 3 Meter von Mitte zu Mitte entfernt, zu Libourne 3^m, 20, während die Wöhlensparren de l'Deme's nur 7 Decimeter von einander gestellt zu werden pflegen. Ueberdem werden de l'Deme's Wöhlendächer fast nur mit Schiefer gedeckt; bei einer Schieferbedeckung aber könnten die Binder zu Marac und Libourne auf 4 Meter weit entfernt aufgestellt werden. Zwar ist es richtig, daß letztere viel Eisenwerk, als Bänder und Schraubenbolzen, bedürfen; allein diese Kosten sind gering, wenn obige Ersparnis an Arbeitslohn dagegen gehalten wird.

Außer diesem beschriebenen Projecte im Systeme de l'Deme's wurden für das Dach der Reitbahn zu Libourne noch zwei andere Projecte gemacht. Das eine war ein Dach aus starkem Zimmerholz, wie ein ähnliches bereits im Jahre 1822 an einer

Reitbahn zu Metz ausgeführt worden ist. An diesem Dache sind die Sparren aus starken, gekrümmten Balken gebildet, welche auf der hohen Kante tragen und mit einem Jupiterschnitt versehen sind; solcher Verfassungen sind sieben in einem Bogen, aber sie durchschneiden ihn jedesmal völlig und haben schon deshalb einen Nachtheil vor den Bogen Emy's, welche an der Stelle einer Fuge höchstens um den fünften Theil ihres ganzen Querschnittes durchschnitten werden. Das andere Project war ein gewöhnlicher italienischer Dachstuhl mit drei Hängesäulen.

Da alle diese verschiedenen Projecte zur Bedachung desselben Gebäudes gemacht wurden, und dieselben also gleichen Bedingungen entsprechen sollten, so ließ sich eine nähere Vergleichung derselben anstellen. Dieses ist von Herrn Emy selbst geschehen und zwar in folgender Tabelle, welche wir dem Werke desselben entlehnen:

Vergleichende Uebersicht.

Zimmerarbeiten.	Innere Dimensionen der Gebäude.			Zahl der Binder.	Stärke der Binder.	Cubischer Inhalt:				Belastung:	
	Breite.	Länge.	Oberfläche.			eines Binders.	sämmtlicher Binder.	der Schwellen u. Dächer.	der ganzen Zimmerarbeit.	für einen Binder.	für einen laufenden Meter der Strebefäulen.
I. Schuppen zu Marac.	20 ^m	37 ^m	1140 ^m	18	3	5 ^m 613	101 ^m 034	64 ^m 324	165 ^m 358	8800 ^{kl.}	400 ^{kl.}
II. Reitbahn zu Libourne.	21	48	1008	14	3	20 5 495	76 930	48 300	123 430	8773	417 86
III. Nach Phil. de l'Deme.	20	37	1140	82	0	70 2 740	224 684	8 625	233 309	1555	67 60
IV. Reitbahn von Chambrères zu Metz.	18	49	72 895	18	2	60 8 150	146 700	55 960	202 660	6500	260
V. Gewöhnlicher Dachstuhl.	20	37	1140	13	4	071 9 223	119 899	73 104	192 903	12535	307

Bemerkungen:

1) Am Wagen-schuppen zu Marac sind die Hauptblätter der Bogen aus Lattenholz, die Hilfsblätter und alle übrigen Theile des Zimmerwerkes sind aus Eichenholz, das Lattenwerk aus Kiefernholz. Die Eindeckung geschah mit Hohlziegeln.

2) An der Reitbahn zu Libourne sind die Binder aus Lattenholz, die Querbänder, die Fetten und die Belattung aus Kiefernholz und die Eindeckung aus Hohlziegeln.

3) Die Berechnungen über das Dachwerk der Reitbahn zu Metz sind nach einer Zeichnung gemacht, welche einem Circulare des Kriegsministeriums vom 15. Januar 1823 beigelegt war. Das Zimmerwerk ist aus Eichenholz, die Eindeckung Schiefer.

Aus dieser Zusammenstellung ergibt sich: Erstens, daß der cubische Inhalt der Dachconstruction zu Libourne geringer ist, als derjenige zu Marac; denn, wie schon gesagt, konnte der Erstern eine größere Leichtigkeit gegeben werden, da der Seitendruck auf die sehr dicken Mauern nicht zu fürchten war; wogegen in Marac dieser Druck durch die größere Steifigkeit der Bogen gänzlich gehoben werden mußte, was aber andererseits eine große Ersparnis an Mauerwerk zuließ. Zweitens, daß der cubische Inhalt jedes dieser Zimmerwerke geringer ist, als der jedes der drei andern, mit ihnen verglichenen. Drittens, daß es der italienische Dachstuhl ist, welcher unter den drei letzteren Constructionen den geringsten cubischen Inhalt erheischt. Viertens, daß ein Dach nach dem Systeme de l'Deme's den stärksten Cubikinhalte erfordert.

Genaue Berechnungen haben ferner gezeigt, daß eine Spannweite von 14 Meter die Grenze sei, wo die Kosten für ein Dach nach Emy's und für eins nach italienischer Weise einander gleichkommen; daß für geringere Spannweiten ein gewöhnlicher, für größere aber Emy's Dachstuhl der wenigst kostspielige sei.

Einer der größten Vorzüge, welche das System der Bogen aus auf der Seite gekrümmten Wöhlen besitzt, ist endlich noch der, daß man diesen Bogen auf die einfachste Weise durch Vermehrung der Zahl und Stärke der Wöhlenblätter jede beliebige Stärke geben kann. Hierdurch wird der Mannigfaltigkeit der Verbindungen nach Größe und Form, welche die Anwendung dieses Systems gestattet, auch noch die höchstmögliche Leichtigkeit, Kühnheit und Großartigkeit der Construction hinzugefügt; Anforderungen, welchen zu genügen de l'Deme's Wöhlensparren sowohl, als auch Bogen aus starkem Zimmerholz sehr bald unzulänglich werden müssen, indem für erstere keine Wöhlen breit

genug sein werden, für letztere aber kein Mittel hinreichen wird, sie zu biegen, sobald sie einen beträchtlichen Querschnitt erlangen."

Etwas sonderbar klingt Ritgens nachstehende Aeußerung: „Wir wollen nicht in Uebereinstimmung stellen, daß, wenn man die genannten Projecte Emy's mit den Zimmerarbeiten am großen Exercirhaus zu Moscau vergleicht, diese als weit glücklichere Auflösungen des Problems der Ueberdeckung solcher großen Räume betrachtet werden können, da jenes Exercirhaus zu Moscau, gleich dem zu Darmstadt, eine wahrhaft unsinnige Holzverschwendung veranlaßte. Allein die Wahrheit zu gestehen, würde man sich vielleicht mit Recht ein wenig scheuen, unter jenen Kiefern-dächern Emy's zu luftwandeln, da ihr allzu Kühnes Ansehen schon auf dem Papier für sie fürchten läßt." Erst behauptet er, daß große Dächer besser durch Wöhlen constructirt würden, dann gesteht er, daß man Anstand nehmen würde, unter solchen Constructionen zu gehen. Ritgen müssen die Untersuchungen Ardan's unbekannt geblieben sein, er würde sonst wissen, daß derselbe als Resultat tiefer Forschungen die Ueberzeugung ausspricht, daß den geraden Dachstäben für große Dimensionen unbedingt der Vorzug vor den Wöhlenconstructionen zu geben sei.

Ritgen ist unbedingt der wärmste Vertheidiger des Knotensystems; sein Werkchen darüber ist interessant zu lesen, da der Verfasser die Gabe hat, auch angenehm und eindringlich zu schreiben. Nichts desto weniger ist auch er nicht im Stande, uns zu überzeugen, daß das Knotensystem nur die mindesten Vortheile darbietet, oder das umzustößen, was wir Seite 274 bis 279 und 287 bis 293 aussprachen. Damit uns der Vorwurf nicht trifft, daß wir absprechen, ohne unsere Ansicht zu motiviren, wollen wir etwas näher auf die Schrift Ritgens eingehen, uns aber möglichst kurz fassen, um den Gegenstand nicht allzu breit zu treten. Was für die Anhänger des Knotensystems einen besondern Reiz hat, ist die Neuheit des Systems. Sie scheinen sehr stark der Ansicht zu sein, daß aus diesen Bestrebungen eine neue Kunstverweiterung hervorgehen müsse. Zunächst finden wir in dem Werke von R. das Beispiel von dem Kornfänger angeführt, worüber wir uns bereits ausgesprochen haben. Wie überschwänglich der Verfasser das Knotensystem aus dem Tiefinnersten der Natur zu entwickeln sich bestrebt, mag nachstehender Satz deutlich zeigen, und es wird die Frage daraus hervorgehen, in welcher Verbindung alles das, was der Verfasser gesagt hat, mit der Holzconstruction stehe. „In der ganzen Bildungsgeschichte der Natur,"

sagt Ritgen, „sehen wir die Kugelform als erste und unvollkommenste Form auftreten. Sie ist die Form jedes Urtstoffes, des Samentöbchens, des Eidotters u. s. w. Jede solche Ur- oder Mutterkugel zerfällt, sobald sie das ihr bestimmte Maß der Ausdehnung erreicht hat, in eine Anzahl kleinerer aber einzelner Kugeln, die sogleich einander anzuziehen streben. Zuerst bewirkt diese Anziehung ein gegenseitiges Berühren der kleinen Kugeln in einem und dann bald in mehr und mehr Punkten. Hierdurch geschieht es, daß die Kugeln an diesen Berührungstellen sich abzuplatten beginnen. Denken wir uns also eine Reihe oder eine Schnur kleiner Kugeln, so platten sich diese nach und nach zu Sphäroiden ab und nähern sich immer mehr der Gestalt kleiner Epsinder. So ist z. B. der noch unvollendete Bau der Wirbelsäule der Thiere, so der gegliederte Bau der Stängel bei allen Pflanzen. Aber hierbei bleibt gewöhnlich die Bildung der einzelnen Glieder nicht stehen. Die Anziehung wird noch stärker, die Glieder schwellen an den Berührungstellen an, ziehen sich mitten in die Länge und werden so an ihren beiden Enden stärker und dicker, als in dem dazwischen liegenden Theile. Mit einem Worte, die Stellen, wo sich die Cylinder berühren, werden meistens die stärksten und festesten, sie werden die Verknüpfungspunkte, die Knoten, welche die einzelnen Glieder zum Ganzen vereinen.“

So geschieht die Bildung der äußeren Gestalt, während im Innern die einzelnen Glieder meist hohl und entweder ganz leer, oder nur mit Mark und hohlem Zellengewebe angefüllt sind. Die Wandungen der hohlen Epsinder bestehen meistens, wie z. B. bei den Schachtelhalmen recht deutlich zu sehen ist, aus einem netzförmigen Gewebe von Fasern, zwischen welchen sich die kleinen Saftgefäße u. hindurch ziehen.

Bis in die kleinsten Theile der Gebilde der Natur können wir die Netzbildung und die Bildung hohler Glieder verfolgen. Ueberall scheint die Natur den Gang vom Einfachen zum Zusammengesetzteren, von dem physischen Punkt, der kleinsten Kugel, zur physischen Linie, der Kugeltreihe (der Wirbelsäule), von dieser zur Netzfläche und von da zur Bildung des hohlen zelligen Körpers zu gehen.

Folgen wir diesem Gange noch einmal, wie ihn die Statik vorschreiben würde. Es seien in der Richtung einer Linie in gewisser Entfernung von einander eine Anzahl Punkte (hier Knoten) gegeben, und diese Punkte seien so unter einander zusammenhängend verbunden (etwa durch die hohle Masse des Samens), daß ihre gegenseitige Lage dadurch unverrückbar ist, wenn auch die ganze Verbindung ihren Ort ändert, so haben wir das, was die Statik ein festes System von Punkten nennt, (hier aber durch die körperliche Verbindung als physische, feste Linie erscheint). Gehen wir nun weiter und denken uns aus solchen festen Linien ein Netz gebildet, so erhalten wir eine feste Netzfläche und aus der Verbindung solcher festen Flächen unter einander würden dann Körper gebildet werden können, und zwar Körper, deren relative Festigkeit gerade dadurch, daß sie hohl sind, verhältnismäßig größer sein wird, als die massiver Körper.

Doch genug hiervon, diese Betrachtungen reichen hin, um uns zu einem Wege zu führen, auf welchem sich ein Constructionssystem auffinden läßt, welches wir an fast allen Gebilden der Natur ausgesprochen sehen, und welches eben deshalb sich auch gleich allgemein bei unsern Constructionen aus jedem beliebigen Material wird anwenden lassen.“

„Die Grundidee,“ heißt es weiter, „dieses Knotensystems ist die Bildung hohler Körper aus fest verbundenen Netzflächen. Dieses System ist indessen ein und dasselbe mit dem Mollerschen Netz- oder Knotensystem, nur dürften wir es allgemeiner aufgefaßt und ausgesprochen haben, indem wir das Abbinden langer, schwacher Linien in kurzen Zwischenräumen durch feste Knoten, so wie die Dreiecksverbindung, nur als Mittel zum Zwecke, d. i. zur Bildung hohler, fester Körper betrachten. (Die großen Vortheile, welche die Anwendung hohler, vorzüglich hohler runder Körper bei Constructionen gewährt, scheinen überhaupt bisher zu wenig beachtet worden zu sein). In dieser Hinsicht dürfte also auch der Name: System der Körperbildung passender sein, als Netz- oder Knotensystem.“

Fragen wir uns nun bei dem Durchlesen dieser Stelle aus Ritgens Werke, was der langen Rede kurzer Sinn sei, so werden wir zu dem Resultate kommen, daß diese Herren lange Hölzer durch andere in gewissen Abständen abbinden, was aber

sicherlich doch keine neue Erfindung sein soll. Denn daß Balken, Sparren, Rehbalken, Spannriegel sich nach dem Verhältniß ihrer Stärke nicht über 12 Fuß und darüber freitragen, ist eine allgemein bekannte Sache, und daß, wenn die Hölzer länger sind, sie einer Unterstützung bedürfen, ist keine neue Entdeckung. Neu ist nur die Erfindung des Wortes „Knoten“ für die Punkte, wo Hölzer zusammentreffen. Daß Hölzer, wenn sie mit einander verbunden werden, nach verschiedenen Richtungen laufen oder laufen können, ist gleichfalls nicht neu; neu ist die Meinung, daß hierdurch ein Netz gebildet werde. Daß Dreiecke unverschieblich sind, ist längst nicht mehr eine Neuigkeit, daß man bei allen Constructionen daher dahin trachten müsse, Dreiecke zu bilden, ist längst ausgesprochen und dargelegt; neu ist die Annahme der Anhänger des Knotensystems, daß die Dreiecksbildung eine Erfindung von ihnen sei. Auch belieben sie, die Dreiecksbildung ihr Dreieckssystem zu nennen. Wenn drei Hölzer an ihren Enden mit einander verbunden werden, so entsteht ganz einfach ein Dreieck. Wir fragen aber wohl billig, in welcher Verbindung dieses Dreieck mit der Kugelform, mit einem Samentöbchen, Eidotter, einer Ur- und Mutterkugel, mit einem cylinderförmigen Strohhalm u. s. w. steht? Es würde zu weit führen, wollten wir hier noch näher auf die Schrift von Ritgen eingehen, wir würden das über das Knotensystem früher Gesagte wiederholen müssen. Das Mitgetheilte wird hinreichen, um darzuthun, daß die Anhänger des Knotensystems noch den Beweis zu führen haben, daß dieses sogenannte System auch nur den mindesten Vorzug vor den andern Constructionen hat.

Tafel 128.

F. 855. Entwurf einer Kuppel von 60 Fuß Durchmesser über einem quadratischen, durch Mauern eingeschlossenen Raume.

A Querdurchschnitt nach der Linie AA im Werksaße.

B Querdurchschnitt nach der Linie BB im Werksaße.

C Werksaß.

D Ansicht der Sparren von oben.

Auf dem dreifachen Bohlenkranz a, welcher durch Zuganker mit der Mauer verbunden ist, stehen die Bohlenbögen b, welche sich oben gegen den fünffachen Bohlenkranz c klauen. e sind Schwellen, welche in den Ecken fest verbunden werden; in sie gehen die Hölzer h und in letztere die auf einer Seite geschweiften Hölzer i i.

In eben genannten Hölzern e, h, i stehen die Stiele d, welche oben den Bohlenkranz f zur Unterstützung der Sparren tragen. Zu diesem Zwecke gehen von den Stielen Bänder o in den Bohlenkranz k. Die Bänder g dienen zur Tragung der Sparren und sind mit dem Bohlenbogen verdübelt und verbolzt. Auf der höher geführten Mauer liegt die Schwelle p, auf welcher die Stiele q stehen. Auf diesen Stielen ruhen die Rahmen r zur Unterstützung der Sparren. Bänder s gehen von den Stielen in die Rahmen und Schwellen.

Eine einfachere Anordnung wäre eine auf die Mauer gelegte Mauerlatte, worauf alle Sparren aufklauen. In Fig. 855 C sieht man das Holz k, auf welchem die Stiele l stehen. Auf ihnen ruhen die Rahmen m m, welche über ihnen zusammengefaßt sind und mit den andern Enden in die Rahmen r gehen. Diese dienen gleichfalls zur Unterstützung der Sparren, so wie die Bänder n an den Gradsparrnen tragen helfen. Die Lage der Sparren zeigt Fig. 855 D.

F. 856. Entwurf einer Dachconstruction zu einer Kirche mit einem höher gehenden Mittelschiffe.

Der mittlere Theil der Construction dieses Gebäudes besteht aus den Hauptbalken a, in welche die Bohlenbögen b versagt und verbolzt sind. Diese Bohlenbögen b stoßen unten in die Mauer, auf welcher sie aufliegen. Die Verschalung der Bohlenbögen bildet nach unten den Längensverband.

Der Dachstuhl über den Bogen ist gebildet durch die Stiele g, auf welchen die Rahmen h ruhen. Die Sparren i erhalten also nur durch die Rahmen h Unterstützung, was auch hinlänglich ist. Zur Unterstützung des Hauptbalkens sind in der Gegend der Stiele g Streben c angeordnet, welche mit dem Hauptbalken verbolzt sind. Diese Streben c ruhen auf den Schwellen d, indem sie auf selbe aufklauen. Durch die Bänder k, welche in die Streben c und in die Schwellen d gehen, erhalten erstere einen festen Stand.