

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 77/78 (1921)
Heft: 2

Artikel: Das Münster in Bern: zum 500-jährigen Gedenktag seiner Grundsteinlegung
Autor: Indermühle, Karl
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-37291>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 23.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

liegen (Querkraftebene, Lastebene). Zweitens aber ist die Behauptung auch unter dieser so berichtigten Voraussetzung falsch, indem bei Belastung im Schwerpunkt des L-Eisens Verdrehung ebenfalls stattfinden muss, da der Schubmittelpunkt etwa im Schnittpunkt der Innenflächen der Schenkel, somit in einer anderen Vertikalen liegt als der Schwerpunkt.

*

Beide genannten Autoren betonen die *Notwendigkeit der Ausführung von Versuchen* und es ist zu hoffen, dass solche bald ausgeführt werden, nachdem diese Fragen nun schon seit einem Dutzend von Jahren aufgeworfen sind. Denn es geht nicht an, solche Unklarheiten über eine Grundfrage der Statik fortbestehen zu lassen. Die Versuche dürften bestätigen:

1. *Dass alle Querschnittsformen dem klassischen Biegungsgesetze gehorchen, sofern Biegungsmomente allein auftreten.*

2a. *Dass beim Hinzutreten einer Querkraft ein bestimmtes normales Spannungsdiagramm sich bei jeder Querschnittsform zeigen wird, wenn die zur Stabaxe parallele Querkraftebene parallel ist zur Verbindungslinie von Zug- und Druckmittelpunkt des Diagrammes und durch dessen Schubmittelpunkt geht.*

2b. *Dass bei paralleler Verschiebung dieser Querkraftebene für jede Querschnittsform partielle Ausbiegungen und Verdrehungen stattfinden proportional zum Mass der Verschiebung.*

Für Fall 2b, dessen rechnerische Behandlung in exakter Weise bis jetzt nicht gelungen ist, werden die Versuche die Koeffizienten zur Spannungsermittlung liefern können.

Es wäre wünschenswert, die der Biegung zu unterwerfenden Stäbe auch auf reine Drehung zu untersuchen, um die der Ausbiegung allein eigenen Deformationen aus den Biegungsversuchen ableiten zu können.

Genf, den 24. Juni 1921.

R. Maillart, Ing.

Das Münster in Bern.

Zum 500-jährigen Gedenktag seiner Grundsteinlegung.
Von Münsterbaumeister Karl Indermühle, Architekt in Bern.

(Fortsetzung von Seite 8.)

Mehr als Bauwerke anderswo hat das Berner Münster unter der unverhältnismässig starken Verwitterung des zu seinem Baue verwendeten Steinmaterials gelitten. Für die glatten Teile kam ein gelb-grauer und für die profilierten Teile ein feinkörniger blauer Bernersandstein zu Verwendung. Beide Arten weisen aber, wie der Bernersandstein überhaupt, einen starken Lehmgehalt auf, der die Absandung und Abblätterung leicht ermöglicht. So litten besonders alle freistehenden, feinen Einzelteile. Ein weiterer Uebelstand, der dem Bauwerk zusetzte, zeigte sich bei den Metallverbindungen, für die in Form von Dübeln, Klammer- und Schlaudern Eisen verwendet wurde. Durch die leichte Wasseraufnahme des Steines wurden diese Eisenteile feucht, gelangten zum Rosten und durch die mit dem Rosten verbundenen Volumenvergrösserung wurden die Steine zersprengt.

So kam es, dass nach der Vollendung des Turmes der Münsterbauhütte noch reichlich Arbeit harrte, die rasch zur Ausführung kommen musste, wenn nicht die bestehenden Mängel dem Bauwerk zum wachsenden Schaden werden sollten. Während bei andern Baudenkmälern aus jener Zeit bei Restaurierungen in der Regel die Originalarbeit zu ersetzen ist, befanden wir uns beim Berner Münster in der unangenehmen Lage, in den meisten Fällen erste und zweite Wiederholungen ersetzen zu müssen (Abb. 5, S. 21). So sind die Strebebogen nun die dritte Neuerstellung, ebenso die Treppentürmchen und Strebepeiler am Turmviereck. Bei den Dachgalerien fanden wir die dritte Erstellung vor, sodass unsere Arbeit die vierte darstellt. Die mehrfache Erneuerung hätte für uns wenig zu bedeuten, wenn bei jeder Erneuerung die ursprüngliche Form gewissenhaft festgehalten worden wäre. Die Meister des XVII. und XVIII. Jahrhunderts gefielen sich aber darin, ihr eigenes Formengefühl in die vorhandenen gotischen Formen zu mischen, und durch veränderte Profilierung, Zeichnung und Plastik dem neuen Werkteil auch einen neuen Ausdruck zu geben. Dies ergab verschiedentlich recht interessante Formbildungen, die die gotischen Grundformen deutlich erkennen liessen, in den Einzelheiten aber barockisiert waren. Bei unsren Arbeiten trachteten wir darnach, die ursprünglichen Formen wieder aufleben zu lassen (Abb. 6 bis 8). In den meisten Fällen gelang es, wenn auch heute dies und das nicht das volle Eindringen in den Geist der Erstellungszeit verrät.

Um dem Verwitterungsschaden besser entgegen zu wirken, werden seit dem Bestehen der neuen Bauhütte alle exponierten Teile, wie Fialen, Masswerke usw. aus Obernkirchner-Sandstein hergestellt. Dieser Stein wird in den Bückeburger-Bergen gebrochen und darf wohl als der dauerhafteste Sandstein angesehen werden. Leider wirkt er in der Farbe etwas hart und erreicht

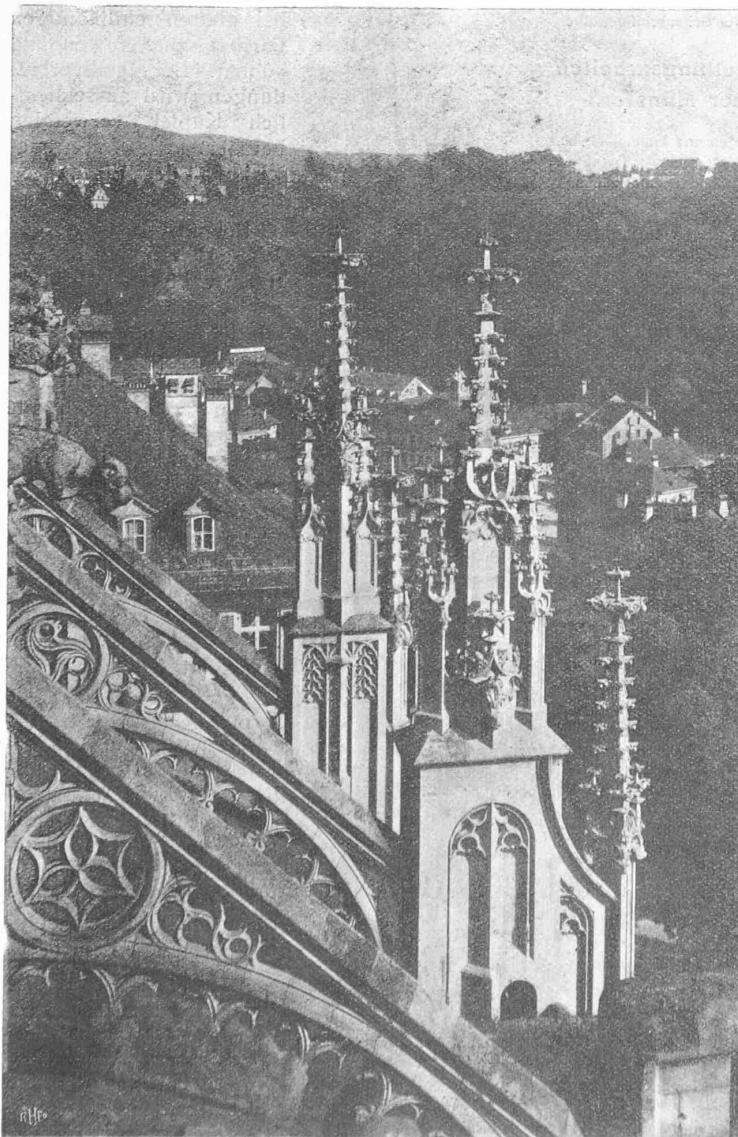


Abb. 6. Neues Strebenwerk und Fialen an der Südseite des Berner Münsters.

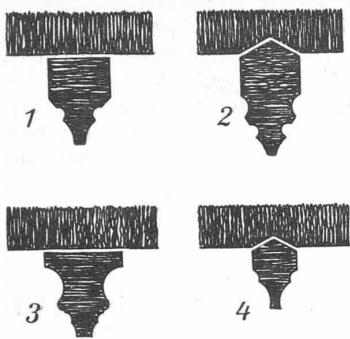


Abb. 9. Rippenausbildung: 1. Seitenschiffe, 2. Mittelschiff, 3. Chor, 4. Kapellen.



Abb. 11. Detail der Seitenschiffgewölbe.

Wiederherstellungsarbeiten am Berner Münster.

Abb. 8. Strebepfeiler und Fiale. — 1:60.

Nach einer Originalzeichnung
Karl Indermühle,
Münsterbaumeister.

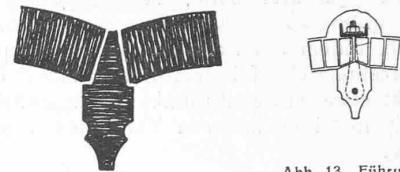
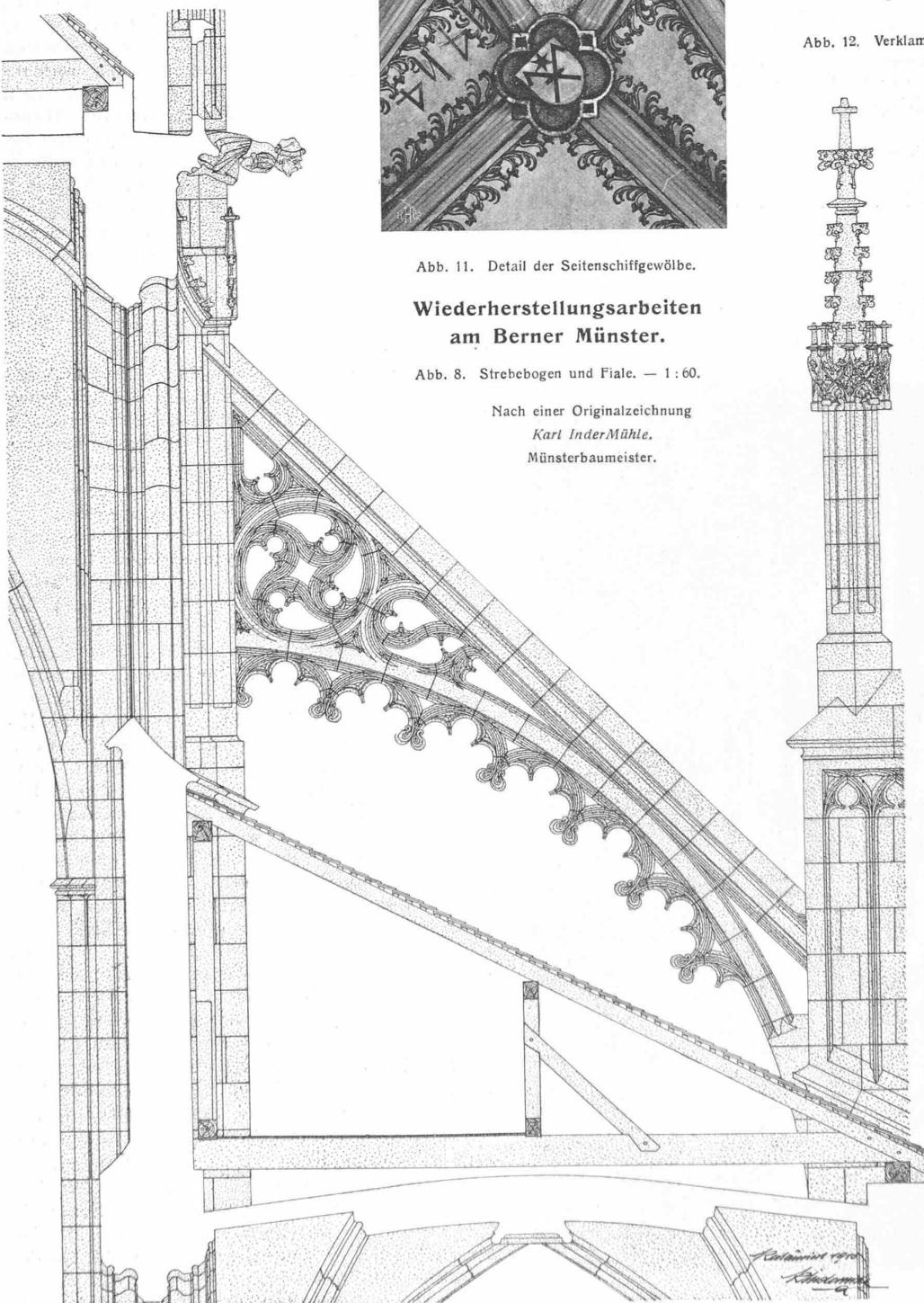


Abb. 10. Normale Rippen-Ausbildung.

Abb. 13. Führung der kleinen Profile. Masstab 1:30.

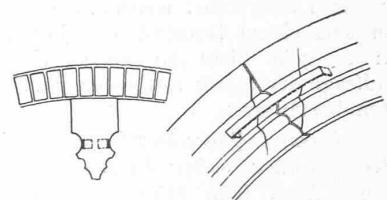


Abb. 12. Verklammerung der grossen Profile, 1:30.

auch bei guter Patinierung den weichen Ton des Bernersandsteins nicht. Für glatte Gesimsteile wird der Sandstein von Aegeri verwendet, während der Bernerstein nur bei glatten einhäuptigen Partien zur Anwendung kommt. Bei Metallverbindungen wird ausschliesslich Kupfer verwendet, bei dem man die Sprengwirkung des Eisens nie beobachtet hat.

Bei unsren bisherigen Wiederherstellungs-Arbeiten trachteten wir daran, alle Abdeckungen zu sichern und das Eindringen von Wasser zu verhindern. Deshalb wurden nach und nach alle Galerien, ein Teil der Fensterbänke, die Mauerabdeckungen und Ueberschlagsgesimse in bestem Material, wo nötig mit übersetzten Fugen, erneuert. Ferner bedingte die Sicherheit des Bauwerkes die Erneuerung schadhafter und baufälliger Teile. Aus diesem Grunde wurden sämtliche Chorfenster, ein Teil der Hochschifffenster, sämtliche Galerien, ein grosser Teil der Fialen, Einfassungen und Skulpturen neuerstellt, nachdem am Viereck die Treppentürmchen und Strebepfeiler schon mit dem Turmbau ausgewechselt worden sind.

Eine andere in sich geschlossene Arbeit stellt die Sicherung der Gewölbe und ihrer Strebe-werke dar. Bei einer gründlichen Untersuchung

Von der Wiederherstellung des Berner Münsters.

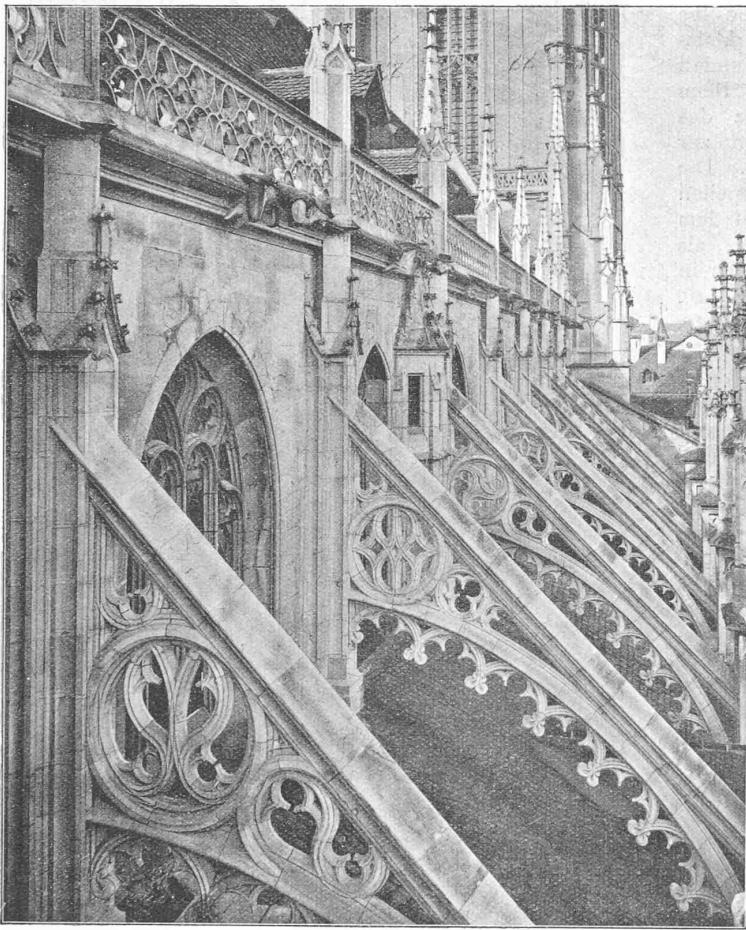


Abb. 7. Neue Strebebogen an der Nordseite des Münsters in Bern.
Münsterbaumeister Karl InderMühle, Architekt in Bern.

und Masskontrolle entdeckten wir, dass in diesen heiklen Bauteilen bedenkliche Schäden bestanden, die zu einer Katastrophe hätten führen können, wie sie ähnlich von französischen Kirchen gemeldet worden sind. Infolge des ungenügenden Materials versagten die Strebebogen über den Seitenschiffen. Sie bogen sich unter dem starken Schube des schweren Gewölbes aus, die Hochschiff- und Chormauern wichen gleichzeitig nach aussen und die Gewölbe selbst sackten ein. Die grösste Ausweichung betrug in beiden Mauern gemessen 18 cm. Durch die Deformierung des Hochschiffes ergaben sich auch Veränderungen in den Seitenschiff-Gewölben. Eine weitere Ursache der Schädigungen der Gewölbe entdeckten wir in der Art der neuen Heizung des Münsters, der 1897 eingebauten Feuerluftheizung mit Rückluftkanälen. Diese Heizung ermöglicht nur eine natürliche Luftbewegung, was zur Folge hat, dass in den Gewölben Temperaturen

von 40 bis 45° abgelesen werden können, wenn in Sitzhöhe über dem Fussboden erst etwa 8° erreicht werden. Durch diese starke Erwärmung der Gewölbe wurden die Rippen spröde und nahmen an Volumen ab.

Damit alle ungünstigen Momente sich verhindern, stellte sich noch heraus, dass sämtliche Gewölbe mit sporenlosen Rippen konstruiert waren (Abb. 9). Im mittelalterlichen Gewölbebau mit Steinrippen und Backsteinkappen war es sonst üblich, durchgehende Sporen stehen zu lassen, die den Gewölbekappen als Widerlager dienten (Abb. 10). Die grossen Gewölbe des Berner Münsters dagegen bestehen aus zwei besondern Gewölben. Einmal bilden die steinernen Rippen eine eigene Konstruktion, und dann wieder das Backsteinmauerwerk eine eigene, von Mauer zu Mauer gespannte Schale, die beide nur durch einen Fugenguss verbunden sind. Die kleinen Gewölbe zeigen ähnliche Konstruktion, nur sind sie je nach der Grundform in Kreuze oder Netze zerlegt (Abb. 11). In sämtlichen Gewölben der Rippen fanden wir auch weder Dübel Schlaudern.

Die Backsteingewölbe nun senkten sich verhältnismässig elastisch mit wenig Rissbildungen, während die Rippen, infolge der Volumenverminderung eine erheblich grössere Senkung aufwiesen, sodass sie sich von den Backsteinen lösten. In den Gewölbekapitellen waren Fugen zwischen Rippe und Backstein bis zu 6 cm zu beobachten. Durch die veränderte und nun ungleichmässige Pressung, namentlich in den Fugen, entstanden Risse, die vielerorts durch das ganze Rippenprofil gingen. Besonders gefährlich sah die Sache aus bei den grossen Wappen-Schlussteinen im Mittelschiff, die ein Gewicht von 1500 bis 2000 kg aufweisen.

Wir sanierten die Verhältnisse durch die Neuerstellung der Strebebogen von Joch zu Joch und die gleichzeitige Festigung der dazwischen-

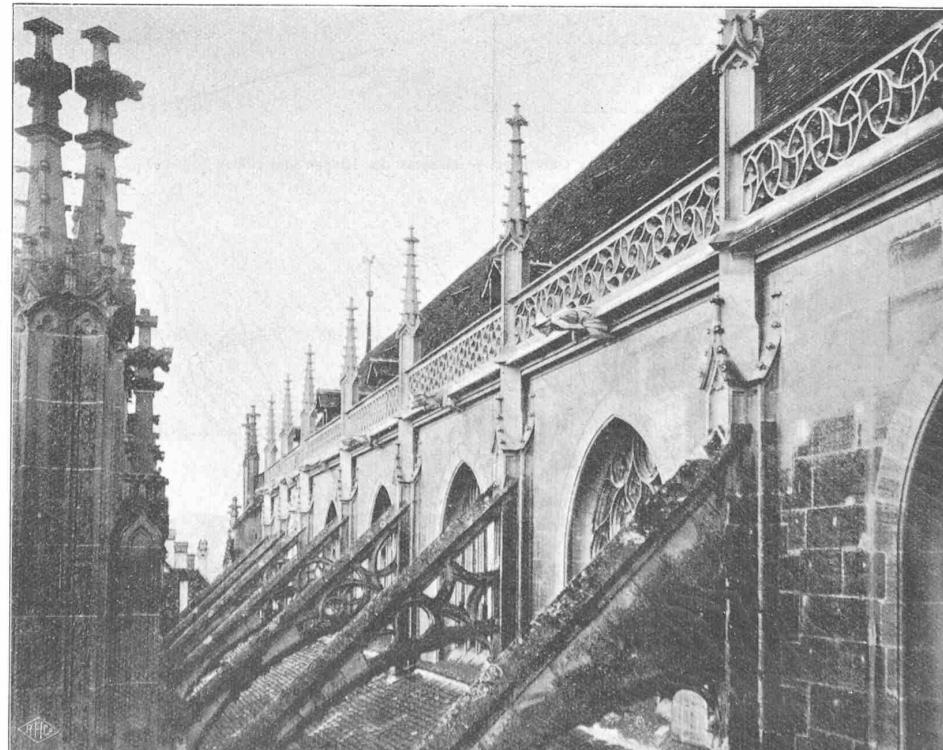


Abb. 5. Altes Strebenwerk und neue Galerien auf der Nordseite des Münsters in Bern.

liegenden Gewölbefelder. Diese Arbeit dauerte während mehrerer Jahre bis 1914 und erfasste sämtliche Strebebogen und alle Gewölbe. Die Sicherung der Gewölbe geschah bei den grossen Rippenprofilen durch Verklammerung der Fugen, nachdem Stücke mit durchgehenden Rissen vorher ersetzt worden waren (Abb. 12). Beim grossen und besonders gewichtigen Schallochkranz des Chorgewölbes kamen Träger aus armiertem Beton zur Ausführung, an die der Kranz aufgehängt wurde. Die kleinen Rippenprofile der Seitenschiffe und der Kapellen vertrugen eine Verklammerung nicht. Hier wurde auf dem Backsteingewölberücken die Rippenfigur mit L-Eisen, als neues tragendes Element nachgebildet und die Rippen in den Fugen mit Bolzeneisen aufgehängt (Abb. 13, S. 20). Alle Fugen wurden sorgfältig ausgekratzt und neu vergossen. Gleichzeitig restaurierten wir die Schlussteine und die Gewölbemalereien (Abb. 14).

Neben diesen Arbeiten, die mehr die Aufgabe erfüllten zu sichern und zu erhalten, kamen eine Reihe von Restaurierungen zur Ausführung aus Freude und Interesse an der Sache. So wurde die Kanzeltreppe wieder hergestellt, das Hauptportal in seiner Bemalung und in den beschädigten Teilen der feinen Architektur und Plastik erneuert und restauriert. Erneuert wurden ferner eine Reihe von kleineren Architekturstücken, wie die Schultheissen-Pforte, der Wappenpfeiler, die Kindbetterinnen-Pforte usw., um die Formen zu erhalten, ehe sie unkenntlich geworden wären.

Wasserschloss
1900
1800 Zulaufstollen
1700 Apparatenkammer
1600 Bauenstein
1500
1400
1300
1200
1100 Hm 0 2 4 6 8 10
Druckschacht
UW. 165-155 m
550 200 % 550 324 % 208,8 24 % 201,8 266,5 181,1
2x3 Rohrleitungen 0,82-0,75 m LW
Rohrstollen
Überdeck
Maschinenhaus
Offen

Abb. 13. Längenprofil des Kraftwerkes Guttannen. — Masstab der Längen und Höhen 1:10 000.

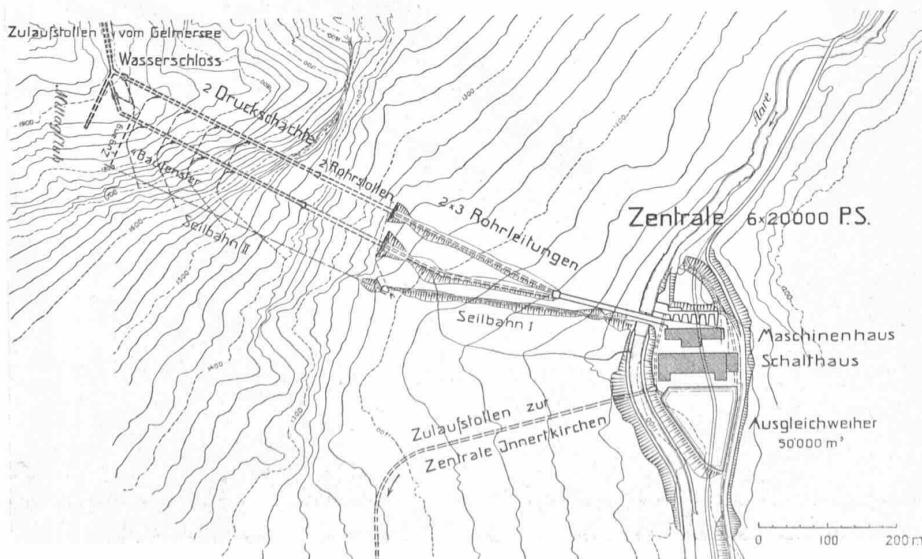


Abb. 12. Situationsplan des Kraftwerkes Guttannen. — Masstab 1:10 000.

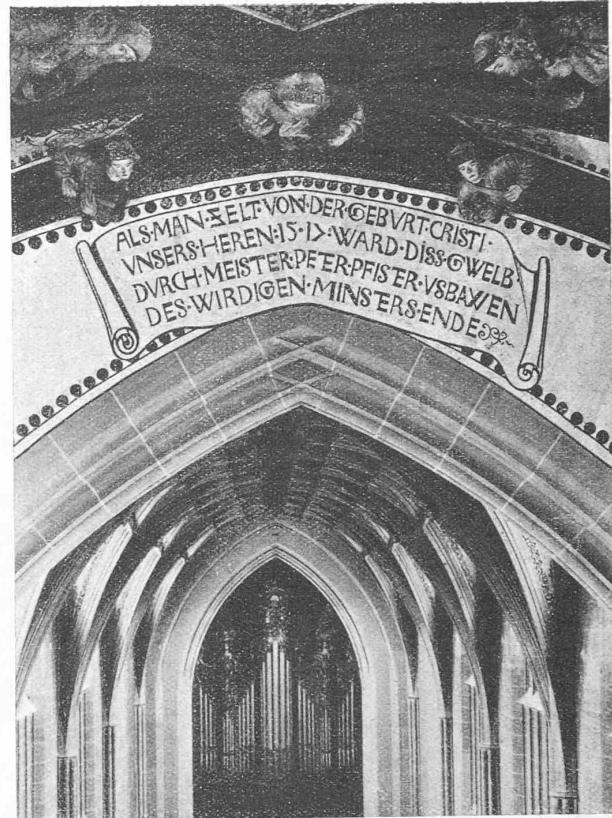


Abb. 14. Blick vom Chor ins Mittelschiff des Berner Münsters.

Restauriert wurden auch das Innere der Sakristei, die Glasmalereien, das Zähringerdenkmal und andere kleine Teile des Bauwerks. (Schluss folgt.)

Die Kraftwerke Oberhasle gemäss den Projekten der B. K. W.

(Schluss von Seite 6)

Das Kraftwerk Guttannen.

Der Zulaufstollen zum Wasserschloss dieses Kraftwerkes erhält in seiner Fassung im Felsinnern nächst dem Gelmersee Doppelrechen und Abschlusschütze eingebaut. Er ist 3890 m lang, hat einen Querschnitt von 5,19 m² und soll maximal 15,5 m³/sek fördern können (Abbildung 9 auf Seite 5).

Das Wasserschloss liegt in der Mittagfluh, etwa 700 m über dem Talboden des Grünwaldes. Es hat eine dem Ende des Zulaufstollens überlagerte Ausgleichskammer von 1200 m³ Inhalt, einen Vertikalschacht von 5 bis 7 m Durchmesser und 75 m Höhe, mit oberer horizontaler Wasserkammer, auf dem Niveau des Gelmersee-Stauspiegels mit insgesamt rund 1500 m³ Nutzvolumen (Abbildungen 12 u. 13).

Vom Wasserschloss zweigen zwei Druckschächte ab, die mit 200 % Neigung im Felsen talwärts gehen und mit Blechröhren von 1650 bis 1550 mm Durchmesser ausgefüttert werden. Für den Bau sind in



Abb. 4. Neue Fialen an der Südwestecke des Berner Münsters.

Die Störungswirkungen von Lagerspielen können durch ein Dreifedersystem mit drei um je 120° verschobenen Exzentern gemildert werden, indem in diesem Fall stets mindestens zwei Federn tragen. Ein Vier- oder Sechphasensystem verbessert sinngemäss noch weiter die Gleichmässigkeit der Eingriffsverhältnisse und damit die Mittelkraft des Systems.

Die Gleichwertigkeit dieses Ersatzmodells mit dem Kurbelgetriebe besteht noch in weiterem Belange. Sind zwei Federn vorhanden, so ist jede für die volle Massenkraft zu bemessen. Im Dreiphasensystem ist eine Feder mit $\frac{2}{3} P$ und im Vierphasensystem mit $\frac{1}{2} P$ beansprucht.

(Schluss folgt.)

Bemerkungen zur Frage der Biegung.

Im „Bauingenieur“ erschien am 30. April d. J. eine Abhandlung von Wirkl. Geh. Oberbaurat a. D. Dr. Ing. Dr. Zimmermann über das gleiche Thema, dass meine Ausführungen vom selben Tage in der „S. B. Z.“ (Bd. LXXVII, Seite 195) betraf. Der Versuch, die Spannungen unter Einwirkung der Ausbiegung und des Drehwiderstandes zu bestimmen, wird nicht gemacht, da er beim gegenwärtigen Stand der Theorie aussichtslos sei. Deshalb begnügt sich Zimmermann mit der Behandlung der Grenzwerte, gegeben durch die Annahmen, der Drehwiderstand sei Null oder unendlich gross.

Auch Zimmermann findet, zwar auf etwas weniger direktem Wege, dass normale Durchbiegung (ohne Ausbiegung) des L-Eisens eintritt, wenn die Belastung in einem gewissen Abstand vom Steg stattfindet. Der von ihm dafür

gefundene Wert stimmt mit dem von mir angegebenen überein, sofern man die Vertikalkomponenten der Schubspannungen in den Flanschen vernachlässigt.

Zimmermann kommt indes nicht dazu, die heute zu Unrecht zur Geltung gekommene Anschauung über das prinzipiell verschiedene Verhalten symmetrischer und unsymmetrischer Querschnitte fallen zu lassen. Auch ist für die ganze Auffassung der Sache bemerkenswert, dass er die wichtige Voraussetzung über die Stelle der Ebene, in der der L-Balken belastet gedacht wird, nicht ausspricht. Man kann nur aus den Weiterungen schliessen, dass stegrechte Belastung angenommen ist. Dies von vornherein als selbstverständlich anzunehmen, geht aber nicht an, da die Meinung herrscht, der Schwerpunkt spiele hier eine Hauptrolle.

Alle bekannten Lehrbücher der Statik leisten nämlich dieser Meinung Vorschub, sofern sie auf diesen Punkt näher eintreten. W. Ritter in seiner „Graphischen Statik I“, nachdem er die Gesetze der Verteilung der Schubspannungen auf dem notwendigen „Umweg“ des Biegsprinzips (S. 62) ermittelt, bietet schliesslich eine Darstellung des Verlaufes der Schubspannungen (S. 69). Dass aber die in seiner Figur durch den Schwerpunkt gehende Kraft Q nicht nur der Grösse und Richtung, sondern auch dem Angriffspunkte nach die Resultierende der Spannungen ist, wird nicht nachgewiesen und kann auch nicht nachgewiesen werden, da es eben nicht allgemein zutrifft. Es ist indes anzunehmen, dass Ritter, der für seine Ausführungen „keinen Anspruch auf absolute Richtigkeit macht“ (S. 51), nicht an ganz unregelmässige Querschnitte dachte, unter welcher Einschränkung diese Unstimmigkeit nicht allzugrosse praktische Bedeutung erlangt. Dass ein feststehender Irrtum entstand, fällt also weniger zu Ritters, als zu unseren Lasten, die wir nur zu leicht geneigt sind, das von Geistesgrössen Gebotene kritik- und vorbehaltlos anzunehmen und übertrieben zu verallgemeinern. —

Inzwischen habe ich auch von den von Bach erwähnten Ausführungen von Regierungsbaumeister Sonntag („Biegung, Schub und Scherung“, Berlin 1909) Kenntnis genommen. Er behandelt einen unregelmässigen Querschnitt (Wange aus Stahlguss) und dann L, T und L-Profile auf Grund der beim Anschluss des Steges an die Flanschen auftretenden Scherspannungen. Diese Methode führt bei stegrechter Belastung von L-Eisen zu richtigen Ergebnissen, die aber lediglich die bekannten Theorien bestätigen. Hier bieten sich ja auch keine Schwierigkeiten, da die Belastung durch den Schubmittelpunkt geht, somit keine Verdrehung stattfindet. Im übrigen macht sich auch Sonntag von der Anschauung nicht frei, dass die Frage, ob Verdrehung auftrrete oder nicht, von der Profilform abhänge. So sagt er (S. 21) dass bei L-Eisen und T-Eisen eine Verdrehung, beim L-Eisen dagegen keine solche stattfinde. Der Einfluss seitlicher Verschiebungen der Belastung wird nicht in Betracht gezogen und in den Voraussetzungen im allgemeinen keine Angabe gemacht, in welcher Ebene wirkend man sie sich zu denken hat. Einzig, und damit obiger Aussage widersprechend, wird späterhin (S. 96) bezüglich des (parallel zum einen Schenkel belasteten) L-Eisens gesagt, wenn „das Moment nicht durch den Schwerpunkt des Querschnittes geht, so ergibt sich neben den Biegungsmomenten noch ein Drehmoment“.

Hierzu ist erstens zu sagen, dass der Ausdruck „das Moment geht durch einen Punkt“ zum mindestens unklar ist, da ein Moment nie durch einen bestimmten Punkt geht, indem es in allen zu einander parallelen Ebenen wirkend gedacht werden kann. Gemeint ist hier offenbar die Ebene, in welcher die das Moment erzeugenden Lasten