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

Artikel: Bemerkungen zur Frage der Biegung
Autor: Maillart, R.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-37290

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: 16.07.2025

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

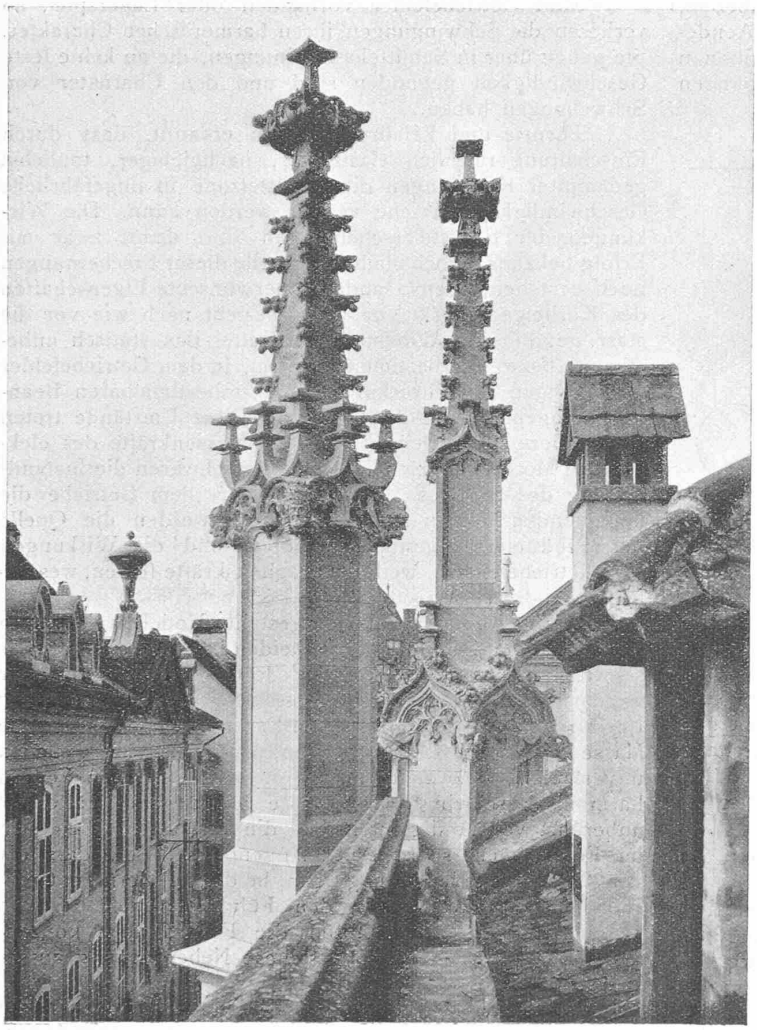

Abb. 4. Neue Fialen an der Südwestecke des Berner Münsters.

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 Sechsphasensystem 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 $^2/_3\,P$ und im Vierphasensystem mit $^1/_2\,P$ 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 [-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 [-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 Biegungsprinzips (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, ⅂ und [-Profile auf Grund der beim Anschluss des Steges an die Flanschen auftretenden Scherspannungen. Diese Methode führt bei stegrechter Belastung von ⅂-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 auftrete oder nicht, von der Profilform abhänge. So sagt er (S. 21) dass bei [-Eisen und L-Eisen eine Verdrehung, beim ⅂-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

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 Querschnittformen 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 Querschnittform 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 Inder Mühle*, 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, feinern Einzelteile. Ein weiterer Uebelstand, der dem Bauwerk zusetzte, zeigte sich bei den Metallverbindungen, für die in Form von Dübeln, Klammern 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 Restaurationen 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 Strebepfeiler 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 unsern 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

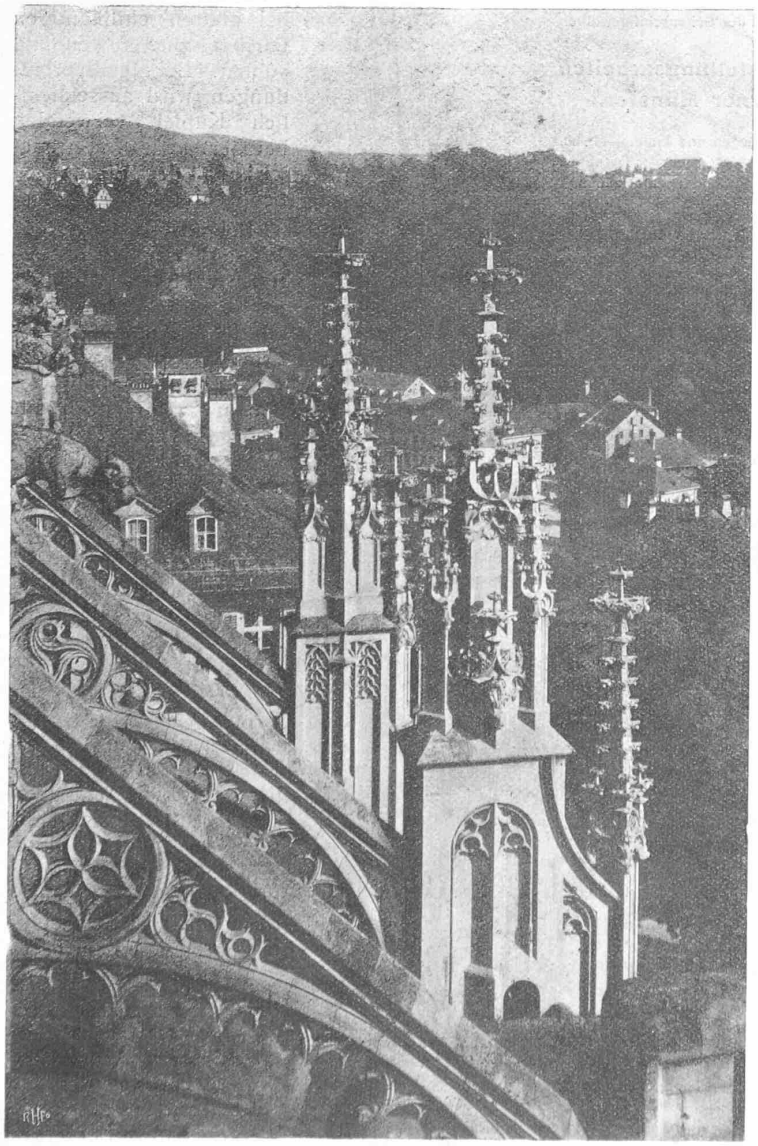

Abb. 6. Neues Strebenwerk und Fialen an der Südseite des Berner Münsters.