

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 119/120 (1942)
Heft: 7

Inhaltsverzeichnis

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: 10.07.2025

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

INHALT: Brauch und Kunst im Ingenieurbau des achtzehnten Jahrhunderts. — Eigenheim von Architekt Karl Scherrer, Schaffhausen. — Neubau der Spar- und Leihkasse und Durchbruch durch den Obertor-

turm in Schaffhausen. — Zum Artikel: Die erste Gasturbinen-Lokomotive. — Saalumbau im Katholischen Vereinshaus Schaffhausen. — Mitteilungen: Eidg. Technische Hochschule.

Band 120

Der S. I. A. ist für den Inhalt des redaktionellen Teils seiner Vereinsorgane nicht verantwortlich
Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet

Nr. 7

Brauch und Kunst im Ingenieurbau des achtzehnten Jahrhunderts

Von Dipl. Ing. HANS STRAUB, G. E. P., Rom

Albrecht Dürer hat sich zeitlebens bemüht, die Malerei von der Stufe des Handwerks, des «Brauchs», wie er sich ausdrückt, zum Rang einer «Kunst» zu erheben, worunter er einen *wissenschaftlich* untermauerten Komplex von Anleitungen, Regeln und Grundsätzen verstand. Zu diesem Zweck hat er sich eingehend mit Mathematik, Perspektive, Proportionslehre befasst und sich in seinen Werken bestrebt, die theoretischen Erkenntnisse in der Praxis zu verwirklichen. Und was im Fall von Dürer besonders deutlich in Erscheinung tritt, das Rasonieren und bewusste Sich-Rechenschaft-Geben über das eigene Schaffen, kennzeichnet im Zeitalter der Renaissance mehr oder weniger die gesamte europäische Kunst.

Auf anderen Gebieten menschlicher Tätigkeit hat sich dieser Uebergang vom gewohnheitsmässigen, handwerklichen Schaffen zum bewussten, wissenschaftlich begründeten Planen und Konstruieren zu anderen Zeitpunkten abgespielt, immer aber fällt dieser Vorgang mit einem Markstein in der Entwicklung zusammen. Diesen Wendepunkt, von dem an neue Wege beschritten werden, näher zu betrachten, bietet stets einen besonderen Reiz. Für den Ingenieurbau ist diese Wendung vom «Brauch» zur «Kunst» bekanntlich in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts erfolgt. Es lag in der Geistesrichtung des Aufklärungszeitalters, auch das statische Verhalten von Bauwerken, die bis anhin nur nach dem architektonischen Gefühl entworfen worden waren, der Kontrolle des prüfenden Verstandes zu unterstellen und die Tragwerke nach den Regeln der im Jahrhundert von Galilei bis Newton als Wissenschaft begründeten Mechanik zu bemessen. Während für die äussere Erscheinung der Bauten dieser Vorgang zeitlich mit dem Uebergang vom vollsaftigen Barock zu den eher nüchternen und auch in formaler Hinsicht *errechneten* Formen des Klassizismus zusammenfällt, bedeutet er für den Ingenieurbau den Beginn einer einzigartigen Entwicklung, die heute noch nicht zum Abschluss gekommen ist.

Es liegt im Wesen der Sache, dass das Bedürfnis, Forschung und Wissenschaft zur Prüfung des statischen Verhaltens von Bauwerken heranzuziehen, zuerst für Objekte von aussergewöhnlichen Abmessungen empfunden wurde. Wie bei anderer Gelegenheit angedeutet worden ist¹⁾, ist eines der frühesten bezüglichen Beispiele die im Auftrag von Papst Benedikt XIV. in den Jahren 1742 und 1743 durchgeführte statische Untersuchung der *Peterskuppel in Rom*, zum Zweck, die Ursachen der Schäden und Risse, die im Lauf der Zeit an ihr aufgetreten waren, zu erkennen und Massnahmen zu deren Behebung ausfindig zu machen.

Es ist für die damalige Situation der Ingenieurwissenschaften ausserordentlich aufschlussreich, den Inhalt eines in diesem Zusammenhang ausgearbeiteten *Gutachtens* näher zu betrachten, das im Jahre 1743 unter dem Titel «*Parere di tre Matematici sopra i danni che si sono trovati nella Cupola di S. Pietro sul fine dell'Anno 1742*» im Druck erschienen ist²⁾.

Schon aus der Einleitung geht hervor, dass sich die Autoren bewusst waren, gänzlich neue Wege zu beschreiten. Nach Vorausschickung einer Entschuldigung an die Adresse der Baufachleute — «*Saremmo forse anche in obbligo di scolparci presso que'molti, che non solo preferendo la pratica alle teorie, ma stimando quella sola necessaria ed opportuna, e queste forse ancora dannose*» — wird auseinandergesetzt, dass das Gebäude, um das es sich handelt, einzig in der Welt ist. Wenn für kleinere Bauwerke genügend Erfahrungen vorliegen, so kann in diesem aussergewöhnlichen Fall die Sachlage nicht erfasst werden, ohne auf theoretisch-mathematische Ueberlegungen zurückzugreifen, «*senza consultare i principj più generali, che la Meccanica si coltivata da' Matematici al giorno d'oggi mette in opera*».

¹⁾ Vgl. den Aufsatz des Verfassers «Sind die Grundlagen der Baustatik von Ingenieuren geschaffen worden?» in Bd. 118, S. 110 der SEZ (6. September 1941).

²⁾ Von den drei Autoren, *Le Seur*, *Jacquier* und *Boscovich*, ist am bekanntesten der Jesuitenpater Ruggiero Giuseppe Boscovich (1711 bis 1787), Professor der Mathematik am Collegio Romano in Rom und später an der Universität Pavia. Nach der 1773 erfolgten Aufhebung des Jesuitenordens lebte er für ein Jahrzehnt in Paris. Boscovich ist bekannt als einer der ersten Anhänger und Verfechter von Newton in Italien, sowie durch seinen Versuch, auch die Kohäsion und Elastizität der festen Körper durch die gegenseitige Anziehung oder Abstossung der kleinsten Teilchen (Moleküle) zu erklären.

Dann wird nach den üblichen Regeln der Begutachtung vorgegangen: Erst wird das Bauwerk in Aufbau und Abmessungen dargestellt; hierauf folgt eine ausführliche Beschreibung der Schäden, unter Erwähnung der frühesten Beobachtungen und des allmählichen Sich-Ausdehnens der Risse. Nach Aufzählung verschiedener Erklärungsmöglichkeiten, die als unbegründet abgelehnt werden, wie Setzungen der Fundamente oder Schwächung der Kuppelfeiler durch die von den Autoren Bernini zugeschriebenen Nischen und Wendeltreppenschächte, wird als die wahre Ursache der aufgetretenen Schäden das Nachgeben des Kämpferings der Kuppel genannt. Und nun — und damit beginnt der zweite, interessantere Teil der Abhandlung — wird versucht, die Grösse des Horizontalschubs zu berechnen und den Nachweis zu erbringen, dass die beiden³⁾ seinerzeit bei Errichtung der Kuppel eingebauten eisernen Zugringe ihm nicht gewachsen seien. Der Weg, den die Autoren zur Lösung dieser Aufgabe einschlagen, ist nun recht interessant. Statt, wie man es vermuten und es nach unserem heutigen Empfinden nahe liegen würde, ein Kräftepolygon zu verwenden, wird eine Methode angewandt, die sich im Prinzip mit jener der virtuellen Verschiebungen deckt. Es ist dieses Prinzip bekanntlich eines der ältesten, das in der Statik aufgestellt worden ist. Schon Jordanus de Nemore und Leonardo da Vinci hatten bei der Betrachtung des Winkelhebels, der schiefen Ebene, des Flaschenzugs, Ueberlegungen angestellt, die sich in den Satz zusammenfassen lassen: «Was im Stande ist, ein Gewicht G um die Höhe h zu heben, kann auch ein Gewicht $\frac{G}{n}$ um die Höhe nh heben». Stevin und Galilei benützten das Prinzip zur Erklärung der Wirkungsweise von einfachen Maschinen; Descartes sodann macht den wichtigen Schritt, dass er nicht beliebige, sondern unendlich kleine Bewegungen betrachtet, indem er ausdrücklich fordert, dass der *Beginn* der Bewegung ins Auge gefasst werden müsse⁴⁾.

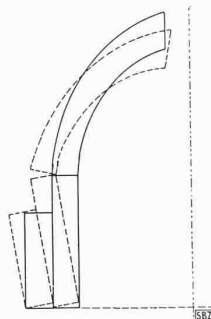


Abb. 1. Graphisches Bewegungsschema (nach «*Parere di tre Matematici*»)

Unsere Autoren gehen nun so vor, dass sie ein graphisches Schema aufstellen, wie, nach dem von ihnen festgestellten Befund zu schliessen, die Bewegung der Kuppel erfolgt sein müsse, wobei die beobachteten Risse gewissermassen als Bewegungsfugen oder Gelenke aufgefasst werden, um die sich die einzelnen (soweit sie nicht gerissen sind, als starr angenommenen) Mauerwerksteile gedreht haben (vgl. Abb. 1). Mittels einer Art Arbeitsgleichung verbinden sie die Arbeit der sich senkenden, oder teilweise, wie die den Beginn einer Kippbewegung ausführenden Widerlager, sich hebenden, schweren Massen mit der zwar noch unklar erfassten Formänderungsarbeit der sich horizontal dehnenden eisernen Zugringe, wobei

das Verhältnis der gegenseitigen Verschiebungswege sich geometrisch aus dem graphischen Bewegungsschema ergibt.

Abgesehen von der in Wirklichkeit natürlich nicht zutreffenden Annahme, dass die zwischen den sichtbaren Rissen gelegenen, noch intakten Mauerwerksteile als geometrisch starre Körper aufgefasst werden können, ist indessen die Durchführung der Rechnung auch sonst nicht einwandfrei. Zwar werden die einzelnen in Frage kommenden Gewichte exakt bestimmt unter Zugrundelegung der spezifischen Gewichte der verschiedenen Baumaterialien, doch verwechseln die Autoren die Begriffe der virtuellen und der elastischen Verschiebungen, weil ihnen das Wesen der Elastizität noch gänzlich unklar ist. Es wird zwar daran erinnert, dass das Eisen sich dehnt, «*non è cosa nuova, che il ferro si estenda*», und erwähnt, dass der französische Physiker Philippe de la Hire und andere die Ausdehnung des Metalls durch Einwirkung der Sonnenwärme festgestellt haben. Die im Bauwerk aufgetretenen Risse werden denn auch mit der

³⁾ Nach neueren Forschungen wären es drei gewesen (vgl. *Beltrami*, *La Cupola Vaticana*).

⁴⁾ Vgl. *P. Duhem*, *Les origines de la statique*, Paris 1905.