

1

Aufgaben und Ziele der Historiografie der Baustatik



Die Geschichte der Baustatik (Bild 1.1) erfuhr bis in die 1990er-Jahre nur geringe Zuwendung durch die Historikergunft. Auf Tagungen zur Wissenschafts- und Technikgeschichte, aber auch in einschlägigen Zeitschriften und Sammelwerken fanden sich bis dahin nur vereinzelt Beiträge, welche die Ursprünge, die geschichtliche Bewegung, die kulturelle Einbettung und die gesellschaftliche Bedeutung der Baustatik zum Gegenstand haben. Diese Lücke in der Wahrnehmung der Geschichte der Baustatik besitzt passiven Charakter: Noch immer gehen die meisten davon aus, dass Standsicherheit von Bauwerken a priori gewährleistet ist, das baustatische Wissen sich gleichsam naturhaft mit dem Bauwerk verbindet, von ihm absorbiert wird – verschwindet – und damit nicht mehr in Erscheinung tritt. Dies ist keine Verdrängungsleistung der Rezipienten, sondern liegt in der Natur des Bauens begründet, trat doch zu Beginn der Industriellen Revolution die Baustatik mit dem Anspruch auf, eine *aus der Natur des Bauens hergeleitete Mechanik* [Gerstner, 1789, S. 4] zu sein.

Nur bei Versagensfällen erinnern sich die öffentlichen Meinungsbildner an die Baustatik. So folgte die geschichtliche Entwicklung der Baustatik den geschichtlichen Spuren des modernen Bauens mit dem Ergebnis, dass der historische Beitrag der Baustatik zur Entwicklung des Bauens in der auf den Konstruktiven Ingenieur orientierten Baugeschichte mehr oder weniger Berücksichtigung fand, mithin von ihr eingeschlossen wurde.

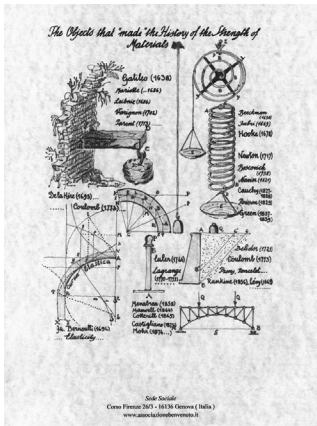


Bild 1.1 Zeichnungen von Edoardo Benvenuto.

Auch die Wissenschaftsgeschichtsschreibung behandelt die Geschichte der Baustatik als Ableitung. Sofern ihr die Baustatik als Ganzes ins Blickfeld gerät, ist diese nur einer unter vielen Anwendungsfällen der Mechanik. Den Konstruktiven Bauingenieuren, zu deren Profession die Baustatik als technikwissenschaftliche Grundlagendisziplin gehört, gelingt es nur selten, sich jenseits disziplinärer Grenzen Gehör zu verschaffen.

Heute ist die Baustatik zum einen mehr denn je dem formalen Operieren mit Symbolen verpflichtet und gerät vielen Nutzern der Statiksoftware aus dem Blick; zum anderen scheitern manche Versuche zur Didaktisierung der Baustatik daran, dass das Wissen um ihre geschichtliche Entwicklung nicht hinreicht, den Gegenstand der Baustatik konkretisierend auf den Begriff zu bringen. So ist die Baustatik ein notwendiges, aber unpopuläres Projekt.

Gleichwohl formiert sich seit den frühen 1990er-Jahren aus unterschiedlichen Richtungen eine Historiografie der Baustatik, die mit der am 2. und 3. Dezember 2005 von Santiago Huerta organisierten Tagung *Historical Perspectives on Structural Analysis* in Madrid ihren ersten Höhepunkt erreichte. Damit erblickte die erste Tagung über Geschichte der Baustatik das Licht der Welt. Der hierzu editierte Band (Bild 1.2) zeigt auf, dass die

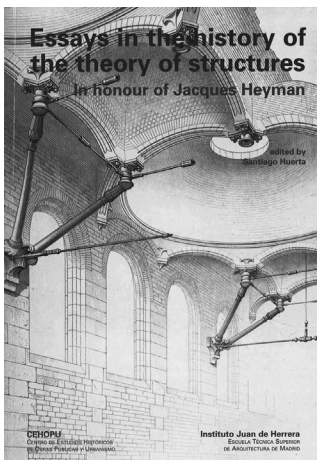


Bild 1.2 Umschlag des Buches zur ersten Tagung über Geschichte der Baustatik (2005).

Geschichte der Baustatik bereits wichtige Merkmale einer wissenschaftlichen Disziplin aufweist und sich bereits in ihrer Konstituierungsphase befindet. Auch die von Santiago Huerta 2003 in Madrid begründete Kongressserie *International Congress on Construction History* mit dreijährigem Rhythmus trägt zur Historiografie der Baustatik wesentlich bei.

Seit 2007 editiert Taylor & Francis alle zwei Monate das *International Journal of Architectural Heritage*, das sich u. a. aus der Perspektive der Historischen Baustatik mit der Analyse gemauerter Tragstrukturen auseinandersetzt. Zwei Jahre später startete die Londoner *Institution of Civil Engineers* (ICE) unter dem Dach ihrer *Proceedings* die vierteljährlich erscheinende Zeitschrift *Engineering History and Heritage*, wo auch Aufsätze zur Geschichte der Baustatik veröffentlicht werden. Im deutschen Sprachraum sind es hauptsächlich die von Ernst & Sohn herausgegebenen Zeitschriften *Bautechnik*, *Beton- und Stahlbetonbau* und *Stahlbau*, welche die Historiografie der Bautechnik im Allgemeinen und der Baustatik im Besonderen pflegen.

Nach der *Geschichte der Baustatik* (2002) und der wesentlich umfangreicheren Monografie *The History of the Theory of Structures. From Arch Analysis to Computational Mechanics* (2008) des Autors, legte Max Herzog seine *Kurze Geschichte der Baustatik und der Baudynamik in der Praxis* vor [Herzog, 2010].

Die vorgestellten Publikationen zur Geschichte der Baustatik bilden einer der Grundsteine der noch zu schaffenden Wissenschaftsgeschichte des Bauens, die mit der Technikgeschichte des Bauens die wissenschaftliche Disziplin der Bautechnikgeschichte ausmachen könnte.

1.1 Wissenschaftsinterne Aufgaben

Wie jedem wissenschaftlichen Erkenntnisprozess, so ist auch dem technikkwissenschaftlichen Erkenntnisprozess der Baustatik das Historische insofern eingeschrieben, als durch die ideelle Reproduktion der im Stand der Erkenntnis eines Gegenstandsbereiches aufgehobenen wissenschaftlichen Entwicklung eine notwendige Basis neuartiger wissenschaftlicher Ideen gebildet wird: Wissenschaft ist genuin historisch. Die Reflektion auf die Entstehung und Entwicklung des Gegenstandes der Baustatik wird immer dann zu einem Moment des technikkwissenschaftlichen Erkenntnisprozesses, wenn konkurrierende bzw. koexistierende Theorien in einer abstrakteren Theorie – möglicherweise in einer Fundamentaltheorie einer technikkwissenschaftlichen Grundlagendisziplin – aufgehoben werden. Deshalb ist die eng mit dieser Erweiterung des Gegenstandsbereiches auftretende Frage nach der inneren Konsistenz der abstrakteren Theorie auch eine Frage nach der historischen Entwicklung. Mit Saint-Venants monumentaler historisch-kritischer Edition [Saint-Venant, 1864] des ersten Abschnitts der zweiten Auflage von Naviers *Résumé des leçons* aus dem Jahre 1833 [Navier, 1833], erblickte die Historische Elastizitätstheorie als Kern der Historischen Technikwissenschaft in der Mitte der Etablierungsphase der Baustatik (1850–1875) das Licht der Welt [Kurrer, 2012, S. 51–52]. Der Theoriebildung in der Baustatik ist das Klassifizieren von in theoretischen Modellen widergespiegelten wesentlichen Eigenschaften von technischen Objekten bzw. Objektklassen eigen. Dadurch erwächst insbesondere bei zeitlich sehr trägen baustatischen Theoriebildungsprozessen, wie etwa der Gewölbetheorie, die Aufgabe des historisch akzentuierten Vergleichs und der Kritik der

theoretischen Ansätze, der theoretischen Modelle und der Theorien. Als Beispiele hierfür seien Emil Winklers 1879/1880 vorgenommene logisch-historische Analyse der Gewölbe-theorien [Winkler, 1879/1880] und Fritz Kötters Entwicklungsgeschichte der Erddruck-theorien [Kötter, 1893] in der Vollendungsphase der Baustatik (1875–1900) genannt.

In ihrer Geschichte der Festigkeitslehre stellten Todhunter und Pearson nicht ohne Grund die Elastizitätstheorie in den Mittelpunkt [Todhunter u. Pearson, 1886 u. 1893], avancierte sie doch alsbald zum materialtheoretischen Fundament der Technischen Mechanik und der Baustatik in deren Disziplinbildungsperiode (1825–1900) und konnte sie noch in der Konsolidierungsperiode (1900–1950) ihre Position als Fundamentaltheorie beider technikwissenschaftlichen Grundlagendisziplinen behaupten. Die mathematische Elastizitätstheorie entstand 1820 mit Naviers *Mémoire sur la flexion des plans élastiques* (Bild 1.3), regte u. a. Cauchy zu seinen grundlegenden Beiträgen zum Bau des wissenschaftlichen Gebäudes der Elastizitätstheorie an und induzierte in der Konstituierungsphase der Baustatik (1825–1850) einen Paradigmenwechsel, der in der Mitte der Etablierungsphase der Baustatik (1850–1875) i. W. abgeschlossen war. Ein wichtiges Resultat der Disziplinbildungsperiode der Baustatik (1825–1900) bestand in der Konstitution eines disziplinären Selbstverständnisses ihrer Erkenntnisobjekte, zu dem die Elastizitätstheorie wesentlich beitrug. Damit schuf sich die Baustatik die Voraussetzung, die Entwicklung des Bauens im disziplinären Maßstab bewusst mitzugestalten. Von baukonstruktiver Seite dagegen nähert sich Gustav Lang in seiner entwicklungsgeschichtlichen Darstellung der Wechselwirkung von Tragkonstruktion und Baustatik im 19. Jahrhundert [Lang, 1890] – sie ist die erste Monografie zur Geschichte der Baustatik.

Bis in die Konsolidierungsperiode der Baustatik (1900–1950) war den in der entstehenden bauwissenschaftlichen Fachliteratur fixierten baustatischen Theoriebildungsprozessen ein historisches Element eigen, das mehr ist, als das bloße Referieren bereits publizierter Beiträge zum Gegenstand. Es erscheint nachgerade ein Kriterium der Disziplinbildungsperiode der Baustatik, dass die Erfassung des Verhältnisses von Logischem und Historischem ein notwendiges Moment des sich ausformenden technikwissenschaftlichen Erkenntnisprozesses war. Versteht man unter dem Logischen die theoretische Erkenntnis, welche die Gesetzmäßigkeiten des betreffenden Gegenstandes in abstrakter und systematischer Form widerspiegelt, unter dem Historischen hingegen die Erkenntnis und Reproduktion der Entstehung und Entwicklung des Gegenstandes, so kann belegt werden, dass, insbesondere bei Entwicklungssprüngen der Disziplinbildungsperiode der Baustatik, in die theoretische Erkenntnis des Gegenstandes die Erkenntnis seiner historischen Bewegung sekundär mit eingehen musste. Während Pierre Duhem in seinem zweibändigen Werk *Les origines de la*

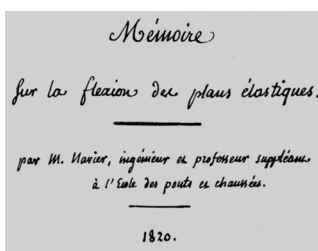


Bild 1.3 Lithographierte Titelseite von Naviers *Mémoire sur la flexion des plans élastiques* [Roberts u. Trent, 1991, S. 234].

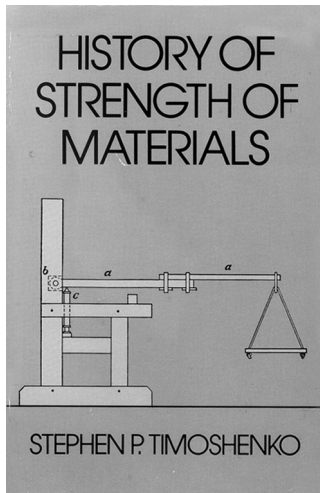


Bild 1.4 Buchumschlag von Timoshenkos *History of strength of materials* [Timoshenko, 1953].

Statique [Duhem, 1905/1906] den Weg des naturphilosophischen Denkens von der mittelalterlichen Statik bis Ende des 17. Jahrhunderts verfolgt, begründen Mehrtens [Mehrtens, 1900 u. 1905], Hertwig [Hertwig, 1906 u. 1941], Westergaard [Westergaard, 1930], Ramme [Ramme, 1939] und Hamilton [Hamilton, 1952] mit ihren zusammenfassenden Beiträgen zur Disziplingenese der Baustatik die Historiografie der Baustatik in engerem Sinne. Das berühmte Buch von Timoshenko zur Geschichte der Festigkeitslehre (Bild 1.4) enthält Abschnitte zur Geschichte der Baustatik [Timoshenko, 1953].

In der ehemaligen UdSSR trugen Rabinovich [1949, 1960 u. 1969] und Bernstein [1957 u. 1961] zur Historiografie der Festigkeitslehre und Baustatik im Besonderen und der Strukturmechanik im Allgemeinen bei. Von den genannten Monografien ist leider nur die im Sog des Sputnik-Schocks von George Herrmann besorgte Ausgabe in Englisch erschienen [Rabinovich, 1960] – dort umreißt Rabinovich die Zukunftsaufgabe einer Art Universalgeschichte der Strukturmechanik mit folgenden Worten: *To the present time (bis Anfang 1957 – d. Verf.) no history of structural mechanics exists. Isolated excerpts and sketches which are the elements do not fill the place of one. There is need for a history covering all divisions of the science with reasonable thoroughness and containing an analysis of ideas and methods, their mutual influences, economics, and the characteristics of different countries, their connection with the development of other sciences and, finally, their influence upon design and construction* [Rabinovich, 1960, S. 79]. Leider wurden die sowjetischen Beiträge zur Geschichte der Strukturmechanik in der westlichen Welt bis auf die erwähnte Ausnahme nicht rezipiert – dieses Schicksal erlitt auch die von Rabinovich herausgegebene Monografie zur Geschichte der Baumechanik in der UdSSR von 1917 bis 1967 (Bild 1.5).

Harold I. Dorn (1928–2011) befasste sich in seiner Dissertation *The art of building and the science of mechanics* mit dem Verhältnis von Theorie und Praxis in der Vorbereitungsperiode der Baustatik (1575–1825) in Großbritannien [Dorn, 1970]. Auf die Disziplinbildungsperiode der Baustatik konzentriert sich Charlton in seinem Buch [Charlton, 1982]. Er schließt die wissenschaftsinterne Sicht auf die Entwicklung der Baustatik insofern ab, als die Historiografie der Baustatik nunmehr in ihre Initialphase eintritt: Schon 1972 setzte



Bild 1.5 Schutzumschlag der Monografie *Baumechanik in der UdSSR 1917–1967* [Rabinovich, 1969].

Jacques Heyman mit seiner Monografie *Coulomb's memoir on statics: An essay in the history of civil engineering* [Heyman, 1972] nicht nur neue Akzente im Umgang mit und bei der Interpretation von historischen Quellen, sondern zeigte auf, wie die historische Erkenntnis die Ingenieurpraxis befruchten kann: Dies demonstrierte er insbesondere in der baustatischen Analyse gewölbter Steinkonstruktionen [Heyman, 1982 u. 1995/1], die er zu einer *Historischen Gewölbetheorie* [Kurrer, 2012, S. 52–56] ausbaute. Neun Jahre später folgte ihm Edoardo Benvenuto mit seinem universal angelegten Werk *La scienza delle costruzioni e il suo sviluppo storico* [Benvenuto, 1981], dessen englische Fassung – leider in stark gekürzter Form – erst ein Dezennium später erschien [Benvenuto, 1991]. Insbesondere die später von Jacques Heyman vorgelegten Monografien – wie beispielsweise *Structural Analysis. A historical approach* [Heyman, 1998/1] – zeigen auf, dass die Historiografie der Baustatik in der Lage ist, die wissenschaftliche Entwicklung der Baustatik i. S. einer Historischen Baustatik im Rahmen einer *Historischen Technikwissenschaft* [Kurrer, 2012] voranzutreiben. Zahlreiche Bücher Heymans sind in der von Santiago Huerta begründeten

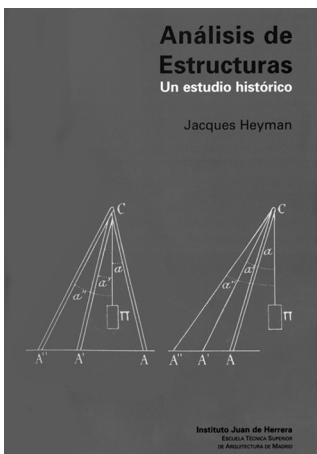


Bild 1.6 Schutzumschlag der spanischen Edition von Heymans *Structural analysis. A historical approach* [Heyman, 2004].

und editorisch betreuten Reihe *Textos sobre teoría e historia de las construcciones* in spanischer Sprache publiziert worden (s. z. B. Bild 1.6).

1993 startete Benvenuto zusammen mit der belgischen Wissenschaftshistorikerin Patricia Radelet-de Grave den Reigen internationaler Tagungen mit dem Titel *Between Mechanics and Architecture*, der zum Programm einer Schule avancierte und nach seinem frühen Tod von der Associazione Edoardo Benvenuto unter der Ehrenpräsidentschaft von Jacques Heyman fortgeführt wird. Nur sechs Ergebnisse dieses Programms sollen hier benannt werden:

- der von Benvenuto und Radelet-de Grave herausgegebene erste Band dieser Reihe mit dem Titel *Entre Mécanique et Architecture. Between Mechanics and Architecture* [Benvenuto u. Radelet-de Grave, 1995],
- der von Becchi, Corradi, Foce und Pedemonte herausgegebene Sammelband *Towards a History of Construction* [Becchi et al., 2002],
- die von Becchi und Foce mit tiefem Sachverstand kommentierte Bibliografie zur baustatischen und geometrischen Analyse von Gewölben in Vergangenheit und Gegenwart *Degli archi e delle volte* [Becchi u. Foce, 2002],
- der von Becchi, Corradi, Foce und Pedemonte herausgegebene Essayband zur Geschichte der Mechanik (Bild 1.7) [Becchi et al., 2003],
- der von Becchi, Corradi, Foce und Pedemonte herausgegebene Sammelband zum Stand der Bautechnikgeschichte *Construction History. Research Perspectives in Europe* [Becchi et al., 2004/2],
- der von Becchi, Corradi und Foce besorgte Nachdruck des Hauptwerkes von Edoardo Benvenuto *La scienza delle costruzioni e il suo sviluppo storico* [Benvenuto, 2006],
- sowie der von Anna Sinopoli herausgegebene Sammelband *Mechanics and Architecture between Epistème and Téchne* [Sinopoli, 2010].

Aus der Perspektive des Mathematikhistorikers untersucht Erhard Scholz in seiner Habilitationsschrift den Entwicklungsgang der graphischen Statik [Scholz, 1989]. Dieter Herbert analysiert in seiner Dissertation die Entstehung des Tensorkalküls von den Anfängen

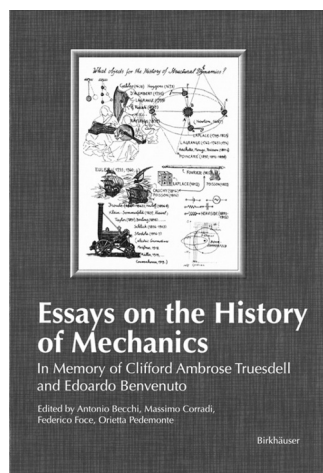


Bild 1.7 Buchumschlag des Essaybandes zur Geschichte der Mechanik [Becchi et al., 2003].

der Elastizitätstheorie bei Cauchy [1823 u. 1827] bis zur Verwendung in der Schalentheorie bei Green und Zerna [Herbert, 1991] am Ende der Konsolidierungsperiode der Baustatik. Einen tiefen Einblick in die Geschichte der Kontinuumsmechanik von ihren Anfängen im ersten Drittel des 18. Jahrhunderts bis zur Jahrtausendwende bietet das zweibändige Werk von Gérard A. Maugin [Maugin, 2013 u. 2014].

In den letzten drei Jahrzehnten verzeichnet die Aufarbeitung der Geschichte der modernen Strukturmechanik durch Fachvertreter einen langsam sich beschleunigenden Aufschwung. Die Entwicklung moderner numerischer Ingenieurmethoden war Gegenstand einer vom 13. bis 15. Mai 1987 in Princeton durchgeführten Tagung der *Association for Computing Machinery* (ACM) [Crane, 1987]. Einen guten Einblick in die zweite Hälfte der Konsolidierungsperiode und der sich anschließenden Integrationsperiode der Baustatik (1950 bis heute) bietet Ekkehard Ramm [Ramm, 2000]. Letzterer betreute als Ordinarius des Instituts für Baustatik der Universität Stuttgart die Dissertationen von Bertram Maurer über *Karl Culmann und die graphische Statik* [Maurer, 1998] und Martin Trautz über die *Entwicklung von Form und Struktur historischer Gewölbe aus der Sicht der Statik* [Trautz, 1998]. Nach jahrelangen Forschungen über den Zusammenhang zwischen Tragstrukturentwicklung im Eisenbau und statischem Rechnen konnte Ines Prokop ihre Dissertation über *Eiserne Tragwerke in Berlin. 1850–1925* an der Universität der Künste Berlin 2011 abschließen und als Buch publizieren (Bild 1.8). Die Praxis des statischen Rechnens um 1900 als integraler Bestandteil des Bauprozesses im Hochbau („Bauplatzstatik“) arbeitet Christoph Rauhut insbesondere am Beispiel des aufkommenden Stahlbeton heraus [Rauhut, 2015].

Die von der sowjetischen Historiografie der Mechanik gepflegte Tradition der Biografie setzte insbesondere Malinin mit seinem Buch *Kto jest' kto v soprotivlenii materialov* (Who is Who in der Festigkeitslehre) [Malinin, 2000] fort – hierbei ist auch Grigolyuks Edition *S. P. Timoshenko: Zhizn' i sud'ba* (S. P. Timoshenko: Leben und Schicksal) [Grigolyuk, 2002] hervorhebenswert.

Zur Geschichte der Deformationsmethode liegen Publikationen von Samuelsson und Zienkiewicz [Samuelsson u. Zienkiewicz, 2006] sowie von Kurrer [Kurrer, 2003] vor. Carlos



Bild 1.8 Cover des Buches *Vom Eisenbau zum Stahlbau* [Prokop, 2012].

A. Felippa beschäftigt sich mit der Entwicklung der Matrizenmethoden der Strukturmechanik [Felippa, 2001] und der Theorie des schubweichen Balkens [Felippa, 2005]. Die Pioniere der Finite-Elemente-Methode (FEM) Zienkiewicz [Zienkiewicz, 1995 u. 2004] und Clough [Clough, 2004] sowie Erwin Stein [Stein, 2014, S. 399–478], Wing Kam Liu, Shaofan Li und Harold S. Park [Liu et al., 2022] dagegen, konzentrieren sich auf die Beschreibung der Geschichte der FEM. Ekkehard Ramm und Wolfgang A. Wall geben einen konzisen und methodenorientierten Einblick in die Entwicklungsgeschichte der Computational Mechanics, die weit über die Strukturmechanik reicht und beispielsweise schon in Bereichen der Medizin Fuß gefasst hat; dabei heben sie die Rolle der Modellierung und Simulation hervor [Ramm u. Wall, 2019].

Notwendig wäre eine zusammenfassende Darstellung der Entwicklungsgeschichte der modernen Strukturmechanik. Erst dann könnte die Historiografie der Baustatik einen Beitrag zu einer noch zu entwickelnden Historischen Technikwissenschaft im Allgemeinen und Historischen Baustatik im Besonderen leisten.

1.2 Ingenieurpraktische Aufgaben

Jedes Bauwerk bewegt sich in Raum und Zeit. Die Frage nach den Ursachen dieser Bewegung ist die Frage nach der Geschichte des Bauwerks, nach seiner Entstehungsgeschichte, Nutzungsgeschichte und Naturgeschichte. Während die erste Dimension der Geschichtlichkeit von Bauwerken im Planungs- und Bauprozess besteht, erstreckt sich die zweite Dimension auf die Geschichte des Bauwerks und seiner Wechselwirkung mit der Umwelt. Die Geschichtlichkeit des Wissens um Bauwerke und ihrer Theorie sowie ihr Einfluss auf die Geschichte des Bauwerks bilden die dritte Dimension der Geschichtlichkeit von Bauwerken. Real konstituieren die Entstehungsgeschichte, Nutzungsgeschichte und Naturgeschichte des Bauwerks eine Einheit. Gleichwohl wird die Geschichtlichkeit von Bauwerken noch immer in ihre drei Dimensionen zerlegt: Während sie bei Neubauten in der ersten Dimension gewöhnlich zu Terminplänen der Beteiligten parametrisiert wird, ist die Erfassung der zweiten Dimension ein Gegenstand der Baugeschichte, Denkmalpflege und Bauforschung und der Bautechnik- und Konstruktionsgeschichte. An der Erschließung der dritten Dimension wesentlich mitzuwirken wäre eine Aufgabe der Historiografie der Baustatik, etwa durch Aufbereitung, Anpassung und Neuinterpretation historischer Gewölbetheorien. Die Produktivkraft der Historiografie der Baustatik bei der statischen Beurteilung historischer Tragwerke versteht Stefan M. Holzer mit seinem zweibändigen Werk [Holzer, 2013 u. 2015] auf vorbildliche Weise zu nutzen (Bild 1.9).

Gleichwohl bleibt die ingenieurpraktische Aufgabe der Historiografie der Baustatik nicht auf den Bereich des expandierenden Bauens im historischen Bestand beschränkt. Das von ihr erarbeitete Wissen könnte zum Funktionselement des modernen Bauprozesses avancieren, da ihm die Einheit der Dreidimensionalität der Geschichtlichkeit von Bauwerken als Antizipation elementar eingeschrieben ist: Denn die technikwissenschaftliche Theoriebildung und Versuchsforschung, der Entwurf, die Berechnung und Konstruktion sowie die Fertigung, Montage und Nutzung können nicht mehr von der Umnutzung, der

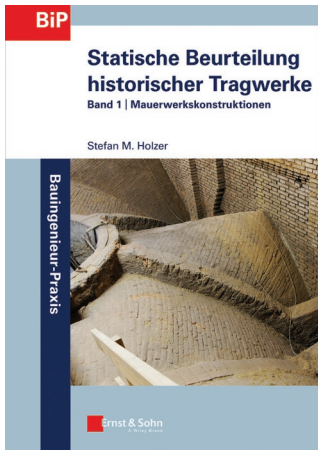


Bild 1.9 Cover des Buches *Statische Beurteilung historischer Tragwerke – Mauerwerkskonstruktionen* [Holzer, 2013].

Bestandssicherung und Erhaltung getrennt werden. Die Aufgabe der Historiografie der Baustatik bestünde nicht nur darin, den Planungsprozess durch Anregungen aus ihrem historischen Wissensfond zu speisen, sondern auch ihre Erfahrungen aus dem Bereich des Bauens im historischen Bestand in den modernen Bauprozess einzubringen. In diesem Sinne könnte die Historiografie der Baustatik zu einer Produktivkraft der Ingenieurarbeit weiterentwickelt werden.

Entwerfen Bauingenieure ein Gebäude, müssen sie, schon vor Beginn des Konstruktionsprozesses, die Sicherheit haben, dass es – genau wie vorgesehen und vorgeplant – funktionieren wird. Wie dies heute der Fall ist, traf es ebenso zu für Bauingenieure in römischer Zeit, im Mittelalter, in der Renaissance und im 19. Jahrhundert. Was sich geändert hat, sind lediglich die Methoden, mit denen Ingenieure zu dieser Sicherheit gelangen. So entwirft Bill Addis eine Geschichte des Bauingenieurwesens, in deren Zentrum die Entwicklung der Entwurfsmethodiken für Gebäude steht (Bild 1.10).

Unter anderem geht er auf die Entwicklung graphischer und numerischer Methoden sowie auf Modelle zur Analyse physikalischer Phänomene ein, stellt aber auch dar, welche Methoden sich Ingenieure bedienen, um ihre Entwürfe mitzuteilen. Dies illustriert Bill

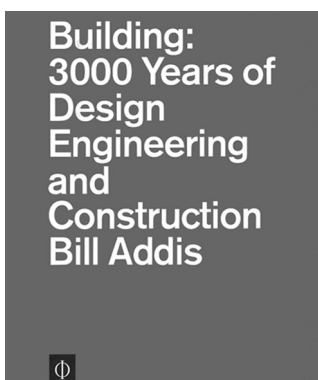


Bild 1.10 Titelblatt des Buches von Bill Addis *Building: 3000 Years of Design Engineering and Construction* [Addis, 2007].

Addis an Beispielen der Tragwerksplanung, Gebäudetechnik, Akustik und Lichttechnik aus 3000 Jahren Bautechnikgeschichte. Somit dient ihm das von der Historiografie der Baustatik erarbeitete Wissen als einer der Eckpfeiler seiner Entwicklungsgeschichte der Entwurfsmethoden des Hochbauingenieurs.

In dem von Addis herausgegebenen umfangreichen Band, welcher in der von Werner Lorenz und Karl-Eugen Kurrer herausgegebenen Reihe *Construction History Series/Edition Bautechnikgeschichte* erschienen ist, werden physikalische Modelle und ihr Einsatz im Bauingenieurwesen in Geschichte und Gegenwart beschrieben [Addis, 2021]; die Beiträge stammen aus der Feder von Bill Addis, Dirk Bühler, Santiago Huerta, Rainer Graefe, Andreas Kahlow, Denis Smith, Mike Chrimes, Roland May, Mario Alberto Chiorino, Gabriele Neri, Joaquín Antuña, Bernard Espion, Christiane Weber, Edwin Trout, Pepa Cassinello, Berthold Burkhardt, Lukas Ingold, John Chilton, Ian Lidell, Raf Orłowski, William H. Craig, Mamoru Kawaguchi, Bruce Martin, David Wendland, James Sutherland, Francesco Dorigatti, Amarnath Kasalanati, David White, Owen Connick, Jan Knippers und Stefan M. Holzer.

Auf dem Gebiet der Bewertung und Ertüchtigung bestehender Brücken sieht Eberhard Pelke in der systematischen Integration der von der Bautechnikgeschichte gewonnenen Erkenntnisse ein Potenzial zur wirtschaftlichen und ressourcenschonender Lösung drängender ingenieurpraktischer Aufgaben im Straßenbrückenbau [Pelke, 2024], das er in seinem Aufsatz auf vorbildliche Weise konkret entfaltet. So konnte Pelke aus der Geschichte des Straßenbaus ableiten, „dass an dessen Anfang Instandsetzung und Ertüchtigung des Straßenbaukörpers in herausgehobener Position standen und das Instandsetzen als laufender Prozess angesehen wurde“ [Pelke, 2024, S. 578]; in einer seiner sechs Thesen plädiert er für die Etablierung der „Ertüchtigung von Bestandsbauwerken“ als wissenschaftliche Disziplin [Pelke, 2024, S. 578].

Einen objektorientierten Ansatz verfolgt Roberto Gargiani mit der Edition des Aufsatzbandes über die Stütze (Bild 1.11), deren Wesen und Erscheinung aus der Perspektive der Bau- und Kunstgeschichte, der Bautechnikgeschichte, der Wissenschaftsgeschichte und der Geschichte der Baustatik dargestellt wird. In einem zweiten Band

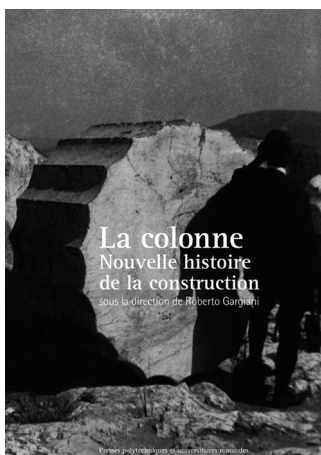


Bild 1.11 Buchumschlag des Aufsatzbandes *Nouvelle Histoire de la Construction. La Colonne* [Gargiani, 2008].

werden von zahlreichen Autoren historische Balken- und Deckensysteme im Einzelnen konstruktions- und wissenschaftshistorisch analysiert [Gargiani, 2012]. In beiden Bänden tritt die disziplinäre Offenheit der Historiografie der Baustatik besonders deutlich zu Tage.

1.3 Didaktische Aufgaben

Durch die Arbeit der seit 1893 bestehenden *American Society for Engineering Education* (ASEE) erfuhren Fragen der Ingenieurerziehung in den USA eine Professionalisierung, die zur Herausbildung der Ingenieurpädagogik als Subdisziplin der pädagogischen Wissenschaften führte. Im vierteljährlich erscheinenden *Journal of Engineering Education*, dem Organ der ASEE, berichten Wissenschaftler und Praktiker fortlaufend über Fortschritte und Diskussionen im Bereich der Ingenieurpädagogik. So druckte die Zeitschrift den berühmten *Grinter Report* [Grinter, 1955] nach [Harris et al., 1994, S. 74–94], der als Klassiker der Ingenieurpädagogik bezeichnet werden kann und in dem gefordert wird, dass die künftigen Ingenieure 20 % ihrer Studienleistung in sozial- und humanwissenschaftlichen Fächern, wie z. B. der Geschichte, erbringen sollen [Harris et al., 1994, S. 82]. Vor L. E. Grinter trug mit G. F. Swain ein anderer prominenter Bauingenieurprofessor zur Debatte um die Ingenieurerziehung bei. In seinem Buch *The Young Man and Civil Engineering* (Bild 1.12) verband Swain die Ingenieurerziehung mit der Geschichte des Bauingenieurwesens in den USA [Swain, 1922].

David P. Billington (1927–2018) gelang es mit seinen Lehrveranstaltungen an der Princeton University, das Ingenieurschaffen aus der Perspektive der Geschichte und der Ästhetik nicht nur für Architekten und Bauingenieure aufzuarbeiten, sondern auch darüber hinaus seine Einsichten in den gesellschaftlichen Diskurs über das Bauen einzubringen [Billington, 1983]. Das Potenzial der Bautechnikgeschichte für das Ingenieurstudium dagegen schält Dermot W. O’Dwyer heraus [O’Dwyer, 2021].

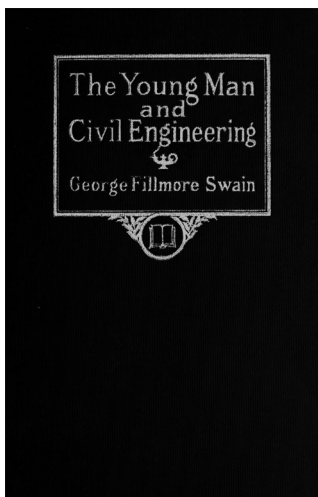


Bild 1.12 Buchumschlag von Swains *The Young Man and Civil Engineering* [Swain, 1922].

Gleichwohl erfahren Studenten technikwissenschaftlicher Fachrichtungen noch immer die Gliederung ihres Studiums in Grundstudium, Grundfachstudium und Vertiefungsstudium als Trennung der Grundlagenfächer von den technikwissenschaftlichen Spezialdisziplinen, die oft nur in Form von Anwendungen solcher Fächer wie Mathematik und Mechanik präsentiert werden. Selbst die für viele technikwissenschaftliche Fachrichtungen im Grundstudium obligatorische Technische Mechanik begreifen viele Studenten als umfangreiche Sammlung eherner Sätze, die sich illustrativ an idealen technischen Objekten abarbeiten. In engem Zusammenhang damit steht die Parzellierung der Technikwissenschaften im Vertiefungsstudium; sie werden nicht etwa als durch spezifische innere Zusammenhänge konstituiertes Wissenschaftssystem erlernt, sondern als amorphe Ansammlung voneinander unabhängiger Spezialdisziplinen, die nur einen schmalen Bereich technischer Objekte zum Gegenstand haben. So erscheint der integrative Charakter der Technikwissenschaften in Gestalt der additiven Zusammensetzung verschiedenster einzelwissenschaftlicher Erkenntnisse mit der Folge, dass die technikwissenschaftlichen Grundlagendisziplinen von den Studenten überwiegend rezepturförmig erlernt werden. Aufgabe der Historiografie der Baustatik ist es, an der Aufhebung der rezepturförmigen Aneignung der Baustatik durch die Studenten mitzuwirken. Dabei stellt die Trennung der Statiklehre in die Baustatik für Bauingenieure und Tragwerkslehre für Architekten eine Herausforderung dar, zu deren Überwindung Stefan Polónyi (1930–2021) Pionierarbeit leistete. In einem Aufsatz über den Tragwerksingenieur und seine Wissenschaft [Polónyi, 1982] kritisierte er das deduktive Selbstverständnis der Baustatik und entfaltete die Grundrisse einer induktiven Tragwerkslehre [Kurrer, 2014/1] mit der historisch-logischen Methode. Von Polónyis Arbeit angeregt, entwickelte Rolf Gerhardt Vorschläge für eine Didaktisierung der Tragwerkslehre durch Historisierung und Modellversuche [Gerhardt, 1989]. Mit der Historisierung des Statiklehrstoffes im Projektstudium in Gestalt einer historisch-genetischen Statiklehre könnten die baustatischen Verfahren als logisch-historisches Entwicklungsprodukt begriffen, erfahrbar, veranschaulicht und damit populärer werden. Ein erstes Konzept hierzu stellte der Autor vor [Kurrer, 1998/3 u. 1999/2], das er später in der 1. Auflage dieses Buches ausdifferenzierte (S. 455–459) und sodann in den neugeschaffenen Rahmen der Historischen Technikwissenschaften integrierte [Kurrer, 2012, S. 57–59]. Im Wintersemester 2013/2014 inaugurierte der damalige Inhaber des Lehrstuhls für Bautechnikgeschichte und Tragwerkserhaltung der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus, Werner Lorenz, die Lehrveranstaltung *Geschichte der Baustatik*, welche in seminaristischer Form für Studierende des Bauingenieurwesens (Bachelor) im fünften Semester durchgeführt wird. Dabei formuliert Werner Lorenz drei Lernziele:

- Vertieftes Verständnis baustatischer Methoden durch Analyse ihrer sukzessiven historischen Formulierung;
- Historisch-genealogischer Zugang als Ergänzung zur systematisch-deduktiven Ableitung in der Baustatik-Grundlehre;
- Grundkenntnisse zur geschichtlichen Entwicklung von Statik und Festigkeitslehre.

Mit dieser Innovation der Statiklehre im Bauingenieurstudium vollzog Werner Lorenz einen entscheidenden Schritt hin zu ihrer Didaktisierung durch Historisierung. So könnte die Historiografie der Baustatik zur wichtigen Wissensbasis einer sich herausbildenden

historisch-genetischen Lehrmethode für die Baubeflissenen werden. Im Rahmen der Historischen Baustatik werden hierzu in Abschn. 14.2.3 Vorschläge entwickelt.

1.4 Kulturelle Aufgaben

Es gibt eine Elementarform der gesellschaftlichen Verantwortung des Wissenschaftlers: die Demokratisierung wissenschaftlichen Wissens durch Popularisierung; sie ist Rechenschaftslegung des Wissenschaftlers über seine Arbeit, welche die gesamte Gesellschaft erst ermöglicht. Populärwissenschaftliche Darstellungen haben nicht nur die Aufgabe, in Reflektion auf den gesellschaftlichen Kontext wissenschaftlichen Arbeitens das dadurch entstandene wissenschaftliche Wissen einem Leserkreis jenseits disziplinärer Grenzen nahezubringen, sondern den gesellschaftlichen Diskurs über Weg und Ziel der Wissenschaften anzuregen. Somit besitzt auch die Historiografie der Baustatik kulturellen Eigenwert. Die Schriftstellerin Christine Lehmann publizierte mit ihrem Partner, dem Mathematiklehrer Bertram Maurer, auf dessen Dissertation [Maurer, 1998] fußend, eine Biografie über Karl Culmann (Bild 1.13), wo Forschungsergebnisse der Historiografie der Baustatik in erzählerischer Weise und schöner literarischer Gestalt dem Laien verständlich nahegebracht werden.

Die Einzelwissenschaften der Physik, Biologie und selbst der Chemie überschreiten immer wieder den Rubikon jenseits ihrer Wissenschaftlergemeinschaft. Dies mag an ihrer Rolle als Konstituenten von Weltbildern und der engen Verbundenheit mit der Philosophie und Geschichte liegen. Gleiches gilt nicht für die Technikwissenschaften; selbst technikwissenschaftlichen Grundlagendisziplinen fällt es schwer, ihr disziplinäres Anliegen gesellschaftlich zu deuten. Die Fragmentierung der Technikwissenschaften erschwert die Erkenntnis ihres objektiven Zusammenhangs, ihrer Stellung und Funktion im Ensemble des Wissenschaftssystems und damit ihres Verhältnisses als Gesamtheit zur sie hervorbringenden und sie umgebenden Gesellschaft. Wohl deshalb plädierte Heinz Duddeck in Reden, Aufsätzen und Zeitungsbeiträgen für einen Paradigmenwechsel in



Bild 1.13 Cover der Biografie über Culmann [Lehmann u. Maurer, 2006].

den Technikwissenschaften, der im Kern auf eine Verschmelzung der Technik- mit den Humanwissenschaften hinauslaufen würde [Duddeck, 1996]. Da die Historiografie der Baustatik eine disziplinäre Einheit der Baustatik und Technischen Mechanik mit Erkenntnissen der Humanwissenschaften (Philosophie, Allgemeine Geschichte, Soziologie, Wissenschafts-, Technik- und Wirtschaftsgeschichte sowie Konstruktionsgeschichte) bildet, ist sie Element jener Verschmelzung. So kann sie auch ihren Beitrag zur Überwindung der *Sprachlosigkeit der Ingenieure* [Duddeck, 1999] leisten.

1.5 Ziele

Das Ziel der Historiografie der Baustatik besteht deshalb darin, die genannten wissenschaftsinternen, ingenieurpraktischen, didaktischen und kulturellen Aufgaben zu lösen. Vorliegendes Buch, das aus didaktischer, wissenschaftstheoretischer, wissenschaftshistorischer, bautechnikhistorischer, ästhetischer, biografischer und bibliografischer Perspektive geschrieben ist (Bild 1.14), möchte hierzu einen Beitrag leisten.

1.6 Einladung zur Suche nach dem Gleichgewicht von Tragwerken auf Zeitreisen

In Franz Kafkas 1915 veröffentlichter Türhüterlegende *Vor dem Gesetz* (s. z. B. [Kafka, 1970, S. 148–149]) sucht Josef K. vergeblich, Eintritt in das Gesetz über die von einem Türhüter bewachte Tür zu erlangen. Kafkas Protagonist Josef K. könnte ebenso Bauingenieurwesen oder Architektur studiert haben, dem die Aneignung der Grundlagen der Baustatik gehörig vergällt wurde: Wird doch die Baustatik allzu oft in Gestalt eherner Gesetze vermittelt, ohne Bezug zum Bauen.

Sehr geehrte Leserinnen und Leser! Es gibt die Türen, um die Gesetze der Baustatik freudig zu erkennen (Bild 1.14). Sie wählen, welcher phantasmagorische Türhüter für Sie

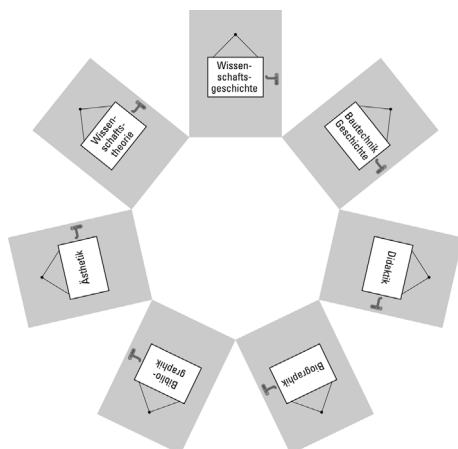


Bild 1.14 Sieben Türen zur Erkenntnis der Geschichte der Baustatik.

am einfachsten überwindbar wäre – aber ich sage Ihnen: die Türhüter existieren nicht. Bitte drücken Sie die Klinke einer beliebigen Tür, passieren Sie und lassen Sie sich überraschen, in welcher Gestalt Ihnen die Baustatik erscheint. Sollte Ihre Neugier Sie alle sieben Türen passieren lassen, dann eröffnet sich Ihnen die Herkunft und Zukunft der Baustatik auf ihren Haupt- und Nebenwegen wie in einem Panorama.

In diesem Sinne möchte ich Sie, liebe Leserinnen und Leser, zur Suche nach dem Gleichgewicht von Tragwerken auf Zeitreisen einladen: Erfahren Sie das Jeweilige und machen es zum Ihrigen und verschenken Sie es.