

Zeitschrift:	Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber:	Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band:	115 (1997)
Heft:	46
Artikel:	Form follows process: zur Entwicklung des modernen technologischen Denkens
Autor:	Pfammatter, Ulrich
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-79346

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: 21.02.2026

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

Ulrich Pfammatter, Islisberg

Form Follows Process

Zur Entwicklung des modernen technologischen Denkens

Bauwerke sind nicht nur technische Leistungen, sie repräsentieren auch ein technisches Denken, das sich insbesondere in der Folge der industriellen Revolution veränderte und im Verlaufe des 19. Jahrhunderts als intellektuelle Kultur herausbildete. Die folgenden Überlegungen beziehen sich auf das Buch «Building the Nineteenth Century» von Tom F. Peters (Kasten).

Am Prozess der Industrialisierung, der mit der «Iron Bridge» im mittelenglischen Coalbrookdale (1775-1779) auch das Bauwesen erfasste, waren Gruppen von Wissenschaftlern und Technikern, Architekten und Ingenieuren sowie als prüfende und begutachtende Instanzen philosophische und wissenschaftliche Gesellschaften sowie Standesorganisationen beteiligt. Die Akteure bildeten dabei Projektgemeinschaften in wechselnden Konstellationen. Tom F. Peters' Verdienst ist es, in seinen bisherigen Publikationen¹ und auch im vorliegenden Buch die Namen der jeweils Beteiligten zu nennen, die Hintergründe der Entstehungsgeschichte eines Bauvorhabens auszuleuchten, die Diskussionen in den Projektgruppen darzustellen und diese im Zusammenhang mit Planung, Bauprozess und Resultat zu sehen.

In der Architektur- und Baugeschichte wird oft nur der eine Akteur genannt, sei es derjenige, der die zündende Idee hatte, wie Joseph Paxton für den Londoner Crystal Palace von 1851, und nicht die Umsetzer und Realisatoren (in diesem Fall u.a. die Eisenbahnfirma der Ingenieure Fox & Henderson); oder es fällt lediglich der Name des Architekten eines Bauwerks wie z.B. für den Palais des Machines an der Pariser Expo 1889 (hier wird meist der Name des Ingenieurs Victor Contamin unterschlagen, der massgeblich Baustuktur und Tragwerk erfand). Sigfried Giedion macht hier als Baugeschichtler eine Ausnahme, er erwähnt meistens alle Akteure und weist oft auch auf deren Rolle hin. Da Giedion selbst eine Ausbildung am Wiener Polytechnischen Institut genoss (bevor er Kunstgeschichte studierte), ist diese Sichtweise nicht verwunderlich.

Peters' Monographie behandelt vier paarweise gebündelte Bauprojekte, die wesentliche Etappen der Geschichte der

Bautechnik und des dahinterliegenden Denkens charakterisieren: Fußgängertunnel unter der Themse und Mont-Cenis-Tunnel, Britannibrücke und Suezkanal, Sayn-Giesserei und Maschinenhalle an der Pariser Expo 1889, schliesslich Langwies-Viadukt und Panamakanal. Die Verknüpfung scheinbar ungleicher Projekte folgt der Absicht, die Entwicklungslinien technologischen Denkens und dessen Einfluss auf die Organisation der Produktion, des Bauplatzes und -prozesses sowie auf die Bewältigung undenkbar scheinender Aufgaben (Dimensionen, Zeit, Geld usw.) aufzuzeigen und mit prägenden Beispielen zu veranschaulichen. Ein zentrales Fallbeispiel soll im folgenden kurz erläutert werden.

Britanniabrücke: Form als Produkt des Prozesses

Am Beispiel der Britannibrücke, die im Zeitrahmen des Höhepunkts englischer Industrialisierung des Bauwesens entstand (1846-1850), zeigt Peters auf, dass der Verlauf einer wissenschaftlich-technischen Expertendiskussion unter den Hauptakteuren sowie die Entscheidungen unter harten Rahmenbedingungen zu einer zwar merkwürdigen Endform der Brücke führten, die diesen Kontext des Prozesses widerspiegelt, dass deswegen jedoch nicht von einer «missratenen Form» gesprochen werden kann (Bild). Im Gegenteil: Peters plädiert in diesem Zusammenhang für eine «Ästhetik des Prozesses», die Vorgeschichte, Randbedingungen, Meinungsverschiedenheiten unter den Experten und schliesslich die beherzte terminbedingte Entscheidung Robert Stephensons zur Darstellung bringt. Diese Ästhetik beinhaltet die Rekonstruierbarkeit des Entscheidungsprozesses, drückt verschiedenartige Erkenntnisebenen aus und markiert damit eine Situation des Übergangs, eines Paradigma-Wechsels, in diesem Fall vom linearen zum

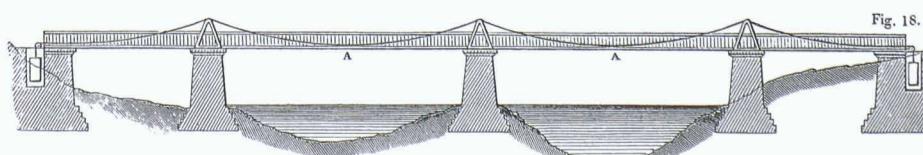
vielschichtigen Denken, das den Planungs- und Bauprozess in «parallelen» Verfahren organisiert und so überhaupt konzeptualisiert.

Dass der Bau dieser Brücke zum ersten Mal eine Denkweise in parallelen Verfahrensschritten provozierte, hängt mit seinen technischen und personellen Rahmenbedingungen zusammen: die mathematisch-statische Berechnung einer neuartigen Röhrenbrücke stellte die Ingenieure vor unbekannte Probleme, die ununterbrochene Passierbarkeit des Flusses aus militärischen Gründen erzwang die Organisation eines industriellen Bauplatzes zur Vorfabrikation der Röhrenabschnitte am Ufer, und die Konzessionäre und Direktoren der Eisenbahnlinie hatten die Brückenbauer an ein Eröffnungsdatum gebunden und verlangten somit ein Zeitmanagement. Diese drei Aufgabenstellungen lagen als parallele Prozesse in der Obhut dreier Teams und wurden durch den Kopf dieser Gruppe, Robert Stephenson, koordiniert.

Erste Schwierigkeiten ergaben sich aus der Verzögerung der mathematischen Berechnungen. Komplexe Berechnungsmethoden im Ingenieurbau waren damals noch unbekannt. William Fairbairn, als mathematischer Experte, entschied sich bei der Röhre für die Zellenbauweise, die er aus dem Schiffsbau transferierte. Die Stabilität dieser Struktur war jedoch nur unter den Bedingungen des Wasserdrucks bekannt, so dass eine zusätzliche Tragkonstruktion mit einem Hängewerk angezeigt schien (Bild). Während der Vorbereitungszeit der Britannibrücke wurde jedoch durch einen Vorfall mit einem missglückten Stapellauf der empirische Beweis erbracht, dass die Röhrenkonstruktion selbst stabil genug sein würde. Während Fairbairn in der Folge diese Ansicht vertrat und die Ketten weglassen wollte, erachtete sie der Oberinspektor des englischen Eisenbahnwesens als essentiell und Eaton Hodgkinson, den Fairbairn als Experte bezeichnete, als zumindest nützlich, um die Röhrenkonstruktion zu stabilisieren.

Die beteiligten Experten waren sich also nicht einig, und der Bau drohte

Stephensons Vorprojekt der Britannibrücke: Kombination von Röhren- und Hängekonstruktion (aus dem besprochenen Buch von Tom F. Peters, S. 167)



sich zu verzögern, der Eröffnungstermin musste jedoch um jeden Preis eingehalten werden. Stephenson hatte nun die unterschiedlichen Meinungen gegeneinander abzuwägen und begründete seine Entscheidung in einem Brief an die Konzessionäre: Die Brücke soll als Röhre gebaut werden und die gemauerten Pfeiler mit den Aufbauten ebenso; die Überhöhungen sollten Öffnungen enthalten, damit ein Hängewerk eingefügt werden könnte, wenn die später eintreffenden Berechnungen und Resultate zusätzlicher Experimente dies verlangen würden. Die Britannia Bridge wurde nie eine Hängebrücke, sie blieb eine reine Röhrenbrücke, versehen jedoch mit Türmen im «ägyptischen Stil»: Sie repräsentieren den unvollendeten Expertendiskurs! Bei seiner nächsten Röhrenbrücke, dem Pont Victoria über den Sankt-Lorenz-Strom bei Montreal (1854–1859), konnte Stephenson auf die Aufbauten verzichten.

Der Bauprozess als ästhetische Betrachtungsebene

Die Fallbeispiele in Peters' Publikation zeigen Entwicklungslinien technologischen Denkens auf. Immer waren es aus-

sere Umstände, neuartige Aufgabenstellungen und komplexe Rahmenbedingungen, die eine «Grenzüberschreitung» des Denkens und Handelns verlangten. Peters' Versuch, die Denkprozesse der Gruppen von Ingenieuren und Architekten, Wissenschaftlern und Technikern historisch zu systematisieren und aus dem Quellenmaterial zu erklären, mündet im Theorem des «Matrixdenkens» oder «Übersetzens», welches das Bauen im 19. Jahrhundert charakterisiert und wohl die Grundlage für unsere Epoche darstellt. Woraus schöpfen Ingenieure und Architekten, wenn sie vor einer Aufgabe unbekannten Zuschnitts gestellt werden? Wie kommen Erfindungen zustande?

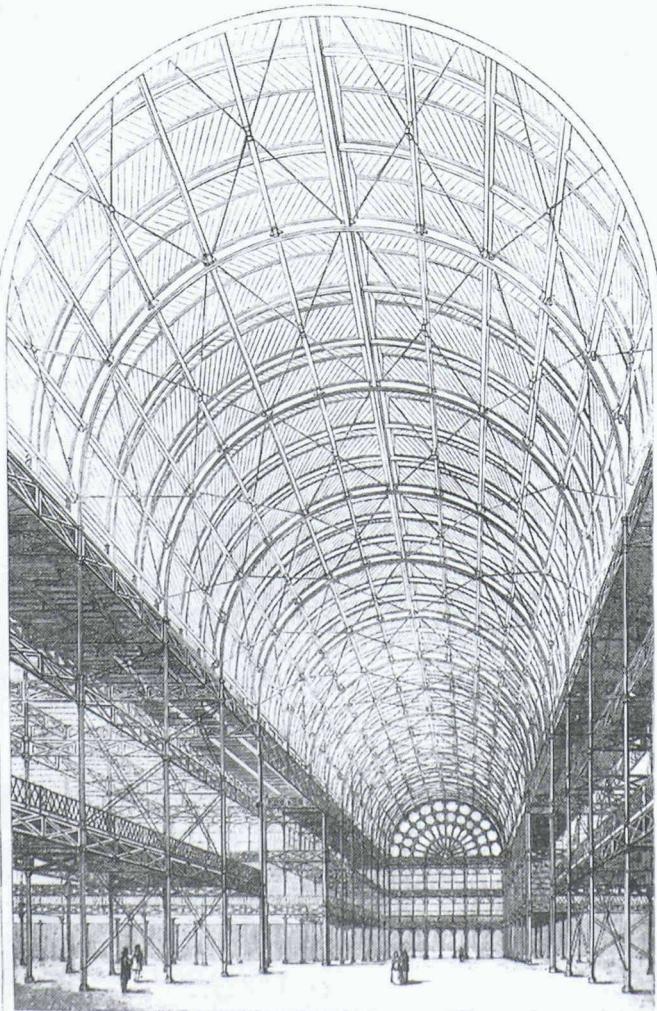
Fergusons These des «inneren Auges», des empirischen Augenmasses, das sich aus umfassender Erfahrung und individueller Intuition konstituiert und zur Findung neuer Formen und Lösungen führt², wird bei Peters systematisch als stufenweise Entwicklung aufgezeigt. Insgesamt ergibt sich ein Denkmuster von Dekomposition und Rekomposition: die Aufgabenstellung wird in standardisierbare Teilsysteme oder Komponenten wie Elemente oder Module zerlegt und anschliessend zur Gesamt-

lösung oder zum «Bild» zusammengefügt. Während beispielsweise beim Kristallpalast für die Londoner Weltausstellung 1851 die Komponenten einem separaten rationalen Massenproduktionsprozess unterworfen wurden, der auf den spezifischen Bautyp zugeschnitten blieb, entwickelte wenige Jahrzehnte später Gustave Eiffel aus einem solchen Produktionsprozess einen Katalog konstanter struktureller Elemente, die, gekoppelt mit Verbindungs- oder Spielregeln, sowohl im Brücken- wie im Turm- oder Hallenbau Verwendung finden konnten. Beide gingen von Gesamtbildern oder idealtypischen Vorstellungen aus – betrachtet man etwa Paxtons erste Skizze oder Koechlins Entwurf für den 300-Meter-Turm. Die materielle Umsetzung und die Frage, wo die «Übersetzung» bzw. der Transfer stattfand, beeinflusste dann aber massgeblich das Erscheinungsbild: während für die Bewältigung des Crystal Palace die Eisenbahningenieurfirma Fox & Henderson beigezogen wurde (und so die grösste Bahnhofshalle entstand), stellte Eiffel die Erfahrungen seiner beiden Brücken über den Douro in Porto und des Garabitviadukts in Frankreich gewissermassen auf den Kopf, um den grössten Turm zu bauen.

Das Denken in Vielschichtigkeit, in parallelen Verfahren oder Matrizen hat in unserer Zeit an Aktualität gewonnen. Angesichts komplexer Anforderungen von Gesellschaft und Umwelt (Qualitätssicherung, Nachhaltigkeit usw.) sowie von Krisenbewältigung sind wieder einmal Erfinder gefragt wie einst im industriellen Zeitalter, die in vielfältiger Zusammensetzung eine intellektuelle Kultur in Schule und Praxis wiederbeleben und die Aufgaben der Zeit nicht nur virtuell, sondern auch virtuos angehen.

Adresse des Verfassers:
Ulrich Pfammatter, Dr. sc. techn., dipl. Arch.
ETH SIA, 8905 Islisberg

Tom F. Peters: Building the Nineteenth Century. 512 S., 178 Illustrationen, 20×26 cm, geb., Preis: \$ 45.–. MIT Press, Cambridge (USA)/London 1996. ISBN 0-262-16160-5.



Innenansicht des Crystal Palace (aus dem besprochenen Buch von Tom F. Peters, S. 231)

Anmerkungen

¹ U.a. Time is Money. Die Entwicklung des modernen Bauwesens, Stuttgart 1981, oder Transitions in Engineering. Guillaume Henri Dufour and the Early 19th Century Cable Suspension Bridges, Basel/Boston 1987

² Eugene S. Ferguson: Das innere Auge. Von der Kunst des Ingenieurs, Basel/Boston/Berlin 1993