

**Zeitschrift:** Werk, Bauen + Wohnen  
**Herausgeber:** Bund Schweizer Architekten  
**Band:** 105 (2018)  
**Heft:** 3: Knochenarchitektur : das Gerüst ist das Gehäuse

**Artikel:** Anatomie und Architektur  
**Autor:** Erb, Tobias / Ingold, Lukas  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-823478>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

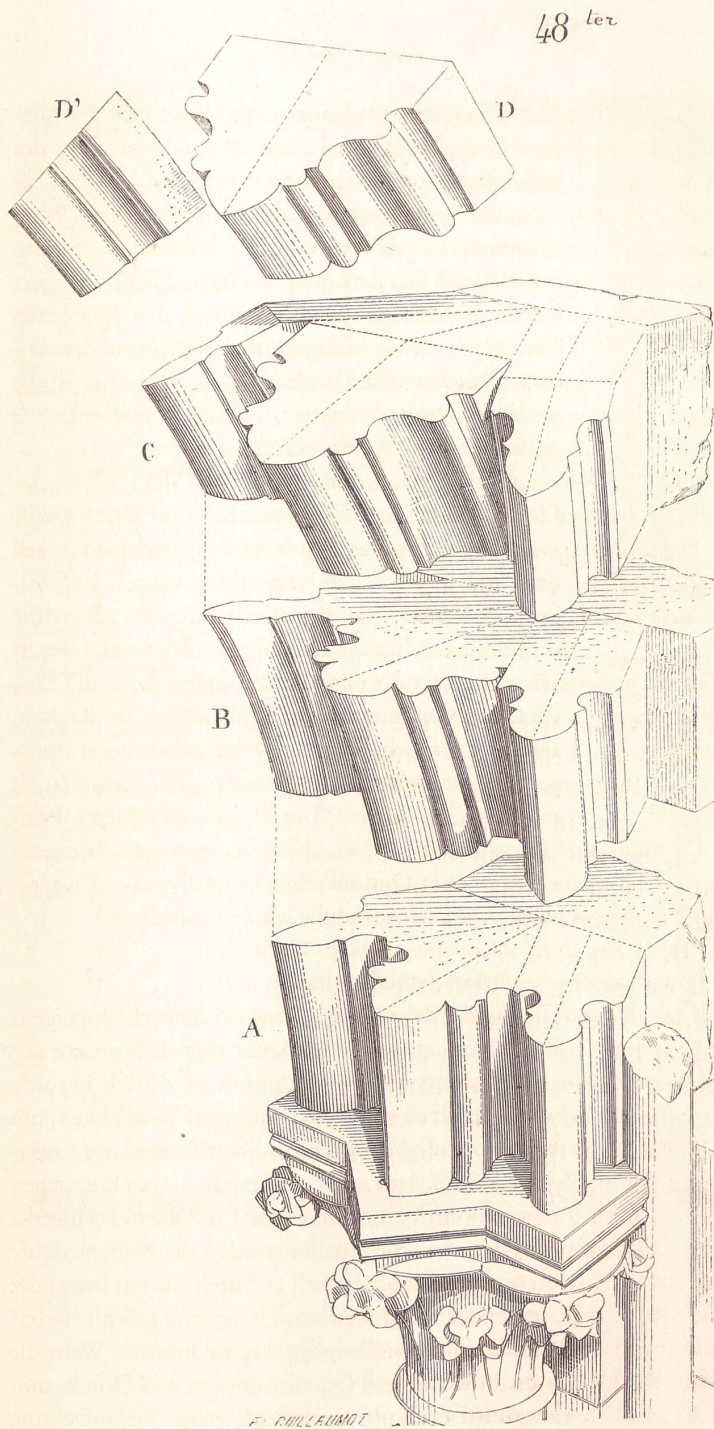
### **Terms of use**

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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 22.12.2024

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





I Der Anatom Bourguery untersuchte die Zusammenhänge im menschlichen Knochengerüst, indem er es in seine einzelnen Teile zerlegte. Die Methode wurde von Viollet-le-Duc für die Analyse der mittelalterlichen Architektur adaptiert. Gleichzeitig diente die Betrachtung des Oberschenkelknochens Culmann für die Entwicklung der grafischen Statik. Taf. 43 aus Jean-Baptiste Marc Bourguery, *Traité complet de l'anatomie de l'homme: comprenant la médecine opératoire*, Vol. 1, Paris, 1831.

II Der Architekt Viollet-le-Duc fertigte eine Explosionszeichnung eines Gewölbeansatzes an, die sich stark an Bourguerys Darstellungstechniken orientierte. Fig. 48 aus Eugène-Emmanuel Viollet-le-Duc, *Dictionnaire raisonné de l'architecture française du XIe au XVIe siècle*, Vol. 4, Paris, 1859.

## Der analytische Blick in der Mitte des 19. Jahrhunderts

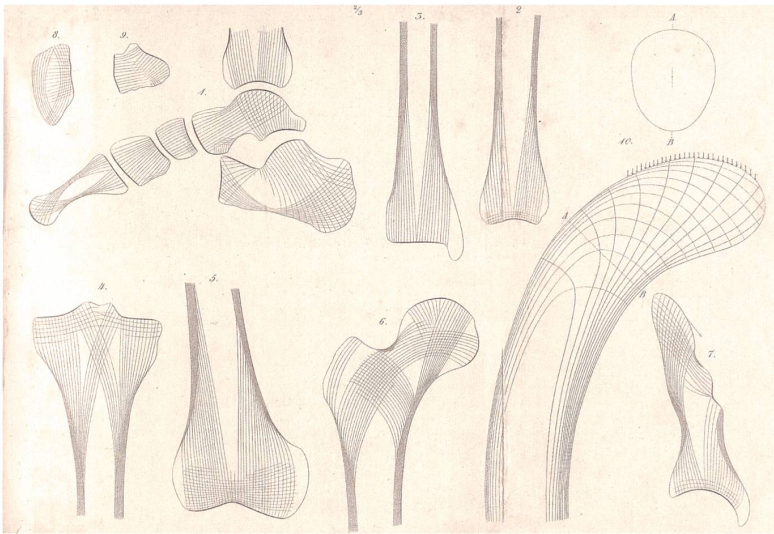
Die Betrachtung von Knochen hatte entscheidenden Einfluss auf die theoretische Arbeit von Eugène-Emmanuel Viollet-le-Duc und Karl Culmann. Der transdisziplinäre Austausch ermöglichte fundamentale Einsichten – die auf die anatomische Wissenschaft zurückwirkten.

Tobias Erb und Lukas Ingold

Die Anatomie des menschlichen Körpers ist eine der zentralen Metaphern der Architektur in der Moderne. Die Referenz des Knochens für das Tragwerk, der Haut für die Gebäudehülle oder des Kreislaufs für die Erschließung des Hauses mit Treppen und Korridoren oder technischen Installationen durchzieht die Architekturgeschichte von der Mitte des 19. Jahrhunderts bis heute. Diese metaphorischen Bezüge finden ihren Ursprung in der Untersuchung und Darstellung von physiologischen Zusammenhängen durch die modernen Naturwissenschaften.<sup>1</sup> Mitte des 19. Jahrhunderts erschienen fast gleichzeitig mit dem *Dictionnaire raisonné de l'architecture française du XIe au XVIe siècle* (1854–1868) von Eugène-Emmanuel Viollet-le-Duc und der Abhandlung *Die graphische Statik* (1866) von Karl Culmann zwei Schriften, in denen die Betrachtungen von Knochen zu einem neuen Blick auf die Architektur beigetragen haben.

### Den Körper zerlegen

Im *Dictionnaire raisonné* fasste der französische Architekt Eugène-Emmanuel Viollet-le-Duc (1814–1879) seine Erkenntnisse aus der Restaurierung und Erforschung von mittelalterlichen Bauten in Frankreich zusammen. Er analysierte die Architektur der Gotik, indem er Kirchen, Schlösser und Klöster in ihre Einzelteile zerlegte. Im Unterschied zu den Architektur-Enzyklopädiën, die ein etabliertes Format darstellten, stellte Viollet-le-Duc aber weniger isolierte Elemente und ihre Gestalt in den Vordergrund. Vielmehr richtete er den Fokus auf den Aufbau der Bauteile und ihren Zusammenhang.<sup>2</sup>



Als methodischer Ausgangspunkt diente ihm der Anatom Georges Cuvier (1769–1832), der Anfang des 19. Jahrhunderts die Abkehr von einer auf der Form beruhenden Einteilung der Lebewesen hin zu einer Klassifizierung ausgehend von der funktionalen Organisation prägte.<sup>3</sup> Die Zerlegung des menschlichen Körpers wurde schliesslich wesentlich durch den Anatomen Jean-Baptiste Marc Bourgerie (1797–1849) und den Illustrator Nicolas Henri Jacob (1782–1871) mit der Studie *Traité complet de l'anatomie de l'homme: comprenant la médecine opératoire* (1831–1854) beeinflusst.

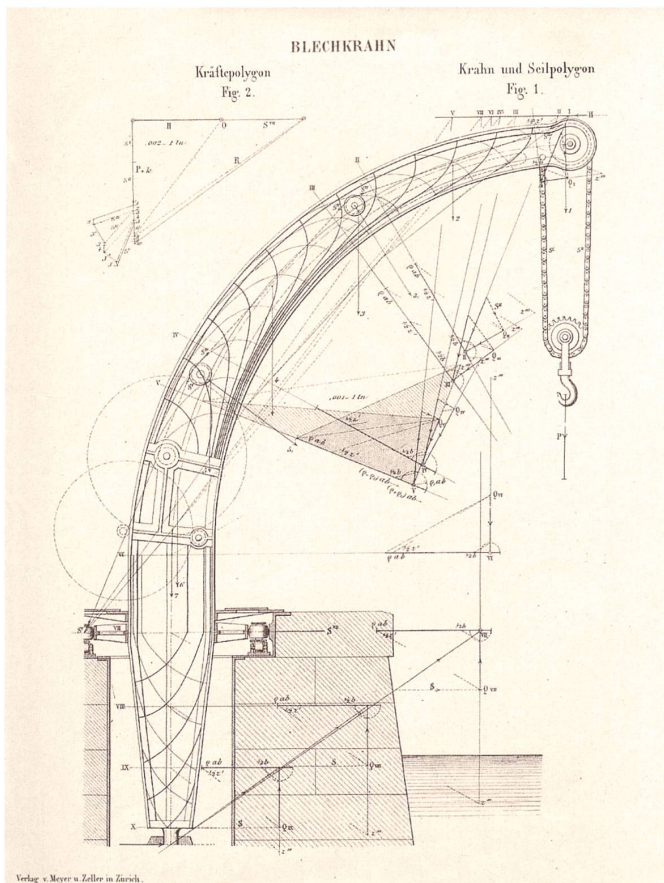
Ähnlich wie bei Bourgerie, mit dem Viollet-le-Duc im Austausch stand, machten im *Dictionnaire raisonné* die Zeichnungen einen entscheidenden Teil der Analyse aus.<sup>4</sup> Die Darstellung mittels Explosionsperspektiven oder Schnittzeichnungen rückte die funktionalen Zusammenhänge ins Zentrum. Gleichzeitig dienten viele der Zeichnungen dazu, die Entwicklung der Bauteile nachvollziehbar zu machen. Dies war auch der entscheidende Schritt, den Bourgerie weiter als Cuvier ging, indem er Lebewesen als evolutionär beschrieb. Um die übergeordneten Prinzipien deutlich zu machen, bezogen sich Bourgerie wie Viollet-le-Duc auf einen Grundtypus – den typischen Menschen und die ideale Kathedrale.<sup>5</sup>

### In den Knochen lesen

Auf ähnliche Weise suchte der deutsche Ingenieur Karl Culmann (1821–1881), der 1855 als Professor ans neu gegründete Polytechnikum in Zürich berufen wurde, nach einer allgemeingültigen Möglichkeit, um Kräfteverläufe in Bauteilen zu bestimmen. In *Die graphische Statik* legte er eine Methode zur zeichnerischen Darstellung der inneren Kräfte für Balken, Fachwerke und Bögen vor. Bis dahin wurden die Kräfteverläufe oft aufwändig algebraisch ermittelt, da ein integraler Ansatz zur geometrischen Herleitung gefehlt hatte.<sup>6</sup> Culmanns Theorie ermöglichte auf intuitive Weise die Visualisierung und Quantifizierung von Druck- und Zugkräften. Das bedeutete eine grosse Vereinfachung für die Analyse und den Entwurf von Tragwerken.

Culmann wurde entscheidend durch die Begegnung mit dem Anatomen Georg Hermann von Meyer (1815–1892) beeinflusst, der in Zürich gleichzeitig die innere Struktur von Knochen erforschte.<sup>7</sup> Im Gewebe von Oberschenkelknochen erkannte Culmann das gleiche Muster von Kräftelinien, wie er es mit der graphischen Statik für Tragwerke ermittelt hatte. Die Parallele diente Culmann als Beweis für seinen Ansatz

III



IV

III Die Begegnung mit dem Ingenieur Culmann führte den Anatomen Meyer zum Vergleich der Gewebestruktur mit dem Kräfteverlauf in Knochen. Taf. XVIII aus Georg Hermann von Meyer: *Die Architektur der Spongiosa* in: *Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medicin*, Berlin, 1867, Zentralbibliothek Zürich.

IV Das Spannungsfeld des von Culmann entworfenen Blechkrans erinnert an den Aufbau des Gewebes in Oberschenkelknochen. Taf. 11 aus Karl Culmann: *Die graphische Statik*, Zürich, 1866.

1 Vgl. Adrian Forty, «Spatial Mechanics. Scientific Metaphors in Architecture», in: Peter Galison, Emily Thompson (Hg.), *The Architecture of Science*, Cambridge 1999, S. 213–32.

2 Vgl. André Tavares: *The Anatomy of the Architectural Book*, Zürich 2016, S. 316–17.

3 Vgl. Martin Bressani, *Architecture and the Historical Imagination*. Eugène-Emmanuel Viollet-le-Duc 1814–1879, Farnham 2014, S. 228.

4 Wie Anm. 3, S. 254.

5 Vgl. Aaron S. Vinegar *Memory as Construction in Viollet-le-Duc's Architectural Imagination*, in: *Paroles gelées*, 2, 16 (1998), S. 43–55.

6 Vgl. Karl-Eugen Kurrer, *Die Geschichte der Baustatik. Auf der Suche nach dem Gleichgewicht*, Berlin 2016, S. 456–58.

7 Vgl. Wilhelm Ritter, *Anwendungen der graphischen Statik nach Professor Dr. C. Culmann. Erster Teil: Die im Inneren eines Balkens wirkenden Kräfte*, Zürich 1888, S. 128–34.

8 Julius Wolff, *Das Gesetz der Transformation der Knochen*, Berlin 1982.

und wurde umgekehrt auch von Meyer in seiner kurz nach *Die graphische Statik* veröffentlichten Schrift *Die Architektur der Spongiosa* (1867) aufgenommen. Auf der Grundlage von Culmanns und Meyers Erkenntnissen formulierte der Anatom Julius Wolff (1836–1902) wenig später das Wolffsche Gesetz, das den Zusammenhang der organischen Struktur mit den mechanischen Belastungen bei Knochen beschreibt<sup>8</sup> und die moderne Orthopädie begründete.

Damit verdeutlichte sich, wie eng Organismen und Mechanismen zusammenhängen. Dieser Umstand wurde wenig später auch vom Philosophen Ernst Kapp (1808–1896) aufgenommen. In seinem Hauptwerk *Grundlinien einer Philosophie der Technik* (1877), worin er sich mit dem Wesen der Technik auseinandersetzte, widmete er ein Kapitel dem Austausch von Culmann und Meyer. Die Knochen-Analogie diente ihm als eines der zentralen Beispiele für sein Konzept der «Organprojektion», seine grundlegende These, dass alles Technische als Projektion menschlicher Organe auf Artefakte verstanden werden kann.

#### Die Wissenschaften im Austausch

Viollet-le-Duc wie Culmann verhalf die Betrachtung einer fremden Disziplin zu wesentlichen Erkenntnissen. Beiden gemeinsam ist, dass sie sich in der Auseinandersetzung mit der Anatomie nicht auf metaphorische Bezüge beschränkten, sondern sich um die Vermittlung wissenschaftlicher Zusammenhänge bemühten. Davon zeugen die der Anatomie entlehnten Untersuchungsmethoden und Darstellungstechniken. Der neue Blick erlaubte Viollet-le-Duc einen übergeordneten Ansatz, um die mittelalterliche Architektur zu beschreiben und ermöglichte es Culmann, eine umfassende Lehre für die Baustatik zu formulieren.

Trotz den unterschiedlichen Arbeitsfeldern ging es in beiden Werken darum, vom Detail auf das Gesamte zu schliessen und so vom Spezifischen zum Allgemeinen. Beide haben dadurch explizit zur Theoriebildung in ihrem Fachgebiet beigetragen. Gleichzeitig haben sie weitere transdisziplinäre Wechselwirkungen initiiert. Der Austausch zwischen Anatomie und Architektur widerspiegelt exemplarisch die Tendenz der Moderne zur fächerübergreifenden Betrachtung. —

---

*Tobias Erb* (1985) und *Lukas Ingold* (1985) sind wissenschaftliche Assistenten am Institut für Geschichte und Theorie der Architektur und am Institut für Technologie in der Architektur an der ETH Zürich.

---

#### Résumé

### Anatomie et architecture Le regard analytique au milieu du 19ème siècle

L'anatomie du corps humain est une des métaphores centrales de l'architecture de l'époque moderne. La référence à l'os pour la structure porteuse, à la peau pour l'enveloppe du bâtiment ou à la circulation pour les accès à la maison par des escaliers et des corridors ou pour les installations techniques traverse l'histoire de l'architecture de la moitié du 19ème siècle à aujourd'hui. Ces références trouvent leur origine dans l'examen et la représentation des relations physiologiques par les sciences naturelles modernes. L'architecte Eugène-Emmanuel Viollet-le-Duc et l'ingénieur Karl Culmann ont emprunté presque au même moment les méthodes d'analyse et de représentation de l'anatomie pour arriver à des conclusions fondamentales dans leur discipline. L'anatomie a permis à Viollet-le-Duc de développer une approche générale pour décrire l'architecture du Moyen-Âge et à Culmann de formuler une théorie complète de l'analyse statique. Ces deux travaux montrent l'étroite imbrication entre organismes et mécanismes et ont eux-mêmes initié des interactions transdisciplinaires.

---

#### Summary

### Anatomy and Architecture The analytical gaze in the mid-19th century

The anatomy of the human body is one of the central metaphors of architecture in modernism. References to the structure as the “bones” of a building, the building envelope as its “skin” or to the way of accessing a building with staircases, corridors and technical services as “blood circulation” extend through the history of architecture from the mid-19th century to the present day. These references originated in the examination and illustration of physiological evidence by the modern natural sciences. At almost the same time the architect Eugène-Emmanuel Viollet-le-Duc and the engineer Karl Culmann borrowed methods of examination and depiction techniques from anatomy in order to discover important knowledge in their specialist area. Anatomy allowed Viollet-le-Duc to adopt a more overall approach to describing medieval architecture and enabled Culmann to formulate a comprehensive theory for structural engineering. The work of both shows how closely organisms and mechanisms are connected. The studies initiated further transdisciplinary interaction.