

Robet Maillart

Autor(en): **Billington, David P.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Werk, Bauen + Wohnen**

Band (Jahr): **70 (1983)**

Heft 12: **Ingenieurbaukunst = L'art de l'ingénieur = The art of engineering**

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-53554>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Robert Maillart

Die Kunst der Ingenieurbauten

Robert Maillart (1872–1940) gehört, ebenso wie Eugène Freyssinet (1879–1962) und Eduardo Torroja (1897–1961), zu einer 200 Jahre alten Tradition der Kunst der Ingenieurbauten¹, die heute fortgesetzt wird von Ingenieuren wie Christian Menn und Heinz Isler.

Diese neue, aus der industriellen Revolution hervorgegangene Kunstform entstand wegen eines neuen Materials, des industriell verwendbar gewordenen Eisens. Es war dies das Material der Revolution. Ende des 18. Jahrhunderts begann man Gusseisen dann auch für Bauwerke zu verwenden. Dies bedingte aber auch ein viel detaillierteres Verständnis der natürlichen Kräfte und der Materialeigenschaften als bis anhin. Bald vertraute man die entsprechenden Arbeiten nur noch speziell dazu ausgebildeten Leuten an und gründete technische Hochschulen, um die entsprechende Ausbildung gewährleisten zu können. Der erste, der in dem neuen Material das Potential einer neuen Kunstform erkannte, war Thomas Telford (1757–1834), ein unbedeutendes Mitglied dieser frühen Ingenieure. Er sah in ihm eine Möglichkeit, die es dem Ingenieur erlauben würde, seine Imagination durch Bauformen auszudrücken, für die es vor der industriellen Revolution keinen Präzedenzfall gab. Ein Jahrhundert später sollte es dann Maillart überlassen bleiben, aufzuzeigen, wie auch aus einem anderen neuen Material, dem Eisenbeton, Ingenieurbauten zu Kunstwerken werden können.

In allen diesen Fällen versuchten Ingenieure durch ihre Schriften und die von ihnen entworfenen Bauten zu beweisen, dass diese Kunstform von der Architektur selbst völlig unabhängig sei. Natürlich arbeiteten sie dennoch oft mit Architekten zusammen, ja betätigten sich sogar selbst als Architekten. Aber ihre besten Werke entstanden in eigener Ausführung ihrer Ideen, die denen der Architekten gänzlich unähnlich waren. Die zwei betroffenen Kunstformen entstehen innerhalb verschiedener Arbeitskreise. Die Brücke ist beispielsweise der Prototyp, wie ein Ingenieurbauwerk Kunst werden kann. Angefangen mit Telford,

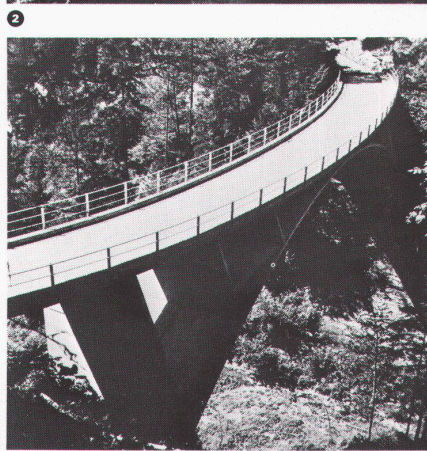
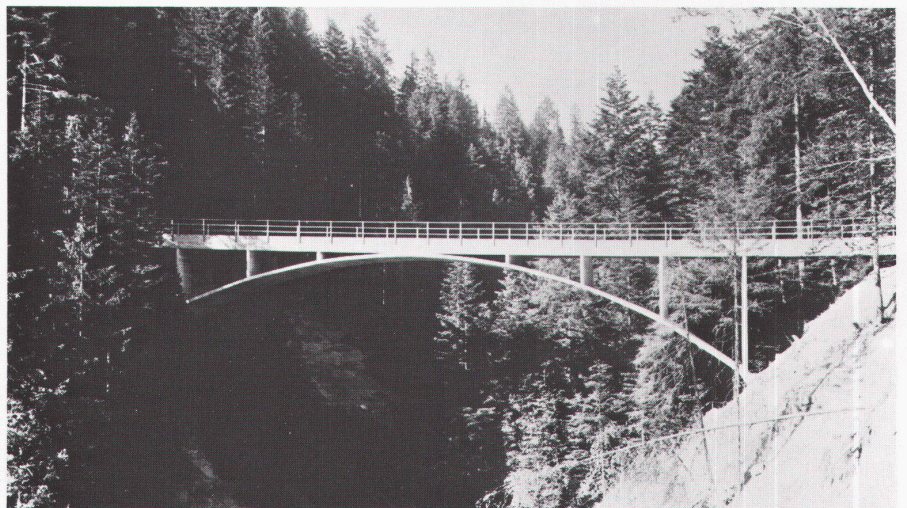
wurden die grossartigsten Brücken von Ingenieuren erbaut. Das Haus hingegen ist der Prototyp der architektonischen Kunst, die keinen Berufsingenieur benötigt. Zwischen diesen beiden Extremfällen gibt es viele andere Beispiele von Ingenieurkunst; einige der besten unter ihnen stammen von Maillart. Ich werde kurz von seinen Brücken sprechen, dann von seinen dünnwandigen Schalen und schlussendlich in detaillierterer Weise von seinem Satteldachentwurf für die Magazzini Generali in Chiasso.

Maillart und die Betonbrücke

Maillart verwendete erstmals zwei Hauptformen der Betonbrücke – den *Kastenträger* und den *versteiften Stabbogen*. Seine erste Kastenträgerkonstruktion entwarf er 1901 für die Brücke von Zuoz.

Danach verwendete er sie auch für einige seiner eindrücklichsten Werke, wie zum Beispiel für die Salginatobel-Brücke im Jahre 1930 und die Brücke von Vessy im Jahre 1936.² Die Idee des hohlen Betonträgers wurde zu einer der Haupterneuerungen im Baubereich des 20. Jahrhunderts, und eine ungeheure Anzahl solcher Brücken wurde erbaut; es handelt sich dabei auch heute noch um eine der gebräuchlichsten Formen für Betonbrücken einer mittleren Spannweite.

Maillarts zweite neue Bauform, die durch die Fahrbahn versteifte Stabbogenbrücke, steht dem Satteldach von Chiasso näher, und ich werde deshalb diese Brückenform noch näher erläutern. Maillarts Ziel bei dieser Art von Entwurf war zunächst einmal die Konstruktion eines Bogens, der sehr dünn sein sollte, so



1 Gesamtansicht / Magazzini Generali, Chiasso, 1924 / Vue générale / General elevation view

2 3 Schwandbach-Brücke / Pont Schwandbach / Schwandbach bridge

dünn wie immer möglich, dann aber die Baukosten niedrigzuhalten, und zuletzt, eine Form zu schaffen, die die reine strukturelle Eleganz zum Ausdruck bringen würde. Im Jahre 1933 erzielte er dann mit der Schwandbach-Brücke seinen bekanntesten Entwurf dieses Stils. Sie weist keinerlei Verzierungen auf und kein Anzeichen von Formen, die von anderen Materialien herkommen als vom Eisenbeton selbst. Ihre Form ist ausserordentlich rational, und doch wurde sie vorher noch nie angewandt; es handelt sich unzweifelhaft um Maillarts eigenen, individuellen Stil: ein Werk reinen strukturellen Ingenieuriums und ein Meisterstück der Ingenieurkunst.

Am Beispiel der Schwandbach-Brücke können wir die drei wichtigsten visuellen Züge erkennen, die sich in allen Kunstwerken finden. Als erstes macht sich ein starker visueller Eindruck von *Dünne* geltend, die am Profil des Bogens und der Wandscheibe am besten erkannt werden kann (Bild 1), als zweites die Tatsache, dass alle Elemente der Form in einen einzigen Gesamtausdruck integriert wurden. Die Wandscheiben sind in ihrer Form trapezoid, um sowohl auf die Fahrbahn wie auch den Bogen jeweils an deren Kante aufzutreffen. Der Bogen folgt in seinem Grundriss der inneren Biegung der Fahrbahn, nicht aber deren äusserer Biegung. Auf diese Weise wird der innere Anblick glatt, und der äussere integriert sich in den der Wandscheiben (Bild 2). Diese *Integration* erweckt den Eindruck, dass hier eine einzige Entwurfs Persönlichkeit am Werke war. Drittens *kontrastiert* schlussendlich die Brücke in geradezu dramatischer Weise

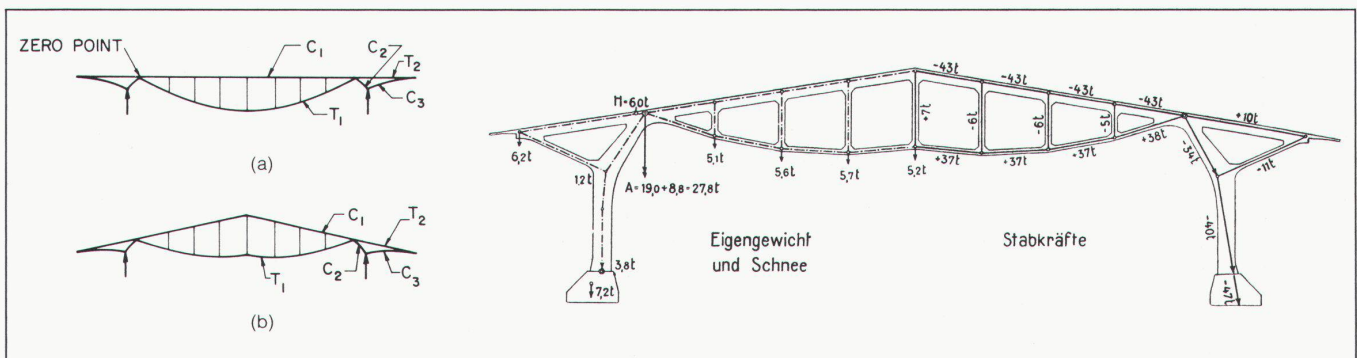
mit ihrer Umgebung. Die Brücke ist eindeutig Menschenwerk, ein Eingriff in die Natur, um diese zum Wohl der Bevölkerung zu strukturieren. Es ist kein Versuch, eine oberflächliche Harmonie von Materialien, Farben oder Formen zu erreichen, erkennbar. Diese Charakteristika sind für alle grossen Werke Maillarts typisch. Dies wird sowohl am Beispiel seiner Brückenbauten als auch an dem seiner originellsten Bauentwürfe deutlich.

Maillart und die dünnwandigen Schalen

Unter den vielen von Maillart entworfenen Bauformen ist die seiner Pilzdecken wohl die bekannteste. Schon 1910 entwarf und baute er das Lagerhaus von Giesshübel, bei welchem die Stützen nahtlos in die Platten über den gebogenen Kapitellen übergehen. Seine rationale Methode der Plattenarmierung und seine ästhetisch starken Kapitelle sind typisch für seine Fähigkeit der Meisterung alles Technischen bei der gleichzeitigen Schaffung eines Kunstwerkes.³ Kein Bauingenieur verstand besser als Maillart die Formen von Betonkonstruktionen, und keiner schuf Betonwerke von grösserer Eleganz. Seine Entwürfe im Bereich der wandigen Schalenbauten zeigen uns aber auch seine Beherrschung dieses Materials.⁴

Maillarts erster Entwurf nach der Gründung seiner Firma Maillart und Co., am 1. Februar 1902, war für ein Paar Wassertanks aus Beton, die als Gasometer für St.Gallen benützt wurden. Es handelte sich dabei um die zu jener Zeit grössten Wassertanks der ganzen Welt

aus Eisenbeton. Maillart entwickelte speziell dafür eine analytische Methode, die als erste gänzlich korrekte Annäherung an die Problematik der dünnwandigen Schalen aus Beton gelten muss. Seine Methode wurde denn auch von Europas leitendem, frühen Förderer des Eisenbetons, Fritz von Emperger, anerkannt, der Maillarts Entwurf und Analyse in seinem grossartigen *Handbuch für Eisenbetonbau*⁵ erwähnte. Für diese Tanks wurde weitaus weniger Material gebraucht, als in dem von der Stadt vorgeschlagenen Entwurf der Fall gewesen wäre, gegen den Maillart den Gegenvorschlag gemacht hatte, aber die Dünne der Konstruktion konnte visuell nicht sichtbar gemacht werden. Erst bei seiner letzten dünnwandigen Schalenkonstruktion, die ihn die letzten paar Monate seines Lebens am meisten beschäftigte, konnte Maillart auf ausdrucksstarke Weise die Schlantheit seines Baus ästhetisch ausdrücken. Wie bei allen anderen seiner wichtigeren Arbeiten gab Maillart diesem letzten Schalenbau – der Zementhalle der Zürcher Landesausstellung von 1939 – die Gestalt ohne jegliche Mithilfe anderer. Sie ist Ausdruck reiner Struktur; Struktur und Form sind in eine unlösliche Einheit integriert. Dieser Bau war nicht nur überraschend dünn und originell in bezug auf seine Form, sondern auch erstaunlich stark. Professor Mirko Roš prüfte die Schale bis zu deren Zerstörung unter Maillarts eigenen Augen, und Roš' Bericht bezeugt eindeutig und klar die hohe Qualität dieser einzigartigen Form, die Maillart geschaffen hatte.⁶





5

Das Satteldach von Chiasso

Wie schon Maillarts Pilsdecken und dünnwandige Schalen ist auch sein Satteldach in Chiasso genauso beispielhaft für Ingenieurkunst, im Gegensatz zu architektonischer Kunst. In all diesen Fällen stammt die Form allein aus der Imagination des Ingenieurs, und seine äussere Erscheinung verdankt nichts irgendwelchen vorindustriellen Formen. Wie immer in der reinen Ingenieurkunst ist auch hier die Funktion des Gebäudes sehr einfach und die Problematik der Lastenübernahme relativ. Im Falle eines Daches mit grosser Spannweite sind die zu lösenden strukturellen Probleme denen einer Brücke ähnlich, und so können in beiden Fällen auch ähnliche Formen zur Anwendung kommen.

In Chiasso scheint der erste Impuls zur einzigartigen Dachrahmenform aus Maillarts Vertrautheit mit einer speziellen Brückenform entstanden zu sein, die man vor allem entlang der Gotthardbahnlinie zwischen Zürich und Chiasso findet. Die Kerstelenbach-Brücke nahe bei Altdorf wurde beispielsweise in der

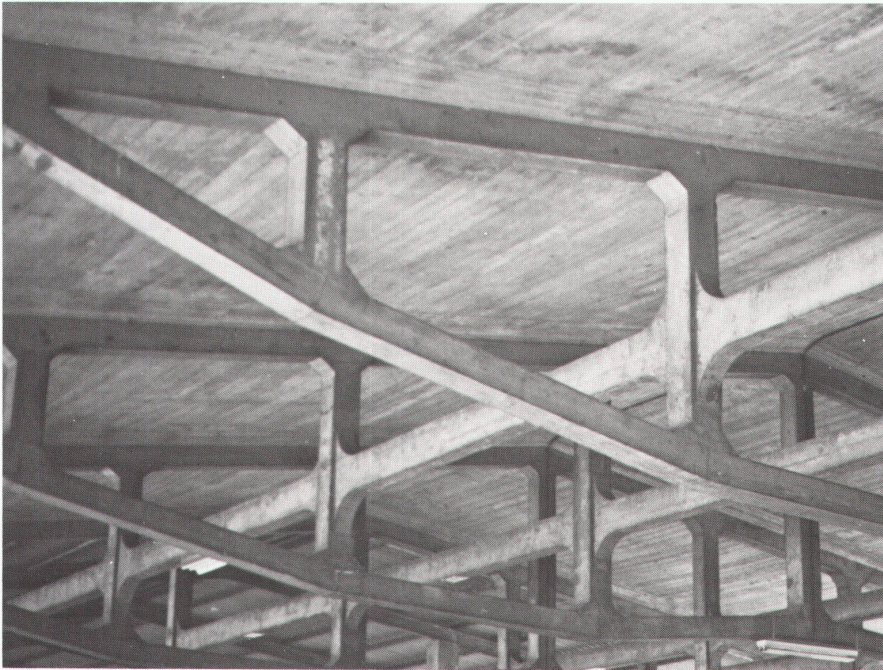
Form eines zweifeldrigen Fachwerkträgers konstanter Höhe im Jahre 1881 erbaut. 1908 wurde die Brücke dann allerdings, der steigenden Verkehrsbelastung wegen, verstärkt. Diese Verstärkung bestand im Beifügen eines hängenden Bogens unterhalb des Fachwerkträgers, so dass ein untergehängtes parabolisches Zugglied entstand und das alte Fachwerk zusätzlich als gerades Druckglied verwendet wurde. Wenn wir mit dieser Form spielen, die Maillart so oft betrachtete, können wir erkennen, wie er zum Entwurf des Daches in Chiasso gelangte, mit seinem Neigungswinkel und seiner geknickten parabolischen Form.⁷

Eine zweite Möglichkeit, den Ursprung dieser Form zu beschreiben, liegt darin, mit der Beschreibung des Diagramms des Biegemoments für einen einfachen Trägerbalken mit auskragenden Enden zu beginnen. Von diesem Diagramm (Bild 3) aus lässt sich eine direkte Verbindung zu Maillarts Entwurf finden.⁸ Beide Beschreibungen führen zur gleichen strukturellen Idee, nämlich zu der einer stark rationalen Basis. Diese

Basis war allerdings keineswegs die einzig mögliche, die rational gewesen wäre, oder auch nur die optimale. Es gibt nun einmal keinen wissenschaftlichen Weg, um die optimale Form in so einem Falle zu bestimmen. Alles, was wir mit Sicherheit aussagen können, ist, dass es verschiedene rationale Wahlmöglichkeiten für einen entwerfenden Ingenieur gibt und dass der gewählte Weg schlussendlich auf den Prinzipien der Ästhetik basieren sollte. Dies ist auch Maillarts Kriterium bei der Wahl aller seiner Hauptwerke gewesen. Nie zuvor hatte jemand eine solche Betonform entworfen wie damals im Jahre 1924 Maillart für sein Satteldach in Chiasso. Es handelt sich dabei um ein einzigartiges Werk ebenso wie um eine prototypische Illustration des Potentials in der Baukunst und dessen hauptsächlich visuellen Zügen.

4 Diagramm und Schnitt / Magazzini Generali, Chiasso / Diagramme et coupe / Diagram and section

5 Oberes Stützenende / Extrémité supérieure de l'appui / Upper end of support



6

Wiederum, wie bereits bei der Schwandbach-Brücke, können wir auch hier die drei beim Satteldach deutlich werdenden visuellen Charakteristika des Entwurfs erkennen, obwohl traurigerweise ein hässlicher Zusatz zum Dach uns daran hindert, die volle Einfallskraft Maillarts auch heute noch bewundern zu können. Zunächst wird dem Betrachter die ausdrucksstarke Schlankheit der untergezogenen Zugteile und der vertikalen Verbindungselemente zum geneigten Dach auffallen. Diese skelettartige Schlankheit ist, wenn auch umgekehrt, dem Bogen in Schwandbach vergleichbar ebenso wie dessen Wandscheiben im Profil (Bild 4). Wie in Schwandbach wurde die Schlankheit im Kontrast zu den steiferen Teilen oberhalb akzentuiert: bei der Fahrbahnverstärkung in der Brücke und bei der massiven Platte sowie der Rippe des Daches.

Das zweite visuelle Charakteristikum des Satteldachrahmens ist die Art und Weise, wie die Gesamtform sich innerhalb ihrer selbst und in bezug auf ihre Stützen integriert. Die gesamte eingeknickte, parabolische Form dominiert, und der nahtlose Übergang in das Beinahegelenk und dann in die auskragenden

Träger betont die Stärke des fachwerkähnlichen Hauptbogens und die ausgeglichene Balance der Stützenreaktion, die an Maillarts Auflager der Dreigelenkbogenbrücke erinnern. Diese Integration wird durch eine Verbreiterung der Tragpfeiler in der Längsrichtung noch verstärkt. Sie steifen das Ganze senkrecht zum Rahmen aus und reduzieren die grossen Spannungen, die sonst am oberen Stützenende auftreten würden (Bild 5). Das dritte visuelle Charakteristikum schliesslich besteht in dem starken Kontrast des Satteldachs zu seiner Umgebung. Obwohl Maillarts Entwurf nicht mehr direkt gesehen werden kann, kann man doch sagen, er vermeide jede Konzession an etwas aus der Umgebung. Er versucht nicht einmal hier, irgendeine Ähnlichkeit zu dem Pilzdeckenentwurf des angrenzenden Lagerhauses hervorzuheben. Die speziellen Probleme, die sich aus der Schaffung einer grossen Spannweite für das relativ leicht belastete Satteldach ergeben, führten Maillart auch dazu, sich nur mit diesem Problem abzugeben und so eine Form zu entwickeln, die zugleich rational und elegant war. So schuf er eines seiner vielen Baukunstwerke.

D. B.

Dank

Dieser Artikel umfasst eine kurze Zusammenfassung des Hauptthemas im Buch «Robert Maillarts Brücken: die Kunst des Ingenieurs» («Robert Maillart's Bridges: the Art of Engineering»), das 1979 von der Princeton University Press veröffentlicht wurde. In neuerer Zeit wurde es dann ausführlich in «Der Turm und die Brücke: die neue Kunst des Bauingenieurs» («The Tower and the Bridge: the New Art of Structural Engineering»/Basic Books Inc. 1983) besprochen. Die Forschungen, die zu diesem Werk führten, wurden vom «National Endowment for the Humanities», von dem «National Endowment for the Arts» und der «National Science Foundation» in den USA und dem «Schweizerischen Verein der Zement-, Kalk- und Gipsfabrikanten» (dank Herrn Dr. Hans Eichenberger), der «Eidgenössischen Technischen Hochschule» in Zürich (dank Herrn Professor Dr. Christian Menn) und der «Swiss Center Foundation» (dank Herrn Dr. Charles Ziegler) unterstützt. Mehr als irgend jemand anderem verdanke ich allerdings der Hilfe von Frau Marie-Claire Blumer-Maillart, ihrer grossherzigen Mitarbeit und ihrer unschätzbaren Art, mir einen fundamentalen Einblick in das Leben und die Ideen ihres Vaters zu ermöglichen. Sie ebenso wie ihr verstorbener Ehemann Eduard Blumer errichteten das Robert Maillart Archiv, das sie vor kurzem erst der ETH Zürich überliessen und das nun der Verwaltung von Dr. Beat Glaus untersteht.

Anmerkungen

- 1 Diese Tradition wurde in David P. Billingtons «The Tower and the Bridge: the New Art of Structural Engineering» (Basic Books Inc., New York, 1983) ausführlich besprochen.
- 2 Diese Entwicklungen wurden in David P. Billingtons «Robert Maillart's Bridges: the Art of Engineering» (Princeton University Press, Princeton, 1979) behandelt.
- 3 Robert Maillart: «Zur Entwicklung der unterzogenen Decke in der Schweiz und in Amerika» (Schweizerische Bauzeitung, Band 87, Nr. 21, S. 263–265).
- 4 David P. Billington: «Unknown Contributions of Robert Maillart to Thin Shell Concrete Structures», 71. Jahresbericht des Vereins Schweizerischer Zement-, Kalk- und Gipsfabrikanten, S. 64–72.
- 5 Für Maillarts Vorschlag und Entwurf: siehe das «Handbuch für Eisenbetonbau» Band III, herausgegeben von Fritz von Emperger, 1907, S. 410.
- 6 Mirko Roß: «Ergebnisse der Belastungsversuche an der Zementhalle der Schweizerischen Landesausstellung Zürich 1939», Bericht 99, Verein Schweizerischer Zement-, Kalk- und Gipsfabrikanten Zürich, 1940, S. 21–59.
- 7 Robert Maillarts Brücken, op. cit., S. 64–69.
- 8 Robert Mark, James K. Chiu und John Abel: «Stress Analysis of Historic Structures: Maillart's Warehouse at Chiasso», «Technology and Culture», Band 15, Nr. 1 (Januar 1974), S. 49–63.

6

Betonfachwerk / Treillis en béton / Concrete framework

Drei Pioniere der Ingenieurbaukunst

Robert Maillart, Eugène Freyssinet, Eduardo Torroja

Die Geschichte der modernen Ingenieurbauten schliesst an das Werk einiger Pioniere an, die sowohl die theoretische Basis der Statik als auch die Typologien der Formen entwickelt haben. Wer heute mit Eisenbeton arbeitet, kann drei Ingenieure nicht ignorieren: Maillart und sein Versuch, die statischen Kräfte in Formen zu übersetzen; Freyssinet und seine Erfindung des vorgespannten Eisenbetons, welcher die Voraussetzungen für die Vorfabrikation schuf; Torroja und seine Experimente mit Schalen, welche die Räume definieren.

Robert Maillart, Eugène Freyssinet, Eduardo Torroja

L'histoire des constructions modernes construites par les ingénieurs s'appuie sur l'œuvre de quelques pionniers qui ont développé aussi bien la base théorique de la statique que la typologie des formes. Celui qui travaille aujourd'hui avec le béton armé ne peut ignorer trois ingénieurs: Maillart et son souci de traduire les formes statiques en formes; Freyssinet et sa découverte du béton précontraint, condition préalable à la préfabrication; Torroja et ses expériences sur les coques définissant les espaces.

Robert Maillart, Eugène Freyssinet, Eduardo Torroja

The history of modern engineering constructions carries on from the work of a number of pioneers who developed both the theoretical basis of structural analysis and the typologies of design. Whoever works with reinforced concrete cannot ignore three engineers: Maillart and his attempt to translate static forces into shapes; Freyssinet and his invention of pre-stressed concrete, which created the basis for prefabrication; Torroja and his experiments with shell constructions, which define spaces.

