



**Stefan Polónyi. Tragende Linien – tragende Flächen/
Bearing Lines – Bearing Surfaces**

160 pp. with 200 illus., 242 x 297,5 mm, hard-cover, German/
English

ISBN 978-3-936681-58-1

59.00 Euro, £ 49.00, US \$ 79.00, \$A 89.00

Since the 1950s Stefan Polónyi has realized a large number of buildings of all kinds from his Cologne office, working with famous architects all over the world. In his view, load-bearing structure, form and function have to form an indissoluble entity, and thus create an aesthetic appearance: beauty feeds on structural consistency. Very few civil engineers have made claims of this kind. Architects who have worked with Polónyi see this ambitious claim as something that has enriched their own design process. First of all Polónyi, working with Josef Lehmbruck and Fritz Schaller, developed bold folded structures and shells for church buildings, and this at a time before static calculations were not done by computer, but a lot of things still had to be tried out in model form. Polónyi cooperated closely with Oswald Mathias Ungers on the Galleria for the Frankfurter Messe, among other projects. He made the flying roof for Axel Schultes' Kunstmuseum Bonn possible, supported by a row of irregularly placed columns, and also the undulating metal ceiling in the auditorium of Rem Koolhaas' Nederlands Dans Theater and the umbrella-like roofing for the approach tracks in Cologne's main station.

Polónyi's bridges, built from the 1990s in the Ruhr District, have become landmarks in the meantime with their red curved tubes as a structural and aesthetic element. Today he creates his bridges as buildings over the river, so-called Living Bridges.

Polónyi's wide range of professional experience had a considerable bearing on his teaching at Berlin and Dortmund Technical Universities. Working with architects Harald Deilmann and Josef Paul Kleihues, Polónyi established the »Dortmund Model for the Building Sciences«. It provides joint training for architects and civil engineers in a single faculty.

The present book is appearing to accompany the exhibition of the same name in the »Dortmunder U«. The essays address specific aspects of Polónyi's work. So Karl-Eugen Kurrer and Ulrich Pfammatter look at the development of structural analysis and the resultant distinction drawn between the professional territories of the civil engineer and the architect. Patrik Schumacher, partner in Zaha Hadid's practice, represents a current position in terms of cooperation between the two disciplines. Katrin Lichtenstein's account of the Dortmund Model and Atilla Ötes' view of the current study situation consider the effect on training and teaching. Sonja Hnilica analyses the folding systems and shells in the church projects, and Polónyi presents his bridges, including the designs for the Living Bridges.

Ursula Kleefisch-Jobst and Peter Köddermann from the M:AI Museum für Architektur und Ingenieurkunst NRW and Katrin Lichtenstein and Wolfgang Sonne from the A:AI Archiv für Architektur und Ingenieurbaupunkst NRW at the TU in Dortmund represent the cooperation that has taken place between the two institutions for the exhibition and the present book.

Distributors

Brockhaus Commission
Kreidlerstraße 9
D-70806 Kornwestheim
Germany
tel. +49-7154-1327-33
fax +49-7154-1327-13
menges@brocom.de

Buchzentrum AG
Industriestraße Ost 10
CH-4614 Hägendorf
tel. +41-062 209 26 26
fax +41-062 209 26 27
kundendienst@buchzentrum.ch

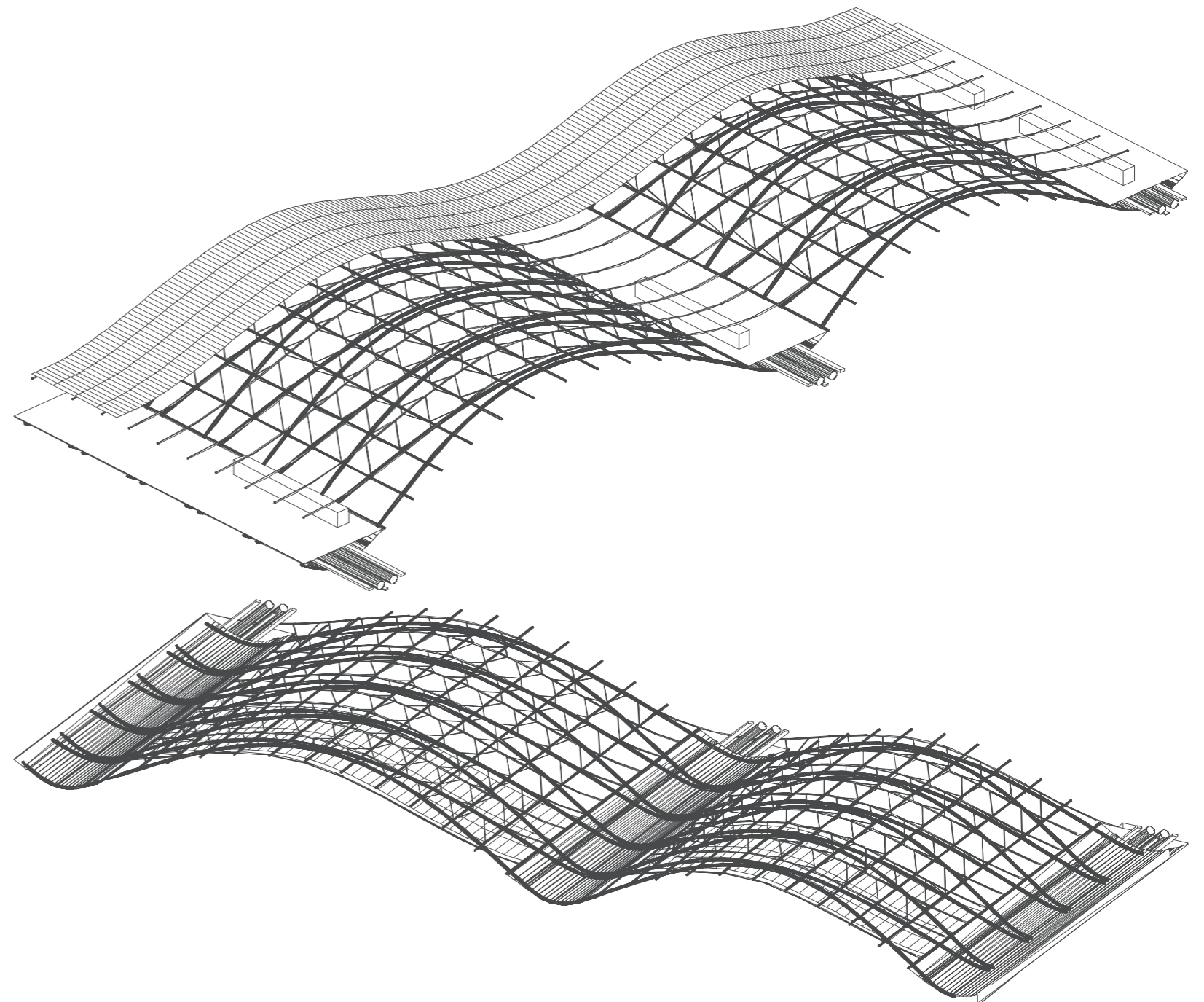
Gazelle Book Services
White Cross Mills
Hightown
Lancaster LA1 4XS
United Kingdom
tel. +44-1524-68765
fax +44-1524-63232
sales@gazellebooks.co.uk

National Book Network
15200 NBN Way
Blue Ridge Summit, PA 17214
USA
tel. +1-800-4626420
fax +1-800-3384550
custserv@nbnbooks.com

DA Information Services
648 Whitehorse Road
Mitcham, VIC 3132
Australia
tel. +61-3-9210 7859
fax +61-2-8778 7788
books@dadirect.com

Stefan Polónyi

Tragende Linien – tragende Flächen Bearing Lines – Bearing Surfaces



Stefan Polónyi

Tragende Linien – tragende Flächen
Bearing Lines – Bearing Surfaces

Menges

Seit den 1950er Jahren hat Stefan Polónyi zusammen mit bekannten Architekten weltweit von seinem Kölner Büro aus eine Fülle von unterschiedlichsten Bauwerken realisiert. Nach seinem Verständnis müssen Tragwerk, Form und Funktion eine unauflösbare Einheit eingehen und so zu einer ästhetischen Anmutung führen: Die Schönheit speist sich aus konstruktiver Konsequenz. Nur wenige Bauingenieure haben einen solchen Anspruch formuliert. Das ist nicht nur auf Anerkennung, sondern auch auf Ablehnung in der eigenen Zunft gestoßen. Architekten aber, die mit Polónyi zusammengearbeitet haben, haben diesen hohen Anspruch immer als eine Bereicherung des eigenen Entwurfsprozesses verstanden. So waren es zunächst kühne Faltwerke und Schalenkonstruktionen, die Polónyi zusammen mit Josef Lehmbrock und Fritz Schaller für Kirchenbauten entwickelte, und dies in einer Zeit, in der die statischen Berechnungen noch nicht mit dem Computer erfolgten, sondern vieles nur am Modell erprobt werden konnte. Polónyi arbeitete eng mit Oswald Mathias Ungers zusammen, unter anderem an der Galleria für die Frankfurter Messe.

Polónyis Brücken, die ab den 1990er Jahren im Ruhrgebiet entstanden sind, sind mit ihren roten gebogenen Rohren als konstruktives und ästhetisches Moment mittlerweile zu Landmarken geworden. Heute entwickelt Polónyi Brücken als Gebäude über den Fluß, sogenannte Living Bridges.

Polónyis vielfältige Berufserfahrungen flossen ein in seine Lehre an den Hochschulen in Berlin und Dortmund. Gemeinsam mit den Architekten Harald Deilmann und Josef Paul Kleihues begründete Polónyi das bis heute vielbeachtete »Dortmunder Modell Bauwesen«. Es sieht die gemeinsame Ausbildung von Architekten und Bauingenieuren an einer Fakultät vor.

Das vorliegende Buch erscheint anläßlich der gleichnamigen Ausstellung im »Dortmunder U«. Die Beiträge beschäftigen sich mit spezifischen Aspekten im Werk von Polónyi und setzen diese in einen historischen Kontext. So betrachten Karl-Eugen Kurrer und Ulrich Pfammatter die Entwicklung der Baustatik und die daraus resultierende Ausdifferenzierung der Berufsfelder des Bauingenieurs und des Architekten. Patrik Schumacher, Partner von Zaha Hadid, vertritt eine aktuelle Position der Zusammenarbeit der beiden Disziplinen. Die Auswirkung auf Ausbildung und Lehre betrachten Katrin Lichtenstein in ihrer Darstellung des Dortmunder Modells Bauwesen und Atilla Ötes mit Blick auf die derzeitige Studiensituation. Sonja Hnilica analysiert die ungewöhnlichen Faltwerke und Schalen in den Kirchenprojekten, und Polónyi stellt seine Brücken vor bis hin zu den Entwürfen seiner Living Bridges. Eine Übersicht über die bisherigen Bauwerke von Polónyi schließt das Buch ab.

Ursula Kleefisch-Jobst und Peter Köddermann vom M:AI Museum für Architektur und Ingenieurkunst NRW und Katrin Lichtenstein und Wolfgang Sonne vom A:AI Archiv für Architektur und Ingenieurbaukunst NRW der TU Dortmund vertreten die Kooperation der beiden Institutionen für die Ausstellung und das vorliegende Buch.

Since the 1950s Stefan Polónyi has realized a large number of buildings of all kinds from his Cologne office, working with famous architects all over the world. In his view, load-bearing structure, form and function have to form an indissoluble entity, and thus create an aesthetic appearance: beauty feeds on structural consistency. Very few civil engineers have made claims of this kind. This has met with both acceptance and rejection from his own fraternity. But architects who have worked with Polónyi also see this ambitious claim as something that has enriched their own design process. First of all Polónyi, working with Josef Lehmbrock and Fritz Schaller, developed bold folded structures and shells for church buildings, and this at a time before statical calculations were not done by computer, but a lot of things still had to be tried out in model form. Polónyi cooperated closely with Oswald Mathias Ungers on the Galleria for the Frankfurter Messe, among other projects. He made the flying roof for Axel Schultes' Kunstmuseum in Bonn possible, supported by a row of irregularly placed columns, and also the undulating metal ceiling in the auditorium of Rem Koolhaas' Nederlands Dans Theater and the umbrella-like roofing for the approach tracks in Cologne's main station.

Polónyis bridges, built from the 1990s in the Ruhr District, have become landmarks in the meantime with their red curved tubes as a structural and aesthetic element. Today he creates his bridges as buildings over the river, the so-called Living Bridges.

Polónyis wide range of professional experience had a considerable bearing on his teaching at Berlin and Dortmund Technical Universities. Working with architects Harald Deilmann and Josef Paul Kleihues, Polónyi established the »Dortmund Model for the Building Sciences«, which is still highly esteemed today. It provides joint training for architects and civil engineers in a single faculty.

The present book is appearing to accompany the exhibition of the same name in the »Dortmunder U«. The essays address specific aspects of Polónyis work and place them in a historical context. So Karl-Eugen Kurrer and Ulrich Pfammatter look at the development of structural statics and the resultant distinction drawn between the professional territories of the civil engineer and the architect. Patrik Schumacher, partner in Zaha Hadid's practice, represents a current position in terms of cooperation between the two disciplines. Katrin Lichtenstein's account of the Dortmund Model for the Building Sciences and Atilla Ötes' view of the current study situation consider the effect on training and teaching. Sonja Hnilica analyses the unusual folding systems and shells in the church projects, and Polónyi presents his bridges, including the designs for the Living Bridges. A first full list of Polónyis previous buildings concludes the book, as a basis for further historical research.

Ursula Kleefisch-Jobst and Peter Köddermann from the M:AI Museum für Architektur und Ingenieurkunst NRW and Katrin Lichtenstein and Wolfgang Sonne from the A:AI Archiv für Architektur und Ingenieurbaukunst NRW at the TU in Dortmund represent the cooperation that has taken place between the two institutions for the exhibition and the present book.

059.00 Euro
049.00 £
079.00 US \$
089.00 \$A

ISBN 978-3-936681-58-1

5 5 9 0 0

9 783936 681581

Stefan Polónyi

Tragende Linien – tragende Flächen
Bearing Lines – Bearing Surfaces

herausgegeben von
edited by

Ursula Kleefisch-Jobst
Peter Köddermann
Katrin Lichtenstein
Wolfgang Sonne

Edition Axel Menges

7	Heinrich Bökamp Grußwort	7	Heinrich Bökamp Welcoming address
8	Vorwort	9	Foreword
10	Klaus Bollinger Stefan Polónyi – Ingenieur, Lehrer, Denker	11	Klaus Bollinger Stefan Polónyi – engineer, teacher, thinker
14	Ulrich Pfammatter Architekt und Ingenieur. Historische Entwicklung der beiden Berufe	15	Ulrich Pfammatter Architect and Engineer. The historical evolution of the two professions
26	Patrik Schumacher Tektonik – die Differenzierung und Symbiose von Architektur und Ingenieurwesen	27	Patrik Schumacher Tectonics – the differentiation and collaboration of architecture and engineering
34	Karl-Eugen Kurrer Stefan Polónyi und die konstruktionsorientierte Baustatik	35	Karl-Eugen Kurrer Stefan Polónyi and the construction-orientated theory of structures
46	Ursula Kleefisch-Jobst Einfühlsamer Partner. Über die Zusammenarbeit von Stefan Polónyi mit unterschiedlichen Architekten	47	Ursula Kleefisch-Jobst Perceptive partner. On the collaboration of Stefan Polónyi with various architects
52	Stefan Polónyi Entwerfen von Brücken. Von Fußgängerbrücken bis zu Gebäuden über dem Fluß	53	Stefan Polónyi Designing bridges. From footbridges to buildings over the river
58	Sonja Hnilica Tragwerk und Transzendenz. Kirchenbauten von Stefan Polónyi	59	Sonja Hnilica Structure and transcendence. Churches by Stefan Polónyi
68	Katrin Lichtenstein Architekt und Ingenieur. Harald Deilmann und Stefan Polónyi – kongeniale Partner im Dortmunder Modell Bauwesen	69	Katrin Lichtenstein Architect and engineer. Harald Deilmann and Stefan Polónyi – congenial partners in the Dortmund Model for the Building Sciences
76	Atilla Ötes Das Dortmunder Modell Bauwesen	77	Atilla Ötes The Dortmund Model for the Building Sciences
78	Peter Köddermann Vom Möglichen und Unmöglichem, Linien und Flächen darzustellen	79	Peter Köddermann About the possibility and impossibility of depicting lines and surfaces
82	Bettina Brune Tragende Linien – tragende Flächen	83	Bettina Brune Bearing lines – bearing surfaces
88	Beispiele Konstruktionen aus tragenden Linien 88 – Konstruktionen aus tragende Flächen 114	88	Examples Structures consisting of bearing lines 88 – Structures consisting of bearing surfaces 114
144	Werkverzeichnis	144	Work list

© 2012 Edition Axel Menges, Stuttgart / London
ISBN 978-3-936681-58-1 Buchhandelsausgabe / Book-trade edition
ISBN 978-3-936681-59-8 Katalogausgabe / Catalogue edition

Alle Rechte vorbehalten, besonders die der Übersetzung in andere Sprachen.
All rights reserved, especially those of translation into other languages.

Druck und Bindearbeiten / Printing and binding:
Graspo CZ, a.s., Zlín, Tschechische Republik / Czech Republic

Editing: Nora Krehl-von Mühlendahl
Design: Axel Menges

Ulrich Pfammatter

Architekt und Ingenieur. Historische Entwicklung der beiden Berufe

Wolfgang Sonne gewidmet

Einführung

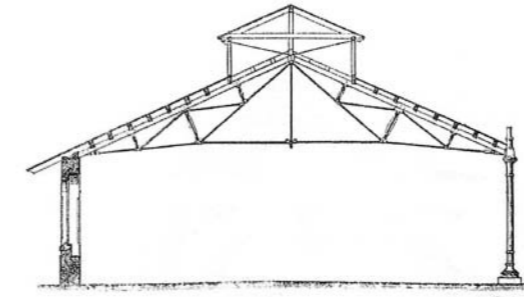
Stefan Polónyi gehört mit Eduardo Torroja, Heinz Isler, Peter Rice und etwa Cecil Balmond zu denjenigen Ingenieuren, die sich genuin mit architektonischen Grundfragen des Raumes und der Raumumschließung beschäftigten und beschäftigten. Sie beeinflussen damit das Denken der Ingenieure bzw. das Denksystem der Ingenieurbaukunst, lösen es aus dem traditionellen Rollenverständnis heraus und verleihen ihm eine heute entscheidende Zukunftsperspektive. Im Kern wird für Stefan Polónyi der Ingenieur durch den Entwurfsprozeß stärker herausgefordert als durch den statischen Nachweis: »Der Ausdruck ›Statiker‹ beschreibt über die bloße Berufsbezeichnung hinaus recht präzise auch das Berufsverständnis; er besagt, daß der betreffende Ingenieur sich auf den statischen Nachweis beschränkt und den wesentlichen Teil seiner Aufgabe, den Tragwerksentwurf, dem Architekten überläßt.«¹

Die zitierte Feststellung von Stefan Polónyi charakterisiert in einem Satz die traditionelle Rollenverteilung zwischen Architekt und Ingenieur. Üblicherweise werden in der Geschichtsschreibung die Schulen des 19. Jahrhunderts dafür verantwortlich gemacht, daß sie diesen »Sündenfall«, nämlich die Trennung der Disziplinen, voll-

zogen hätten. Viel stärker erfolgte diese jedoch ab der Wende zum 20. Jahrhundert durch neue komplexe Aufgaben und »unsichtbare« statisch-dynamische Leistungsanforderungen etwa bei Hochhäusern (Windkräfte), erdbebenresistenter Bauweise und vorgespannten Tragwerken (Beton, Glas, hybride Systeme u. a.). Gegenüber dem visuell geschulten Auge des Architekten besitzt das »innere Auge« des Ingenieurs unverzichtbare Vorteile einer »konstruktiven Imagination«.²

Pionierzeit: französische Schulkulturen als Vorbilder amerikanischer und europäischer Entwicklungen

Die Tatsache, daß der 1671 in Paris gegründeten Académie royale d'architecture 80 Jahre später die École nationale des ponts et chaussées (1747) als erste veritable Ingenieurschule folgte, verführt natürlich zur Behauptung, daß damit der Bruch der ganzheitlichen Ausbildung zum »Baumeister« erwiesen sei. Diese These läßt sich so scharf nicht aufrechterhalten. Denn es war immer so, daß an den frühen Architekturschulen Konstruktionstechnik und Materialität ebenso ein Ausbildungsthema waren wie in den Pionierschulen der Ingenieure architektonische Gestaltungsfragen.³ Auch die zweite Generation der Schulen wie etwa die nach der Französischen Revolution 1794/95 gegründete École polytechnique, die »Vorkurse« für weiterführende wissenschaftlich-technische und militärische Hochschulen anbot, als auch



Ulrich Pfammatter

Architect and Engineer. The historical evolution of the two professions

Dedicated to Wolfgang Sonne

Introduction

Stefan Polónyi belongs with Eduardo Torroja, Heinz Isler, Peter Rice and perhaps Cecil Balmond to those engineers, who genuinely concerned and concern themselves with the basic architectural questions of space and its enclosure. Thereby they influence the way engineers are thinking, as well as the system of deductive reasoning in civil engineering, which they detach from its traditional role concept and impart it with a decisive perspective for our future. For Stefan Polónyi the engineer is much more challenged by the design process than the structural analysis: »The term ›stress analyst‹ describes beyond the professional definition very well the professional understanding of its limitation to the proof of stability, leaving the structural concept up to the architect.«¹

The quotation from Stefan Polónyi characterizes in one sentence the traditional role allocation between architect and engineer. History tells us normally that the schools of the 19th century are to blame for the wrong step of separating these professions. However it was much more induced at the turn of the 20th century by complex new tasks, such as »hidden« dynamic requirements of high-rise buildings (windloads), quakeproof design or prestressed structures (concrete, glass, hybrid systems etc.) Compared with the visually trained eye of the architect, the »inner eye« of the engineer possesses indispensable advantages of »structural imagination«.²

Pioneering time: French educational culture as model for American and European developments

The fact that the Académie royale d'architecture founded in 1671 in Paris was followed 80 years later by the École nationale des ponts et chaussées (1747) as the first veritable engineering college, misleads us to the contention, that this is the proof of the rupture of integrated education of master builders. This assumption cannot be upheld fully. Since ever, earlier schools of architecture included structures and materials in their curriculum, as also the sappers' schools for engineers addressed questions of architectural design.³ Also the second generation of schools, such as the École polytechnique, established after the French Revolution 1794/95, offered introductory courses of technical sciences to military colleges. Or the École Centrale des Arts et Manufactures, founded in Paris at the end of the Restoration period 1829/30, did not separate the disciplines. To the contrary, they trained architects and engineers for the modern industrial age and served as examples for other pioneers' colleges (e.g. Karlsruhe and Zurich). Above all the École Centrale was the most important multidisciplinary training center for architects, engineers, and specialists in materials or railroads. Their motto »la science est une« and the »figura« of the curriculum illustrate the intent to avoid the division of building disciplines.⁴ (Illus. 1.)

1. Curriculumvergleich. (G. S. Emmerson, 1973, S. 154 f.)

2. Diplomarbeit von Camille Polonceau an der École Centrale, 1837. (B. Lemoine, M. Mimram, Hg., 1995, S. 21.)

1. Comparison of curricula. (G. S. Emmerson, 1973, pp. 154 f.)

2. Camille Polonceau's thesis at the École Centrale 1837. (B. Lemoine, M. Mimram, eds., 1995, p. 21.)

It is not surprising that at this school Camille Polonceau invented in his thesis of 1837 a structural system, which shaped all large hall structures of the 19th century and marked the image of the industrial steel-and-glass epoch. Polonceau girders became part of building-art history, they determined the dynamic spaces of the newly communicative society: railroad stations and market halls, expo pavilions and industrial workshops. At the same time – unknowingly – Polonceau paved the way for »graphic statics«, basing his constructions on triangles with low-stress tie bars, their evident logic comprehensible for architects, who could read geometric figures. Furthermore this concept could be used later for calculating and dimensioning compressive and tensile members of a structural system.⁵ (Illus. 2, 3.)

But also Jean-Nicolas-Louis Durand, the first modern teacher of architecture at the École polytechnique, helped to sustain the oneness of the two disciplines. With the introduction of the invisible modular grid, the Vitruvian measuring system⁶, based on scaling and touching, was overcome. With it he provided a »Copernican change« for traditional school methods. By considering questions of structure and composition as equally important, he gave old, style-based schools a constructive »skeleton«, which made them fit for the industrial future. (Illus. 4.)

It was the industrial challenge and the complexity of building tasks, which defined the common design space for architects and engineers. The organization of structural typologies, e.g. enveloping surfaces, the »industrial design« of exposed joints, cables, anchors, nodal points etc., and the treatment of the interaction of massive, built-up parts with light, milled-iron or steel constructions could not be imagined without the exchange of knowledge and techniques and the respect between the professional fields. For this reason instructors from the Académie or the École d'architecture were engaged for drawing courses at the École polytechnique. On the other hand, students of the Académie referred to teaching materials, which were developed by J.-N.-L. Durand for the École polytechnique. Until 1968 they were used at the École des beaux-arts!

Thanks to personal contacts with the French model and a school of thought based on a pervasive scientific-technical and industrially orientated universal teaching concept, which grew out of the European and American pioneering schools, those alumnae and protagonists still exert their influence as a world-wide »lobby scientifique«.

The development around and after 1900

After the devastating fire of 1871 William Jenney's Fair Building in Chicago (1891) was introduced as a new type of building: the skyscraper with a steel frame, covered by fire-retarding terracotta. The simultaneously constructed Havemeyer Building in New York by George Post constitutes the counterpart with an inner steel frame and a massive external supporting wall, which could be treated as such. Here the factual-economic skyscrapers of the »western architects and engineers«, there the proponents of Beaux-Arts on the east coast. The high-rise building elevated the engineers to specialists of a new structural typology and re-

École Centrale 1850	Rensselaer 1849-50	MIT 1865	Univ. of Illinois 1867
First Year			
Descrip. Geo. Math. Anal. Mech. Kinematics Gen. Chem. Hygiene & Nat. Hist. Drawing	Alg., Geo., Trig. Gen. Physics Geo. Drawing English Foreign Lang. Surveying Botany	Alg., Sol. Geo., Trig. El. Mech. Drawing English Foreign Lang. Inorg. Chem.	Calcu., Geo., Trig. Descrip. Geo. Eng. or Foreign Language History Botany
Second Year			
Descrip. Geo. Mechanics Mat. of Constr. Industr. Phy. Anal. Chem. Chem. of Indust. Minerals Geology Pub. Works Mfg. (Iron & Steel) Tech. (Cordage, tex., mat., cutting of wood & stone, etc.)	Anal. Calcu. Gen. Phy. Chem. Des. Geo. Mech. Draw. Topograph. & Hydrograph. Surv. English Foreign Lang. Mineralogy Zoology Geology	Anal. Calcu. Physics Chemistry Descrip. Geo. Mach. & Freehand Surv.—plane English Foreign Lang. Astron., Nav.	Anal. Calcu. Descrip. Geo. Surveying
Third Year			
Hydrostat. Constr. of Mach. Steam Eng. Chem. Prep. & Org. Anal. Industr. Org. Chem. Mining Archit. Furnaces & Foundries Tech. (Mills, oil making, spinning, felting, potteries, etc.) Railways	Calcu., Anal. & Applied Mech. Spher. Astron. Surv.—roads, railroads & canals Descrip. Geo.—mason and carp. Physics English Drawing plans, etc. Foreign Lang. Computation of earth work and mason. Hydrograph. Surv.	Mech. Prac. Astron. Geodesy—Trig., railroad & mine surv. Descrip. Geo.—persp., topograph. draw., stereo. Industr. Physics English Pract. Geo. Constr.—theo. of struct. bridg., hydraul., railways Mining Metallurgy Philosophy of Mind	Foreign Lang. Cal., Anal. Mech. Descrip. Geo. Railroad Surv. Shades, Shadows, Persp. Physics Chemistry



die am Ende der Restaurationsperiode, 1829/30, ebenfalls in Paris gegründete École Centrale des Arts et Manufactures, trennten die Disziplinen nicht. Im Gegenteil. Und sie waren es, die sowohl Architekten und Ingenieure für das moderne industrielle Zeitalter ausbildeten als auch als Vorbilder für weitere Pionierschulen (z. B. in Karlsruhe und Zürich) dienten. Insbesondere die École Centrale war die wichtigste multidisziplinäre Ausbildungsstätte für Architekten, Ingenieure, Materialtechnologen und Eisenbahnspezialisten. Sowohl ihr Motto – »la science est une« – als auch ihre curriculare »Figura« verdeutlichten die Absicht, die Trennung der Baudisziplinen zu vermeiden.⁴ (Abb. 1.)

Es erstaunt nicht, daß an dieser Schule ein Camille Polonceau in seiner Diplomarbeit 1837 ein Tragsystem erfand, welches die großen Hallenbauten des ganzen 19. Jahrhunderts und somit eine wesentliche Bilderwelt der industriellen Epoche aus Eisen und Glas prägte. Der »Polonceau-Binder« ist in die Baukulturgeschichte eingegangen und bestimmte den dynamischen Raum der neuen kommunikativen Gesellschaft: Bahnhof- und Markthallen, Expo-Pavillons und industrielle Werkstätten. Zugleich war Polonceau – noch unbewußt – Wegbereiter der »graphischen Statik«, indem seine Konstruktion auf Dreiecken aufgebaut und mit unterspannenden Zugstäben versehen war, so daß ihre evidente Logik auch von Architekten verstanden und nachvollzogen werden konnte, die auf geometrische Figuren ansprechbar waren. Außerdem war dieses materielle Konzept geeignet für die spätere Berechnung und Bemessung der Druck- und Zugglieder in einem Tragsystem.⁵ (Abb. 2, 3.)

Aber auch der erste moderne Architekturlehrer an der École polytechnique, Jean-Nicolas-Louis Durand, leistete eine entscheidende Brückenhilfe für die Einheit der Disziplinen. Er überwand mit der Einführung des nicht physisch wahrnehmbaren Rasterystems das vitruvianische, materiell meß- und haptisch spürbare Maßsystem.⁶ Damit ermöglichte er der traditionellen Methodikschule eine »kopernikanische Wende«. Indem er konstruktive und kompositorische Fragen als gleichwertig betrachtete, verpaßte er den alten Stilschulen ein kon-

struktives »Knochengelüst« und befähigte sie, sich in der industriellen Zukunft zu bewähren. (Abb. 4.)

Es waren gerade die industrielle Herausforderung und die Komplexität der Bauaufgaben, die einen gemeinsamen Gestaltungsraum für Architekt und Ingenieur definierten. Die Ausgestaltung konstruktiver Typologien, z. B. raumabschließender Flächen, das »industrial design« sichtbarer Gelenke, Spannkabel, Verankerungen, Verbindungsknoten u.v.m., und die Bearbeitung von Schnittstellen etwa zwischen massiven, gemauerten und leichten, gewalzten Eisen- oder Stahlkonstruktionen war ohne den Austausch von Wissen und Techniken und ohne Respekt zwischen den Disziplinen undenkbar. Aus diesem Grunde hatte man an der École polytechnique Dozenten der Académie oder der École d'Architecture für Zeichenkurse verpflichtet. Umgekehrt verwendeten die Studenten der Akademie auch die Lehrmittel von J.-N.-L. Durand, die er für die École polytechnique entwickelte. An der École des beaux-arts waren sie bis 1968 im Gebrauch!

Unter den europäischen und amerikanischen Schulen der Pionierzeit entwickelten sich nach den französischen Vorbildern dank personeller Verknüpfungen eine durchdringende wissenschaftlich-technische und industriell orientierte Denkschule und universelle Schulkultur, deren Angehörige, nicht zuletzt über die Alumnis, weltweit als »lobby scientifique« wirkten und noch heute wirken.

Die Entwicklung um und nach 1900

Während William Jenney's Fair Building in Chicago (1891) als Reaktion auf das verheerende Feuer von 1871 einen neuen Bautypus, den Skyscraper, mit einer Stahlrahmenkonstruktion repräsentiert, die feuerhemmend mit Terracottaplatten verkleidet wurde, bildet das gleichzeitig errichtete Havemeyer Building von George Post in New York (1891/92) das Gegenstück mit einem inneren Stahlgerüst und einem äußeren verkleidungs- und ornamentierfähigen zweiten massiven Tragwerk. Dort die sachlich-ökonomischen Hochhäuser der »Western Architects and Engineers«, hier die Ver-

3. Gare d'Austerlitz, Paris, 1869, mit einem »Polonceau«-Tragwerk und einer Spannweite von 52.55 m; Architekt: Pierre-Louis Renaud, Ingenieur: Louis Sévène. (B. Lemoine, M. Mimram, Hg., 1995, S. 160.)

4. Jean-Nicolas-Louis Durand, Vorlagenblatt »Marche à suivre« im Lehrbuch *Précis des leçons d'architecture données à l'École royale polytechnique*, 1813 in das 1802–05 erstmals herausgegebene Lehrbuch eingefügt. (J.-N.-L. Durand, 1802–05, 2. Teil, Pl. 21.)

3. Gare d'Austerlitz, Paris, 1869, with a 52.55 m span Polonceau structure; architect: Pierre-Louis Renaud, engineer: Louis Sévène. (B. Lemoine, M. Mimram, eds., 1995, p. 160.)

4. Jean-Nicolas-Louis Durand, model drawing »Marche à suivre« in the textbook *Précis des leçons d'architecture données à l'École royale polytechnique*, added in 1813 to the textbook first published in 1802–1805. (J.-N.-L. Durand, 1802 to 1805, part 2, pl. 21.)

duced the architects to designers of wrappings. The common design area was space: for the engineers the structural, for the architects the artistic delimitation of space.

The second challenge of the engineers around 1900 was the creation of earthquake proof construction. After wind loads, tremors induced the second horizontal force on a building. Unfortunately scarcely documented, Frank Lloyd Wright's Imperial Hotel in Tokyo (1912–23, destroyed in 1968, but not by an earthquake!) is a prominent example. To protect the sweeping, up to six storey high building complex against earthquakes and fire, the engineer Paul F. P. Mueller used the »Système Hennebique«, a reinforced concrete skeleton with rigid joints, anchored to the ground but free to move.⁷ (Illus. 5.)

The third push towards the civil engineers' specialization vis-à-vis architects was given by the technique of prestressing reinforced concrete, advanced by engineer Eugène Freyssinet (experiments since 1907, airplane hangars as test structure in Orly-Paris 1923, patent 1928).⁸ This method opened up a wide range of free spatial forms and lightweight shells.

Pier Luigi Nervi – »costruire correttamente« or »creative irritation«?

Pier Luigi Nervi departed from here. He capitalized on the new design freedom offered by the novel methods in concrete construction, such as prestressing, possibilities of casting and shaping, to experiment with the ambivalent correlation between structure and form. This turned Nervi into a designer of structures as well as into a creator of ornamental shapes and patterns.⁹ He extended structure beyond its purely structural purpose and rational appearance, and utilized the new constructive and material potentials to advance into the realm of sensuous stimulation. Stefan Polónyi expresses this as follows: »The planning task is

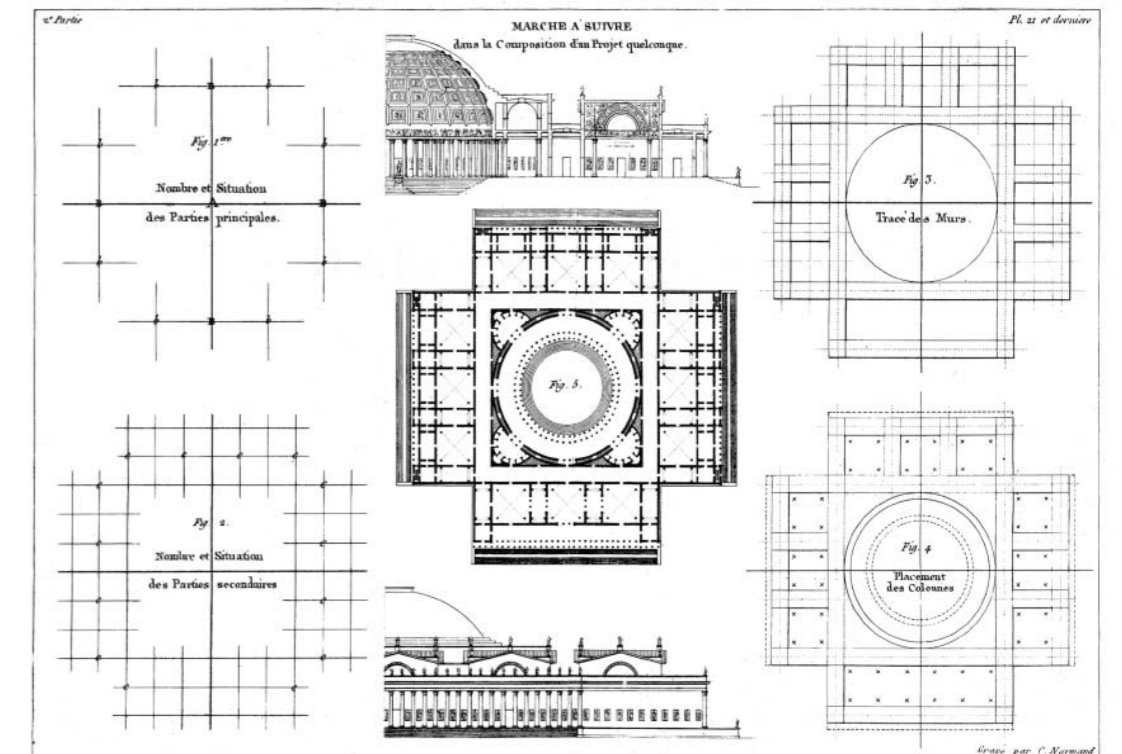
not to achieve the span, but the delimitation of space, or the creation of a platform, or plane. (...) If the plane cannot be designed self-supporting, we ask the question, what do we have to add to make it carrying? Nervi adds ribs to his domical shell, to prevent buckling.«¹⁰ (Illus. 6, 7.)

Differentiation of the fields of architecture and civil engineering in education from 1945 until today

The architects of the 1920s and 1930s modern period, including the post-war modern period, organized their offices for project work and schooling like an artist's studio. The participating engineers implemented their design ideas on a lower level. This is strikingly shown in Le Corbusier's work, where engineers are hardly ever mentioned. Frank Lloyd Wright is an exception, he worked for a longer time with the engineer August E. Kommandant. Their tough but creative dialogue is well documented for the planning of the Kimbell Art Museum in Fort Worth, Texas, USA (1966–72).¹¹

Konrad Wachsmann had a forward-looking influence on the awareness and interest of the younger generation for bringing the building disciplines closer together. His seminars at the Hochschule für Gestaltung in Ulm (1956–58) and in the USA, as well as his still used book *Turning Point of Building* of 1959 mark also a turning point in the method of structural design.¹²

Novel training centers developed out of old traditions, while the Bauhaus system, although relating to modern materials and industry, still put the »master« at the center of teaching and learning. The Architectural Association School in London, the Cooper Union School of Architecture in New York and the Berlage Institute in Rotterdam¹³ distanced themselves from the »new Bauhaus« and represent today a new type of design schools with changing faculties. They lack a coherent curriculum and program continuity, leaving the inclusion



treter der Beaux-Arts-Szene der Ostküste. Dieser Bautyp erhob die Ingenieure zu Spezialisten einer neuen Tragwerkstypologie und beschränkte die Architekten in der Tendenz zu Gestaltern von Hüllen. Das gemeinsame Entwurfssfeld war der Raum: für die Ingenieure die konstruktive, für die Architekten die gestalterische Abgrenzung des Raumes.

Die zweite Herausforderung der Ingenieurdisziplin um 1900 war die Entwicklung einer erdbebensicheren Bautechnik, d.h. neben der ersten, der Windlast, war dies nun die zweite horizontale Belastung eines Gebäudes. Leider spärlich dokumentiert, jedoch dafür prominenter Zeitzeuge ist das Imperial Hotel von Frank Lloyd Wright in Tokyo (1912–23; zerstört 1968, nicht durch ein Erdbeben!). Um den weitläufigen, bis zu sechs Stockwerke hohen Gebäudekomplex vor Erdbeben (und Brand) zu schützen, wählte der Ingenieur Paul F.P. Mueller das »Système Hennebique«, ein Stahlbeton-Skelettsystem mit biegesteifen Knoten, das als Gesamtsystem beweglich im Boden verankert wurde.⁷ (Abb. 5.)

Die u.a. durch den Ingenieur Eugène Freyssinet vorangetriebene Technik vorgespannter Eisenbetonkonstruktionen (Versuche seit 1907, Testbau Flughangars in Orly-Paris 1923, Patent 1928) bildete schließlich die dritte Schubkraft zur Spezialisierung der Ingenieure gegenüber den Architekten.⁸ Diese Technik eröffnete letzteren jedoch ein weites Feld freier Raumformen und leichter Schalenbauten.

Pier Luigi Nervi – »costruire correttamente« oder »kreative Irritation«?

Pier Luigi Nervi setzte hier an. Er nutzte die gestalterischen Freiheiten, welche die neue Betonbautechnik mit Vorspannung, Verformungs- und Profilierungsmöglichkeiten bot, um mit der ambivalenten Beziehung zwischen Struktur- und Formlogik zu experimentieren. Damit wurde Nervi zum Entwerfer von Tragkonstruktionen und zugleich zum Gestalter ornamentierter Figuren und Bilder.⁹ Er erweiterte das Tragsystem über den reinen statischen Zweck und die rationale Wahrnehmung hinaus und nutzte die bau- und materialtechnologischen Potentiale, um in den Bereich erweiterter Sinnesanregungen vorzustoßen, was Stefan Polónyi in diesem Zusammenhang wie folgt zum Ausdruck bringt: »Die planerische Aufgabe ist nicht die Überbrückung der Spannweite, sondern die Abgrenzung des Raumes oder die Schaffung einer Plattform, also einer Fläche. (...) Wenn die Fläche nicht als selbsttragend ausgebildet werden kann, dann stellt sich die Frage: Was müssen wir hinzufügen, damit sie trägt? Nervi versieht die Kuppelschale mit Rippen, um das Beulen zu verhindern.«¹⁰ (Abb. 6, 7.)

Differenzierung von Architektur- und Ingenieurdisziplinen in der Ausbildung von 1945 bis heute

Die Architekten der Moderne der 1920er und 1930er Jahre und der Nachkriegsmoderne führten ihre Büros in Praxis und Bauschulen meist wie Meisterateliers und setzten die beteiligten Ingenieure auf den zweiten Platz: Das heißt, diese arbeiteten im Nachvollzug der Entwurfsideen. Dies

zeigt sich exemplarisch darin, daß im Werk Le Corbusiers die Ingenieure fast ausnahmslos unerwähnt bleiben. Eine Ausnahme bildet Frank Lloyd Wright, der längere Zeit mit dem Ingenieur August E. Komendant zusammenarbeitete. Gut dokumentiert ist deren harter, aber kreativer Dialog im Entwurfsprozeß des Kimbell Art Museum in Fort Worth, Texas, USA (1966–72).¹¹

Einen zukunftsweisenden Einfluß auf das Bewußtsein und das Interesse der jüngeren Generation, die Baudisziplinen einander näherzubringen, hatte Konrad Wachsmann. Seine Seminare z. B. an der Hochschule für Gestaltung Ulm (1956–58) und etwa in den USA sowie sein immer noch lebendiges Buch *Wendepunkt im Bauen* von 1959 markieren selbst einen Wendepunkt in der Methodik des konstruktiven Entwerfens.¹²

Während die Bauhaustradition, die zwar im Bezugssfeld der modernen Industrie und Materialtechnologien stand, jedoch den »maître« in den Mittelpunkt des Lehr- und Lernmodells stellte, bis weit in die 1960er Jahre, auch in den USA, hineinwirkte, begannen sich neuartige Ausbildungsstätten, meist aus den alten Traditionen heraus zu entwickeln. Die Architectural Association School of Architecture in London, die Cooper Union School of Architecture in New York und etwa das Berlage Institute in Rotterdam¹³ nahmen Abstand vom »new Bauhaus« und repräsentieren heute einen neuen Typus von Gestaltungsschulen mit wechselnder Besetzung des Lehrkörpers. Ihnen mangelt es an kohärentem Curricula und programmatischer Konstanz, so daß die Einbeziehung von Ingenieur-Disziplinen in den Seminaren oder »units« den jeweiligen Gastprofessoren überlassen bleibt. Die Technischen Hochschulen, etwa in Zürich, München, Wien, Delft oder das MIT in Cambridge, Mass., bieten längst Vorlesungen, Seminare und Projektstudios unter Einbeziehung der Ingenieurdisziplinen an. Vorbildlich und von konstanter Programmatik geprägt, ist das 1974 von Stefan Polónyi zusammen mit Architekten und Ingenieuren entwickelte »Dortmunder Modell«.¹⁴

Freie Projektstudios an institutionalisierten Hochschulen und auch internationale Wettbewerbe für Studierende (z. B. IaaC, Barcelona)¹⁵ verdeutlichen die Vielfalt der Möglichkeiten und Chancen, wie selbst im Rahmen fest gefügter Lehrgänge eine interdisziplinäre und auch transkulturelle Schul- und Denkkultur entwickelt werden kann, um Zukunftsaufgaben mit engagierten Gruppen von Studierenden und Expertenteams anzugehen. Unter Einbeziehung innovativer Unternehmungen der Baubranche, von Forschungsinstitutionen und vernetzten Denkschulen hat auch der Autor zahlreiche Projektstudios an verschiedenen Bauschulen initiiert, um in den Bereichen der Gebäudetypologie, Materialtechnologie, des »sustainable building design« u.a. neue Wege zu beschreiten.¹⁶

Vom Meisteratelier zum interdisziplinären Workshop

Architekten und Ingenieure entwickelten unterschiedliche Modelle ihrer praktischen und projektbezogenen Zusammenarbeit. Das Beaux-Arts-Studio oder Meisteratelier, das bis weit ins 20. Jahrhundert hinein betrieben wurde, z. B. von Le Corbusier bis Hans Kollhoff, von Frank Lloyd

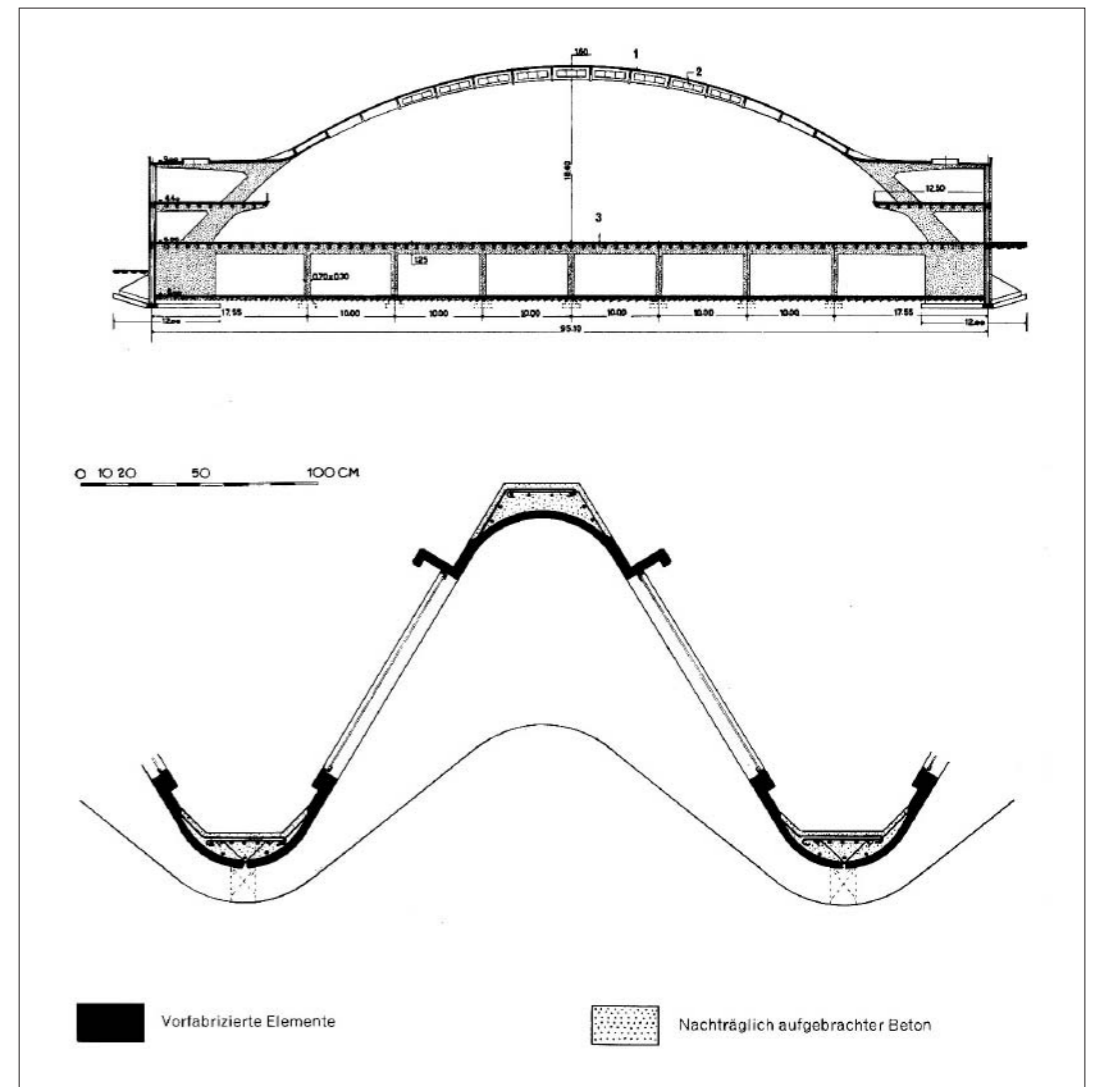


5. Erdbebenresistente Bautechnik nach dem »Système Hennebique«: Minoterie, Tunis, 1895 bis 1906. (»Le béton armé«, Sept. 1906, in: G. Delhumeau, J. Gubler, R. Legault, C. Simonnet, Hg., 1993, S. 79.)

6, 7. Pier Luigi Nervi, Torino Esposizioni, Ausstellungshalle, Turin, 1948/49. Blick in die Halle und konstruktive Querschnitte durch die Halle und einen Rippenträger. (Photo: Autor; S. Polónyi u. a., Hg., 1989, S. 57.)

5. Earthquake-resistant construction following the »Système Hennebique«: Minoterie, Tunis, 1895–1906 (»Le béton armé«, sept. 1906, in: G. Delhumeau, J. Gubler, R. Legault, C. Simonnet, eds., 1993, p. 79.)

6, 7. Pier Luigi Nervi, Torino Esposizioni, exhibition hall, Turin, 1948/49. View of the hall, cross-sections through the hall and a rib (photo by the author; S. Polónyi et al., ed., 1989, p. 57.)



of engineers in the seminars or »units« up to the respective professor. Since a long time technical universities such as in Zurich, Munich, Vienna, Delft or the MIT in Cambridge, Mass., offered lectures, tutorials and workshops with the inclusion of engineering sciences. The »Dortmund Model«, developed in 1974 by Stefan Polónyi together with architects and engineers is exemplary with its made-to-purpose program.¹⁴

Free project studios at established universities or international competitions for students (e.g. IaaC Barcelona)¹⁵ show the many possibilities and chances, to create interdisciplinary and transcultural schools of thought within the framework of rigid curricula, and to address problems of the future with dedicated groups of students and experts. The author has also initiated many project studios at various building colleges, involving innovative construction companies, research institutes and related schools of thought, to open new avenues in building topology, technology of materials and sustainable building design.¹⁶

From the master's studio to the interdisciplinary workshop

Architects and engineers developed varying models for their practical and project-related cooperation. The Beaux-Arts studio or master's workshop, operating well into the 20th century, as well as

master architects from Le Corbusier to Hans Kollhoff, or Frank Lloyd Wright to Mario Botta, were and are a continuation of the Renaissance culture of confraternity. Another, hardly copied model, was the »industrial office« of the German emigrant and architect Albert Kahn in Chicago. In the Golden Twenties it produced day-light factories for all big carmakers such as Ford, Chrysler, Packard, following the example of Ford's assembly-line production and Frederic Taylor's scientific management, being work organization by means of time measurement and piece rates. Every big project went through all stages of planning, design, construction, infrastructure and execution like Henry Ford's T-model – the architect's office as an industrial organization. The assembly-line production allowed permanent quality control. In 1910 there were 40 staff, which increased to 80 ten years later and to 400 by the 1920s: 175 architects, civil engineers and draftsmen, 80 to 90 mechanical engineers, 40 to 50 site supervisors, 40 secretaries and 15 bookkeepers constituted a multidisciplinary community »under one roof«. This complete organization provided for simultaneous high-speed handling of 20 to 30 projects, each with an average processing time of six to ten days. The total construction sum of the Albert Kahn office came to 800 million Dollars in about 25 years, or one million per week at its peak!¹⁷ (Illus. 8, 9.)

A similar working principle applied the office of Skidmore, Owings & Merrill. It was founded

Tragwerkslösung und architektonische Gestaltung

UKJ: Kommen wir noch zu einem anderen Aspekt: Für ein Tragwerk ist die Frage der Materialwahl eine entscheidende. Ist die Materialwahl – ähnlich wie die Frage nach der Gestalt – auch auf das engste mit der Grundhaltung eines Architekten verbunden?

P: Ein anschauliches Beispiel ist die Zusammenarbeit mit Oswald Mathias Ungers an der Galleria auf dem Frankfurter Messegelände gewesen. Zunächst gab es eine sehr schöne Lösung aus Stahl, die allerdings sehr teuer war. Ungers war nicht zufrieden. Vor Weihnachten habe ich ihn besucht, und er blätterte in einem Buch und zeigte mir San Lorenzo in Florenz von Michelangelo. Warum wollen wir nicht so was machen, sagte er.

UKJ: Ungers meinte die Kassettendecke? **P:** Ja. Ich sagte, ein halbes Jahr Arbeit, und jetzt sagen Sie mir, daß sie eine kassettierte Struktur haben wollen. Eine Ausführung in Stahl war damit nicht sinnvoll, da die Profile nicht dicker als für die Verglasung erforderlich sein müssen, die Struktur so nicht plastisch wirkt. Wenn er die kassettierte Struktur haben wollte, dann aus Brettschichtholz als Bogen und Längsträger. Hier hat sich aus der architektonischen Vorstellung eine Materialwahl ergeben.

UKJ: Bleiben wir noch einen Moment bei der Zusammenarbeit mit Oswald Mathias Ungers, mit dem Sie ja einige große Projekte realisiert haben. Ungers war ein Architekt, dessen architektonisches Denken sehr stark vom klassischen Formenkanon geprägt war und dessen Bauten immer auf der Grundlage eines Moduls entwickelt wurden. War damit klar, daß es gewisse Lösungsansätze gab, die man Ungers nicht anbieten konnte?

P: Mir war klar, daß ich Ungers keine hyperbolischen Paraboloid-Schalen, das heißt gegenseitig gekrümmte Flächen vorschlagen konnte, wohl eine Tonne, Zylinderflächen oder Kugelkalotten. Es war schon eine ganz lustige Geschichte, als wir das Bremer Institut für Betriebstechnik und angewandte Arbeitswissenschaft (BIBA) zusammen geplant haben. Ich ging mit meinem damaligen Geschäftsführer Ralf Wörzberger zu Ungers, und wir haben diverse Lösungen durchgesprochen. Wörzberger hatte kurz zuvor über hyperbolische Paraboloiden promoviert und wollte unbedingt eine solche Schale bauen. Ungers gefiel diese Idee gar nicht, aber Wörzberger kam immer wieder darauf zurück, so daß ich ihn schon unter dem Tisch getreten habe, daß er damit aufhören solle. Als wir dann gingen, hat Ungers mir ins Ohr geflüstert, den brauchen Sie das nächste Mal nicht mehr mitzubringen! Es ist tatsächlich sehr wichtig, daß man den Architekten nicht in seinem Gedankengang stört mit Konstruktionen, die für ihn nicht in Frage kommen. Man darf nur solche Vorschläge machen, die seine Gedanken bereichern.

UKJ: Das heißt, Sie haben sich auch im Vorfeld immer mit den architektonischen Haltungen der einzelnen Architekten beschäftigt?

P: Wenn mich ein Architekt angesprochen hat, daß er gerne mit mir ein Projekt machen würde und ich seine Bauten nicht kannte, dann habe ich erstmal in der *Bauwelt* nachgeschlagen, was er gemacht hat und wie sein Stil ist.

UKJ: Sie haben einmal gesagt: Die Form ist wichtig, aber Sie selber denken nicht in Formen, son-

dern das ist die Aufgabe des Architekten. Wie kann man diese neutrale Haltung bewahren?

P: Ich glaube, da müssen wir differenzieren. Es hing schon sehr von der Zusammenarbeit mit dem jeweiligen Architekten ab. Mit Fritz Schaller haben wir die Formen gemeinsam entwickelt. Ich habe ihm Möglichkeiten gezeigt. Die Rahmenbedingungen für die Kirche St. Paulus in Neuss waren klar, als wir uns zum ersten Mal trafen: Der Pfarrer wünschte eine längsgerichtete Kirche, um Prozessionen abhalten zu können, Schaller wollte einen hohen Kirchenraum mit indirekter Beleuchtung. Ich habe ihm dann eine Reihe von Vorschlägen gemacht, Holz-, Stahl- und Stahlbetonkonstruktionen, die mir zur Bildung eines solchen Raumes zweckmäßig erschienen. So entwickelte sich langsam zusammen mit seinem Sohn Christian Schaller das stützenfreie Faltwerk.

UKJ: Mit Josef Lehmbruck haben Sie einige Kirchen in den 1960er Jahren gebaut, u. a. die wunderbare Kirche St. Suitbert in Essen mit der großen auf- und absteigenden Schale und den charakteristischen Faltwänden.

P: Josef Lehmbruck kam zunächst mit einer Grundrißskizze, wie die Gläubigen um den Altar sitzen sollten. Daraus ergab sich die Spannweite für das Dach. Ich machte den Vorschlag, den Raum mit einer freitragenden, hyperbolischen Paraboloid-Schale zu überspannen, die auf zwei Betonwiderlagern ruht. Die schräg stehende Faltwand aus Stahlbeton ist unabhängig von der Schale und entstand aus der Überlegung, den Kirchenraum nur indirekt zu beleuchten.

UKJ: Konstruktiv ist die Faltwand nicht notwendig?

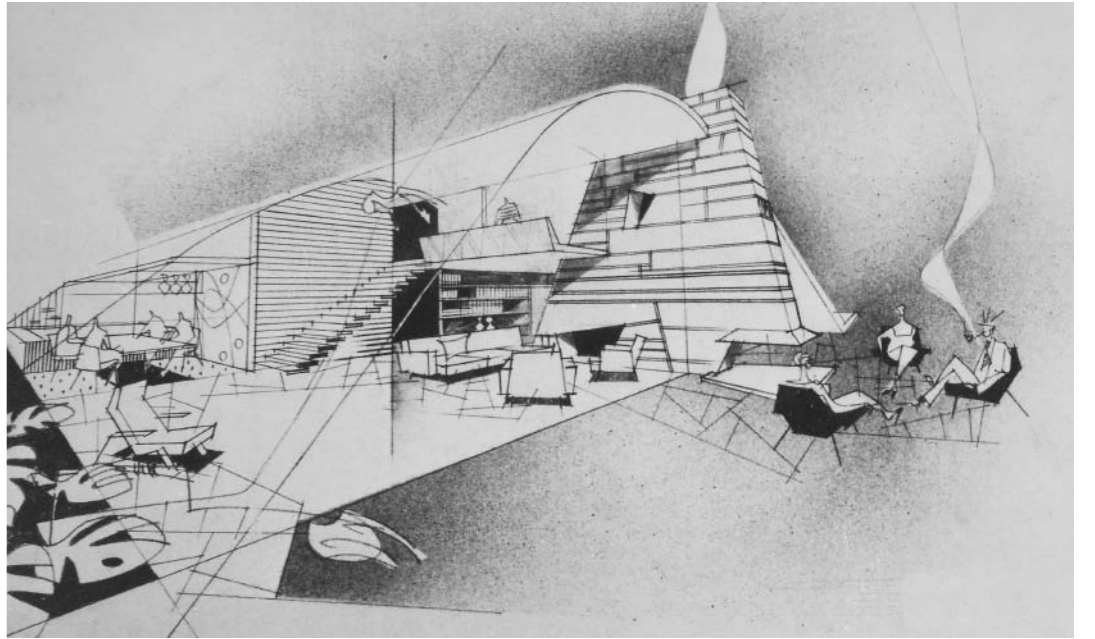
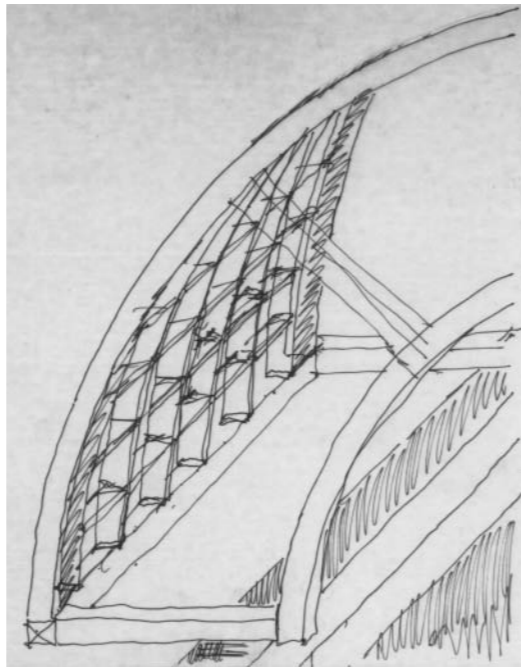
P: Für die Schale nicht. Das war eine tolle architektonische Idee. Wir hatten aber mit der Schale das Problem, daß sich eine mögliche Ausbeulung des Randes weder rechnen noch im Modell nachvollziehen ließ. Dann habe ich Folgendes gemacht: Auf dem unterhalb der Schale verlaufenden, die Faltwände stützenden Bogen ließ ich Bolzen einbetonieren, die durch in der Schale einbetonierte Hülsen hindurchgingen und mit Stahlplättchen und Schrauben oben und unten an der Schale befestigt waren. Falls der Rand ausbeulen sollte, konnte ich so mit Hilfe der Schrauben nachjustieren. Das war dann auch an einer Stelle notwendig. Bei der Ausschalung stellte sich auf einer Länge von fünf Metern heraus, daß die Krümmung der Schale flacher verlief. Ich ging auf das Gerüst und konnte die Schale mit Hilfe der Schrauben in die richtige Position zurückdrücken.

UKJ: Kommen wir zu Peter Neufert, mit dem Sie auch einige Bauten zusammen geplant haben. Ich denke an das Wohnhaus der Familie in Köln-Hahnwald, das eigentlich nur eine große Dachkonstruktion ist. Peter Neufert hat die Krümmung des Daches aufs Papier gezeichnet und darauf bestanden, daß der Kurvenverlauf auch so ausgeführt würde. In der Tat, so haben Sie später gesagt, war die gezeichnete Kurve sehr viel schöner als eine geometrisch gängige. Gehörte Peter Neufert zu den Architekten, die Ihnen unkonventionelle Lösungen abgetrotzt haben?

P: Von Abtrotzen war überhaupt keine Rede. Wir waren auf gleicher Linie. Es ist klar, als ich das rechnen sollte, habe ich erstmal versucht, auf geometrische Kurven zurückzugreifen, die leicht zu handhaben sind. Aber die Kurve, die Neufert

1. Oswald Mathias Ungers, Skizze der Tonnen-
decke der Galleria auf der Messe Frankfurt am
Main. Die Skizze ist nur als Photographie erhal-
ten. (JAA Ungers Archiv für Architekturwissen-
schaft, Köln.)
2. Peter Neufert, Zeichnung des Hauses »X1«,
Köln-Hahnwald, datiert 29.8.57. (Neufert Stif-
tung, Köln.)

1. Oswald Mathias Ungers, sketch of the vaulted
ceiling of the Galleria at the Messe Frankfurt am
Main. The sketch only survived as a photograph.
(JAA Ungers Archiv für Architekturwissenschaft,
Köln.)
2. Peter Neufert, drawing of house »X1«, Köln-
Hahnwald, dated 29.8.57. (Neufert Stiftung, Co-
logne.)



P: I knew I could not propose hyperbolic parabolo-
oids, meaning doubly curved slabs, to Ungers.
But why not barrels, cylinders or spherical ca-
lottes? It was quite funny when we planned to-
gether the Bremen Institut für Betriebstechnik und
angewandte Arbeitswissenschaft (BIBA). I went
with Ralf Wörzberger, then my office chief, to see
Ungers and we discussed several solutions.
Wörzberger had recently finished a thesis about
hyperbolic paraboloids and absolutely wanted
to build such a shell. Ungers did not like the idea
at all, but Wörzberger kept coming back to it –
I punched him below to table to stop it. When we
left, Ungers whispered into my ear, you don't need
to take him along the next time! It is important not
to disturb the architect's thinking by introducing
to him out-of-the-question structures. You have
to make proposals which enrich his thinking.
UKJ: That means, you studied in advance the
particular credo of each architect?

P: When I was asked by an architect to make
with him a project, but did not know his work,
I checked in the *Bauwelt* periodical what he had
done, his style.

UKJ: You once said: Form is important, but you
do not think in forms, since this is the job of the
architect. How can you stay this neutral?

P: I think we got to differentiate. It depends very
much on the collaboration with each architect.
With Fritz Schaller we developed forms together.
I showed him the possibilities. When we met for
the first time, the general requirements for St.
Paulus church in Neuss were clear: The parish
priest wanted a longitudinal church to accommo-
date processions, Schaller wanted a tall space
with indirect illumination. I made a range of pro-
posals, which could be appropriate for such a
space, in wood, steel, reinforced concrete. This
way we arrived slowly together with his son Chris-
tian Schaller at a free-spanning folded slab.

UKJ: In the 1960s you built several churches with
Josef Lehmbruck, among them the wonderful
church St. Suitbert in Essen with the large rising
and descending shell and the characteristic folded
walls.

P: Josef Lehmbruck gave me first a sketch plan
to show how the congregation should sit around

the altar. That determined the span of the roof.
I proposed to cover the space with one hyperbolic
paraboloid shell, resting on two concrete abut-
ments. The inclined folded concrete wall is inde-
pendent of the slab and derives from the idea to
provide indirect lighting.

UKJ: Structurally the folded wall is not neces-
sary?

P: Not for the shell. It was a great architectural
idea. But we had a problem with the shell, the
possibility of buckling along the edge could nei-
ther be calculated nor modeled. I proceeded as
follows: I had leveling bolts inserted into the arch
holding the folded wall below the shell. The bolts
passed through metal sleeves in the shell. This
way I could adjust the position of the shell. It was
needed at one spot. Striking the formwork we no-
ticed that along five meters the shell was too flat.
I went up the scaffold and by means of the bolts
I arrived at the correct position.

UKJ: Let us talk about Peter Neufert, with whom
you also planned several buildings. I am thinking
of their family house in Cologne-Hahnwad, which
essentially is just a huge roof structure. Peter
Neufert drew the configuration of the roof on pa-
per and insisted that the curvature should be like
that. Indeed, you later said, the drawn curve was
much more beautiful than a common geometric
shape. Was Peter Neufert one of the architects
who defied you with an unconventional solution?

P: It was not defiance at all. We followed the
same line. Surely, when I was to calculate this,
I have tried to turn to geometrical curves which
I could handle. But the curve drawn by Neufert
was more beautiful, I clearly saw this.

UKJ: We should talk about the Keramion. This
was to be a museum for a ceramics collection,
therefore Peter Neufert had the idea to derive
the shape of the building from a potter's shape.

P: Yes. A potter's shape with the distinctive funnel
in the middle, resting on five inclined props, that
was the first sketch. Some years before I devel-
oped a 120-m-span thin shell for an airport depart-
ure hall, with uniform stress at all points. I showed
him my design, because it had amazing similar-
ities with his sketch. In half an hour we agreed:
On the basis of a skin we calculated the geome-

gezeichnet hatte, war schöner als eine geometrische Kurve, das leuchtete mir sofort ein.

UKJ: Wir sollten noch über das Keramion sprechen. Hier ging es um ein Museum für eine keramische Sammlung, daher hatte Peter Neufert die Idee, die Gestalt des Bauwerks aus einer Töpferform abzuleiten.

P: Ja. Eine Töpferform, mit dem markanten Trichter in der Mitte, die auf fünf schrägen Stützen ruhte, so sah die erste Skizze aus. Ich hatte einige Jahre zuvor eine Flugabfertigungshalle mit 120 Metern Durchmesser als hautartige Schale, bei der die Spannung unter dominanter Belastung in jedem Punkt gleich ist, entwickelt. Ich zeigte ihm meinen Entwurf, denn es gab verblüffende Übereinstimmungen mit seiner Skizze. In einer halben Stunde waren wir uns einig: Auf der Grundlage der konstruktiven Idee einer hautartigen Schale errechnen wir die Geometrie, und Neufert formt die Schale nach seinen Vorstellungen durch die Angabe der Randbedingungen. Mit Peter Neufert habe ich gerne zusammen gearbeitet, weil er etwa die gleiche Geschwindigkeit gehabt hat wie ich. Er war noch ein bißchen schneller, er war Flieger.

UKJ: Geschwindigkeit im Denken oder?

P: Ja, oder in den Entscheidungen. Mit Harald Deilmann war es auch ein sehr schönes Zusammenarbeiten.

UKJ: Sie haben geschrieben, daß Harald Deilmann, der wie Sie an der Universität Dortmund lehrte, seine Mitarbeiter stets »lenkend gewähren« ließ. Wie ist das zu verstehen?

P: Wenn wir einen Wettbewerb gemacht haben, kamen immer Mitarbeiter aus seinem Büro zusammen und entwickelten Ideen, die er gerne aufgenommen hat. Harald war ein großartiger Lehrer. Egal wie schlecht der Entwurf eines Studenten war, immer hat er etwas gesucht, das man aufgreifen und weiterentwickeln konnte. Er hat den Studenten dazu verhoffen, aus dem jeweiligen Entwurf etwas zu machen, und es war dann immer der Entwurf des Studenten.

UKJ: Sie haben mit Rem Koolhaas am Nederlands Dans Theater zusammengearbeitet. Wie verlief diese Zusammenarbeit?

P: Zu dem Dach des Auditoriums hat er nur gesagt, er möchte kein ebenes Dach haben, sondern eine bewegte Form. Dann habe ich ihm gesagt: »Ja, dann machen wir es wie Antoni Gaudí beim Dach des Pfarrhauses an der Sagrada Família in Barcelona, nur nicht aus flachen Ziegeln, sondern aus Trapezblech, das kann man biegen.« Er war sofort dafür. Meine Lösungsansätze sind auch immer eng mit der Vorstellung von der Herstellung verbunden.

Tragwerk und Ausführung

UKJ: Als Tragwerksplaner müssen Sie sich nicht nur in die Gedankenwelt des Architekten einfühlen, sondern auch gegenüber den ausführenden Firmen vermitteln.

P: Ja, dann muß ich denen das klarmachen. Es ist schon mal vorgekommen, daß die Firma gesagt hat: »So etwas haben wir noch nie gemacht!« Dann habe ich gesagt: »Das ist prima, dann machen wir es das erste Mal.« Oder: »Das kann man nicht machen.« Dann habe ich erwidert: »Davon lebe ich, daß ich solche Dinge entwerfe, die man nicht machen kann.«

UKJ: Die Bauausführung liegt bei Großprojekten heute oftmals in der Hand von Generalunternehmern: Gibt es da überhaupt eine Zusammenarbeit?

P: Der Generalunternehmer, der die Hauptbauleistung noch selber macht, ist nicht das Problem, meistens ist es aber der Generalübernehmer. Das bedeutet, daß er selber nichts macht, aber die Subunternehmer bzw. die Sub-, Sub- und Sub- Man hat keinen Gesprächspartner mehr, und auch die Verantwortungsbereiche können nicht gewahrt werden.

Brücken – reine Tragkonstruktionen

UKJ: Kommen wir zum Abschluß noch auf die Brücken zu sprechen. Bei vielen Ihrer Brückenentwürfe ist das gebogene Rohr nicht nur zentrales konstruktives Element, sondern auch gestalterisches Moment. Hier »fühlen« Sie sich nicht in eine fremde Idee ein, sondern Konzept, Entwurf und Tragwerk – alles ist ein schöpferischer Akt. Was ist beim Entwurf einer Brücke anders als bei einem Bauwerk? Ist eine Brücke eine »reine« Tragkonstruktion?

P: Das stimmt schon so etwa. Eine Brücke hat eine ganz einfache Funktion: Eine Verbindung von zwei Punkten.

UKJ: Die Funktion ist eines, aber die Gestaltung ein anderes.

P: Für mich ist es im Grunde nicht eine gestalterische Frage, sondern primär ist: »Was muß ich dazutun, damit es trägt.« Die Bogen sind keine mathematischen Kurven, sondern statische Kurven. Und zwar so, daß bei dominanter Belastung der Bogen keine Biegebeanspruchung bekommt, sondern nur Längskraft.

UKJ: Das heißt, der Verlauf des Bogens ergibt sich aus der statischen Berechnung.

P: Die gleiche Geschichte wie das Keramion als Fläche, hier als tragende Linie.

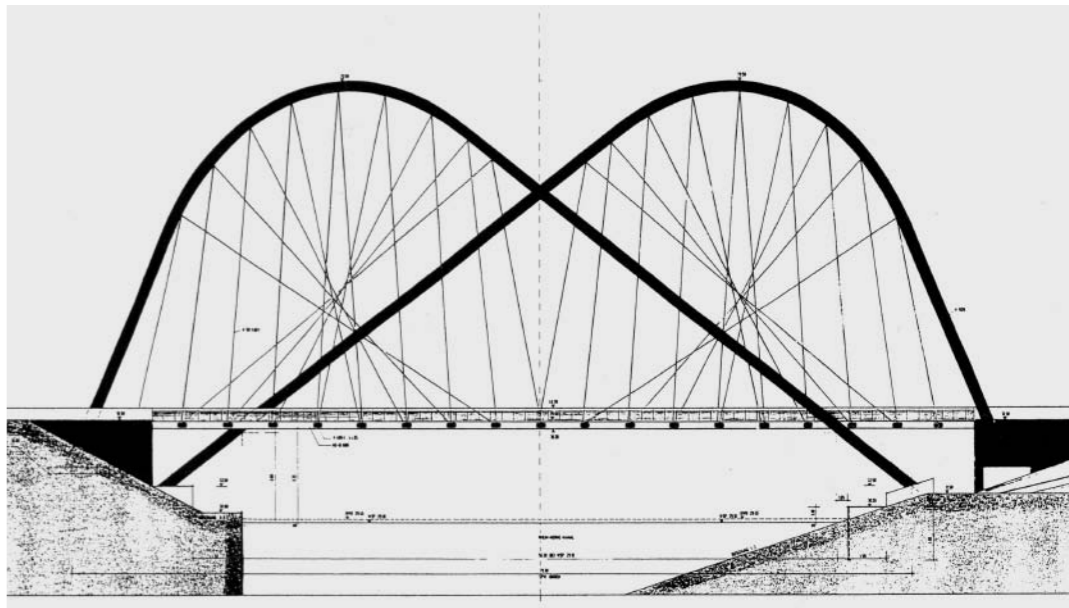
UKJ: Sie haben uns »Tragende Linien – tragende Flächen« als Titel für die Ausstellung vorgeschlagen, da dies der Kernpunkt Ihres konstruktiven Denkens ist. Die Brücken scheinen gleichsam eine Realisierung dieser Philosophie zu sein. Sind die Brücken so eine Art Quintessenz Ihres Denkens?

P: Ja, schon. Tragende Flächen sind St. Suitbert in Essen und das Keramion, tragende Linien sind die Bogen der Brücken.

UKJ: Herr Polónyi, herzlichen Dank.

3. Stefan Polonyi, Aufriß der Doppelbogenbrücke über den Rhein-Herne Kanal, Gelsenkirchen. (Vorlaß Polónyi, A:Al.)

3. Stefan Polonyi, elevation of the double-arch bridge across the Rhine-Herne Canal, Gelsenkirchen. (Vorlaß Polónyi, A:Al.)



try and Neufert shaped the shell according to his concept by giving the edge conditions. I liked to work with Peter Neufert, because he had the same speed as I. He even was a bit faster, being a pilot.

UKJ: Thinking speed, you mean?

P: Yes, or to take decisions. Also with Harald Deilmann it was a good collaboration.

UKJ: You wrote that Harald Deilmann, who taught like you at Dortmund University, let his staff members »do their thing under guidance«. What does this mean?

P: When we worked on a competition, his office staff met and developed ideas, which he willingly adopted. Harald was an excellent teacher. No matter how poor a student's design was, he always searched for something which could be picked up and developed. He helped the students to make something out of their conceptual design and it remained the design of the student.

UKJ: You worked with Rem Koolhaas on the Nederlands Dans Theater. How did you proceed?

P: Regarding the roof of the auditorium he only wanted to have a dynamic shape, not a flat roof. Then I said to him: »Fine, we do like Antoni Gaudí at the roof of the parish house of the Sagrada Família in Barcelona, only not with flat brick but with trapezoidal sheet metal, which can be bent.« He immediately agreed. My solutions are always closely linked with a concept for execution.

Structure and execution

UKJ: As structural engineer you must not only have an in-feeling for the architect's ideas, but also communicate with the executing firms.

P: Yes, I must explain it to them. Sometimes it happened that a firm said: »We never have done such a thing!« Then I said: »Excellent, so we do it for the first time.« Or: »This can't be done.« Then I answered: »This is my job, to design things which can't be done.«

UKJ: The execution of large projects is usually managed by a general contractor. Is there any collaboration at all?

P: The general contractor who still executes the bulk of the work is not a problem, usually it is the project promoter. Which means, he doesn't do anything himself, but the subcontractors and sub-, sub- and sub- One does not have any interlocutor, areas of responsibility cannot be defined.

Bridges – pure structures

UKJ: Let us finish with bridges. The bent tube is in many of your bridge designs not only a central structural element, but also a formal feature. You do not need to »feel« somebody else's idea, but concept, design and construction are one creative whole. How are bridges different from buildings? Is a bridge »pure« structure?

P: More or less quite so. A bridge has a very simple function: The connection of two points.

UKJ: Function is one thing, design something else.

P: For me it is basically not a question of design, but primarily: »What do I have to do that it carries.« The arches are not mathematical curves, but structural curves. In such a way, that under principal loading the arch is not subject to bending, but only to longitudinal forces.

UKJ: You mean, the shape of the arch derives from structural analysis.

P: Same thing as the surface of the Keramion, here as a carrying line.

UKJ: You suggested as title of the exhibition »Bearing lines – bearing surfaces«, since this is the essence of your structural thinking. Bridges seem to be the realization of this philosophy. Are bridges so to say the quintessence of your thinking?

P: Yes, indeed. bearing surfaces are St. Suitbert in Essen and the Keramion, bearing lines are the arches of the bridges.

UKJ: Many thanks, Mr. Polónyi.

Stefan Polónyi

Entwerfen von Brücken. Von Fußgängerbrücken bis zu Gebäuden über dem Fluß

Brücken sind Orientierungsobjekte in der Landschaft und in der Stadt, ähnlich wie die Kirchen. Ihre Aufgabe ist nicht bloß das Überwinden von Hindernissen. Brücken sollen begehbare, befahrbare Kunstobjekte sein. Dabei ist der Bezug zur Umgebung von großer Bedeutung.

Bei Brücken ist die Plattform mehr oder weniger definiert. Damit man die Leute nicht höher schiebt als unbedingt erforderlich, muß die Platte so dünn sein wie möglich. Daher ist es falsch, einen Träger oder einen Unterzug (Plattenbalken, Hohlkasten) unter die Platte zu legen. So stellt sich die Frage: Wie soll der Steg, die Fahrbahnplatte unter diesen Bedingungen ausgebildet werden?

Bei schmaleren Brücken und Stegen können zum Beispiel die Geländer in die Tragwirkung einbezogen werden: Möglich sind Stahlbetonbrüstungen oder, wie beim Projekt Bissen in Luxemburg, Geländer aus Stahl. Bei der Brücke für den Skulpturenpark in Kamp Lintfort besteht das tragende Geländer aus Holz (Abb. 1). Bei größeren Spannweiten wird der Brüstungsträger höher und kann einen Gitterkasten bilden.

Wenn unter der Fahrbahnplatte Raum zur Verfügung steht, dann befindet sich die Haupttragkonstruktion unter der Fahrbahnplatte. Man kann sie mit baumartig gefächertem Stahlrohr-Stubwerk stützen (Abb. 2). So werden die Stein- oder Stahlbetongewölbe in »Hirschgeweihe« aufgelöst. Durch die Auffächerung der Stützen erreicht man eine enge (5,00 m) Stützung der Fahrbahnplatte, wodurch diese kostengünstig ausgebildet werden kann.

Bogenbrücken

Man kann die Spannweite mit einer Linie, mit einer Kurve, mit einem Bogen überbrücken, von dem der Steg oder die Fahrbahnplatte abgehängt wird. Es reicht ein einziger Tragbogen aus, aber nur, wenn er nicht parallel zur Fahrbahn bzw. zum Steg verläuft (Abb. 3), sonst benötigt man zwei. Diese Brücken sind nicht als Addition von ebenen Tragsystemen, sondern als räumliche Objekte konzipiert. Wenn man die Hänger parallel führt, dann ist die statisch ideale Kurve, bei der der Bogen infolge dominanter Belastung keine Biegebeanspruchung erfährt, die Parabel. Wenn die Achsen der Hänger im Endlichen eine gemeinsame Transversale haben, wirkt die Kurve dynamischer (Abb. 4), damit können die Endhänger aus dem Durchgangsprofil herausgenommen werden.

Bei der Brücke über den Rhein-Herne-Kanal (Abb. 5) verläuft die Fahrbahnplatte 45° zur Kanalachse. Zwei Bogen überspannen die Wasserstraße in zur Kanalachse rechtwinkligen, parallelen Ebenen. Die Kurve ist so ermittelt, daß der Bogen bei dominanter Belastung biegefrei ist. Bei der Tiergartenbrücke über die Mulde in Dessau (Abb. 6) hängt der in einer Kurve geführte Steg an einem Bogen, der in einer darüber geneigten Ebene liegt, wodurch der Steg den Bogen stabilisiert. Zwei Sinuskurven tragen die 50 cm dicke Stahlbeton-Fahrbahnplatte der Ripshorster Brücke in Oberhausen (Abb. 7) und symbo-

lisieren die Bewegung des Verkehrs. Die Gliederung des Tragsystems ist nicht Stütze, Träger, Platte. Stütze und Träger bilden eine Einheit, auf der die Platte quasi linear gelagert ist. Diese Stahlrohr-Tragwerke, die gebogenen Linien, werden bisweilen als »kalligraphisch« oder als »minimal art« bezeichnet.

Das Hauptfeld und das Vorfeld einer Brücke bilden eine gestalterische und konstruktive Einheit, daher sollen sie auch so konzipiert werden.

Hängebrücken

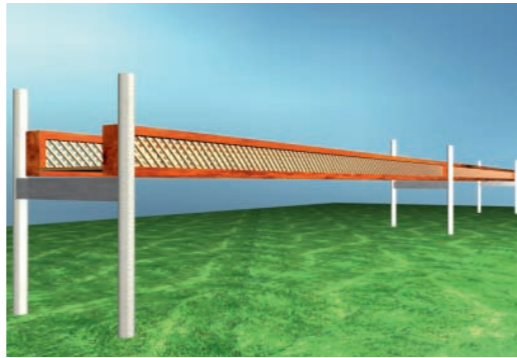
Freilich kann man die Fahrbahnplatte von Pylonen (Severinsbrücke, Köln) oder von Obelisken wie bei der Düsseldorfer Brückenfamilie mit Schrägseilen oder von Hängeseilen (Rodenkirchener Rheinbrücke, Köln) abspannen. Die Hängebrücken haben Hauptseile zur Überbrückung der Spannweite, von denen die Fahrbahnträger mit Seilen abgehängt werden. Pylon bedeutet griechisch Portal. Sophokles schwärmt in seiner *Antigone* von den sieben Pylonen von Theben. Die früheren Hängebrücken hatten auch Portale, sogar gemauerte, diese wurden allmählich zu Rahmen, bis man den Riegel weggelassen hat, wodurch sie zu Obelisken geworden sind; diese Obelisken heißen heute Pylone oder Pylonen. Die Hängebrücken bedürfen eines aussteifenden Fahrbahnträgers.

Der Bogen verbindet, die Pylonen markieren die Entfernung, insbesondere, wenn sie am Ufer stehen. Die Brücke hat nicht am Ufer stattzufinden, sondern über dem Wasser (Abb. 8).

Spannbandbrücken

Was wäre, wenn die Fahrbahn selbst ein Hängiband wäre? Als Gert Lohmer mir seinen Wettbewerbsentwurf für die Bosphorusbrücke, den er mit dem Ingenieur Ulrich Finsterwalder 1960 verfaßt hatte (Abb. 9), zeigte, war ich von der Idee begeistert. Es sollte vermieden werden, daß die Pylonen im Stadtbild mit den Minaretten konkurrieren. So entstand die Idee einer Spannbandbrücke mit einem 60 cm dicken Spannbetonband, dicht besetzt mit Spanngliedern. Einen Spannbandsteg kann man auch in Freiburg nahe dem Münster bewundern. Seitdem sind einige Brücken, bevorzugt Fußwegbrücken und Stege, als Spannbander gebaut worden. Ich brauchte zwei Jahrzehnte, bis mir klar wurde, daß man solche Brücken eigentlich nicht bauen sollte: Die Boporusbücke nach dem Entwurf von Lohmer und Finsterwalder zum Beispiel hätte eine Spannweite von einem Kilometer mit einer Steigung von 6 % gehabt, denn das Spannband – also die Fahrbahn – hätte bei dieser Konstruktion bis zum 15 m durchgehangen! Jetzt können Sie den zusätzlichen Kraftstoffbedarf und den CO₂-Ausstoß für die Überwindung der Höhen bei der heutigen Verkehrsdichte für 20 Jahre ausrechnen! Bei Fuß- und Radweg-Brücken ist die zusätzliche Anstrengung den Nutzern, besonders Rollstuhlfahrern, auch nicht zumutbar. Über die Verformung der Spannbandbrücken infolge Verkehrslast und die Schwingung der Fahrbahnplatte wollen wir gar nicht reden.

In Köln wollte man den Domtürmen keine Konkurrenz zumuten, weshalb die Haupttragkonstruk-



1. Steg für den Skulpturenpark in Kamp-Lintfort. Projekt. Stefan Polónyi mit Günther Uecker und Thomas Knabben.
2. Autobahnbrücke über die A 38 Leipzig-Süd. Projekt. Stefan Polónyi.
3. Brücke Emscher-Ost, Nordsternpark, Gelsenkirchen. Stefan Polónyi mit PADS Feldmeier & Wrede
4. Fußgängerbrücke über die Mülheimer Straße, Oberhausen. Stefan Polónyi mit Thomas Knabben.
5. Brücke über den Rhein-Herne-Kanal, Gelsenkirchen. Stefan Polónyi mit PADS Feldmeier & Wrede.
6. Tiergartenbrücke über die Mulde, Dessau. Stefan Polónyi mit Kister Scheithauer Groß.
7. Straßenbrücke Ripshorster Straße, Oberhausen. Stefan Polónyi mit Schülke & Wiesmann.

1. Pedestrian bridge for the sculpture park in Kamp-Lintfort. Project. Stefan Polónyi with Günther Uecker and Thomas Knabben.
2. Autobahn bridge across the A 38 Leipzig-Süd. Project. Stefan Polónyi.
3. Emscher-Ost Bridge, Nordsternpark, Gelsenkirchen. Stefan Polónyi with PADS Feldmeier & Wrede
4. Pedestrian bridge across the Mülheimer Straße, Oberhausen. Stefan Polónyi with Thomas Knabben.
5. Brücke über den Rhine-Herne Canal, Gelsenkirchen. Stefan Polónyi with PADS Feldmeier & Wrede.
6. Tiergartenbrücke across Mulde, Dessau. Stefan Polónyi with Kister Scheithauer Groß.
7. Street bridge Ripshorster Straße, Oberhausen. Stefan Polónyi with Schülke & Wiesmann.



Stefan Polónyi

Designing bridges. From footbridges to buildings over the river

Similar to churches, bridges are objects of orientation in the landscape or in towns. Their purpose is not only to surmount obstacles. Bridges should be accessible, trafficable artificial objects. The relation to their environs is of great importance.

The deck of bridges is more or less predefined. To avoid getting the people higher up than absolutely necessary, the slab should be as thin as possible. Hence it is wrong to put a beam or girder (T-beams, box girders) under the slab. The question arises: how should the walkway or the road deck be designed under these conditions?

For narrow bridges or pedestrian crossings we can include the guard rails for carrying: Possible are reinforced concrete balustrades or steel railings like at the Bissen project in Luxembourg. At the bridge for the sculpture park in Kamp Lintfort the bearing balustrade is of wood (illus. 1). Longer spans mean higher guard beams, which can be turned into a lattice box.

If there is enough room under the road deck, we can put the main carrying structure underneath. We can support it with a treelike spreading of tubular steel bars (illus. 2). This way the stone or concrete vaulting can be dissolved into »deer antlers«. The resulting multi-point support of the slab (every 5 m) allows an economic design.

Arched bridges

One can span the width with a line, a curve, an arch, from which the foot bridge or road deck is suspended. A single carrying arch is enough, but only when it is not parallel to the bridge (illus. 3), otherwise we need two. The concept of such bridges is not the addition of plane supporting elements, but a system in space. If the hangers are kept parallel, the statically ideal curve, avoiding any bending stresses, is the parabola. The curve looks more dynamic if the axes of the hangers have a common finite transversal (illus. 4), and end hangers can be eliminated from the continuous profile.

At the bridge over the Rhine-Herne Canal (illus. 5) the road deck crosses at 45° to the

canal's axis. Two parallel arches span the waterway at right angle to its axis. The curve is designed to eliminate bending stresses under dominant loading. At the Tiergartenbrücke over the Mulde in Dessau, the pedestrian way is curved, while the arch above is in an inclined plane, so the bridge stabilizes the arch. Two sine-curves carry the 50 cm thick reinforced concrete deck of the Riphorst Bridge in Oberhausen (illus. 7) and symbolize the traffic movement. The disposition of the supporting system is not column, beam, slab. Column and girder are one whole in space and carry the linear deck. These tubular steel structures, their curving lines, are sometimes called »calligraphic« or »minimal art«.

The principal span and the approach construction of a bridge form an entity and should be conceived as such.

Suspension bridges

The road deck may be suspended from pylons (Severin Bridge, Cologne), or from obelisks like the Düsseldorf bridge family, with vertical or inclined cables (Rodenkirchen Rhine Bridge, Cologne). Suspension bridges have principal cables to cover the span, from them the road deck is suspended by secondary cables. In Greek pylon means gateway. In his *Antigone* Sophocles rhapsodizes about the seven pylons of Thebes. Early suspension bridges had portals, even of masonry, by and by they became frames, until the crossbar was omitted and they turned into obelisks; they are called today pylons. The suspension bridges require a stabilizing pavement structure.

The arch connects, the pylons mark the distance, particularly if they are on the embankment. But the bridge must take place over the water, not at the abutment (illus. 8).

Stress-ribbon bridges

What if the road deck itself would be a suspended ribbon? When Gert Lohmer showed me the design competition for the Bosphorus Bridge, which he had elaborated in 1960 together with the engineer Ulrich Finsterwalder, I was enthusiastic about their idea (illus. 9). They wanted to

St. Paulus, Neuss-Weckhofen
1966/67

Architekten: Fritz Schaller mit Christian Schaller
Tragwerksplanung: Stefan Polónyi, Richard von Kalmar; Sachbearbeiter: Peter Koch
Ausführung: A. Gürtler

Das freitragende Stahlbetonfaltwerk bestimmt sowohl den »insektartig«¹ anmutenden Außenbau von St. Paulus als auch den von wenigen indirekten Lichtquellen beleuchteten, mystischen Innenraum. Das statische System ist nicht nur Tragwerk, sondern gleichzeitig auch Gestaltungsmittel.

In einer Art »Ping-Pong-Verfahren« – wie sie es nannten – haben die Architekten Fritz und Christian Schaller und Stefan Polónyi den Kirchenbau entworfen. Christian Schaller erinnert sich: »Mein Vater legte mir als Berufsanfänger den Entwurf für die Kirche St. Paulus in Neuss-Weckhoven zur Bearbeitung auf den Tisch. Über einem polygonalen Grundriß erhoben sich in den Seitenbereichen Faltwerke, die sich auf von Säulen getragene Längsträger des Mittelschiffs stützten. Das Licht fällt durch die Gitterträger oberhalb der abgehängten Decke des Hauptschiffes in den Raum. Die Mischkonstruktion mißfiel mir. Aus dem Studium standen mir freitragende Faltwerke vor Augen, ohne zu wissen, wie das bei dieser Entwurfs-

konzeption und Lichtführung zu bewerkstelligen wäre. Mein Vater, etwas genervt, ließ mir freie Hand unter der Bedingung, daß Grundrißfigur und Lichtführung beibehalten würden, und verwies mich an den Statiker. Offen gestanden, erwartete ich von dieser Seite wenig Bereitschaft, im fortgeschrittenen Planungsstadium solch grundlegende Änderungswünsche aufzugreifen. Aber der Statiker war Stefan Polónyi, und statt auf Abwehr stieß ich auf lebhaftes Interesse. Mit dem ihm eigenen Enthusiasmus setzte er sich sofort mit mir hin, um gemeinsam eine Lösung zu finden. Immerhin sollten bis zu 20 m frei überspannt werden, und der Schnitt mußte ohne »Hilfskonstruktionen« den Lichteinfall über dem Mittelschiff erlauben. Schritt für Schritt entwickelte er mit mir zunächst das Grundkonzept für das Tragwerk, erklärte den Kräfteverlauf und die Möglichkeit, das Faltwerk bis auf die tragenden Rippen auszuschneiden, um so den Lichteinfall zu ermöglichen. Dann war es wieder an mir, eine Lösung für den Schnitt zu finden, bei dem der Lichteinfall wie bei der Ausgangslösung über dem Mittelschiff in die Seitenbereiche und das begrenzende Faltwerk erfolgte, was mit seiner Unterstützung zu dem Modell eines Dreiecksbogens führte, bei dem die Faltung sich auf der Mittelachse in einer Kehle berührte. Es ist dieser kreative Dialog zwischen Tragwerksplaner

und Architekt, der die Zusammenarbeit mit Stefan Polónyi so überaus fruchtbar macht und immer wieder zu Lösungen führt, bei denen das Zusammenspiel von Architektur und Konstruktion so eng ist, das keines ein Eigenleben führt, das Ergebnis purer Einklang ist.«² Die komplexen Kräfteverhältnisse im Faltwerk ließen sich weder exakt berechnen noch im Modell genau nachvollziehen. Es konnten nur stark vereinfachte Annahmen rechnerisch ermittelt werden. So wurde das Tragverhalten am Institut für Modellstatik der Technischen Universität Berlin, das Polónyi mitaufgebaut hatte, an einem Acrylglasmodell mit Hilfe von Dehnungsmessungen überprüft.
UKJ

Gebauer, Emanuel, Fritz Schaller, »Der Architekt und sein Beitrag zum Sakralbau im 20. Jahrhundert«, in: *Stadtspuren. Denkmäler in Köln*, Bd. 28, Köln 2000, S. 314–322.
Polónyi, Stefan, Wolfgang Walochnik, *Architektur und Tragwerk*, Berlin 2003, S. 218–220.

¹ Siehe auch den Beitrag von Sonja Hnilica.
² Christian Schaller für diesen Katalog, 2012.

St. Paulus, Neuss-Weckhofen
1966/67

Architects: Fritz Schaller with Christian Schaller, Cologne
Structural engineers: Stefan Polónyi, Richard von Kalmar; administrator: Peter Koch
Contractor: A. Gürtler

The self-supporting folded reinforced concrete walls of St. Paulus define a mystic interior with few indirect sources of light. They appear from outside like an »insect«.¹ The structure does not only carry but is part of the design.

The architects Fritz and Christian Schaller called the planning of the church a »ping-pong procedure«. Christian Schaller recalls: »Professionally I was a beginner when my father put the preliminary design of the church St. Paulus in Neuss-Weckhoven on my table. Folded panels rose from a polygonal plan to the ridge beam of the nave that rested on columns. Light entered through lattice girders above the suspended ceiling. I did not like this mixed construction. From my studies I envisioned a columnless arrangement of folded plates, albeit not knowing how to solve the illumination. A bit nervously my father gave me free reign, on condition that I would keep the ground plan and illumination, and relegated me to the structural engineer. I surely did not expect important changes at this stage of planning, but the engineer was Stefan Polónyi and instead of repulsion I met with great interest. With his typical enthusiasm he sat down with me, for finding together a solution. After all 20 m had to be spanned and no auxiliary structures were to interfere with light coming to the nave. Step by step he developed with me the concept of the structure, explained the flow of forces and the possibility of opening the folds up to the bearing ribs, to admit the light. Then I had to study the section where originally the light was entering from the top of the nave. With his encouragement it led to the model of a three-hinged arch, with the folds meeting at the ridge. This creative dialogue between structural engineer and architect is extremely fruitful and produces solutions, which make for such intense interplay of architecture and structure that they become one pure whole.«²

The complex forces in the folded structure could neither be exactly calculated nor simulated by modeling. By tensile stress measurements of an acrylic glass model, the bearing behavior of the structure was tested at the Institute of Structural Modeling at Berlin Technical University, which it self had been founded with the help of Polónyi.
UKJ

Emanuel Gebauer, Fritz Schaller, »Der Architekt und sein Beitrag zum Sakralbau im 20. Jahrhundert«, in: *Stadtspuren. Denkmäler in Köln*, vol. 28, Cologne, 2000, pp. 314–322.
Polónyi, Stefan, Wolfgang Walochnik, *Architektur und Tragwerk*, Berlin 2003, pp. 218–220.

¹ See the article by Sonja Hnilica.
² Christian Schaller for this publication, 2012.



Donaubrücke in Budapest-Süd (Albertfalva-Csepel)

2008
Entwurf und Tragwerksplanung: Stefan Polónyi mit Zoboki Dem

»Schlange frißt Dackel«, lautet der Arbeitstitel für eine Living Bridge über die Donau. Die Brücke soll ein neues Gebiet im Süden von Budapest erschließen und den Fernverkehr zwischen West-Ungarn und der Tiefebene um die Hauptstadt herumführen. So sollen auf der unteren Ebene der Brücke Verkehrsstraßen für den Straßen- und Schienenverkehr untergebracht werden, darüber könnten sich Flächen für Ladenlokale, Gastronomie, Kleingewerbe, Büros, ein Hotel und exklusive Wohnungen erstrecken. Die Tragkonstruktion besteht aus zwei Stahl-Fachwerkträgern und der umfassenden Stahl-Gitterschale, sie bilden ein durchlaufendes Dreifeld-Tragsystem.
UKJ

Polónyi, Stefan, *Brücken*, Essen 2012.
www.livingbridge.eu

Bridge over the Danube in South Budapest (Albertfalva-Csepel)

2008
Design and structural engineering: Stefan Polónyi with Zoboki Dem

»Snake devours dachshund« is the working name of a living bridge over the Danube. The bridge is to open up a new area south of Budapest and to reroute around the capital all through traffic between western Hungary and the lowlands. Traffic lanes for road and rail traffic are at bottom level, above which there are areas for shopping, gastronomy, artisans, offices, a hotel and exclusive apartments. The structural system consist of two trussed steel girders and an enclosing three-dimensional shell of steel, constituting a continuous three-bay structural system.
UKJ

Polónyi, Stefan, *Brücken*, Essen, 2012.
www.livingbridge.eu

