

Zeitschrift: Werk, Bauen + Wohnen
Herausgeber: Bund Schweizer Architekten
Band: 70 (1983)
Heft: 12: Ingenieurbaukunst = L'art de l'ingénieur = The art of engineering

Artikel: Ästhetik und Geschichtlichkeit im Denken des Ingenieurs
Autor: Calatrava, Santiago / Fumagalli, Paolo / Jehle-Schulte Strathaus, Ulrike
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-53559>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 30.01.2025

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

Ästhetik und Geschichtlichkeit im Denken des Ingenieurs

Gespräch mit Santiago Calatrava

Das Gespräch, das die Redaktoren mit dem Ingenieur und Architekten Santiago Calatrava führten, kreiste um Themen, die den Ingenieur allgemein heute scheinbar nur am Rande beschäftigen, die aber dennoch von zentraler Bedeutung für seine Tätigkeit sind: Ästhetik und historisches Bewusstsein.

Entretien avec Santiago Calatrava

L'entretien que les rédacteurs ont mené avec l'ingénieur et architecte Santiago Calatrava cernait des thèmes qui, aujourd'hui, semblent n'occuper l'ingénieur que marginalement, mais qui sont pourtant d'une signification centrale pour son activité: esthétique et conscience historique.

Conversation with Santiago Calatrava

The conversation which the editors had with the engineer and architect Santiago Calatrava dealt with topics which in general only seem to concern the engineer peripherally but which are of central importance for his activity: aesthetics and historical consciousness.

PF: Man glaubt sehr oft, der Entwurf für Ingenieurbauten sei ein rein mathematisches, objektives Verfahren. Wenn das so wäre, hiesse das, dass der Ingenieur keine Wahl hätte. Mathematik und Statik sind aber nur Mittel für die Dimensionierung der Strukturen und Mittel, um die Möglichkeiten zu prüfen. Der Entwurf ist ein Prozess, um Strukturen, Varianten, Dimensionierungen, Materialien zu wählen. Der Entwurf eines Ingenieurs ist also nicht ein objektives, sondern ein subjektives Verfahren: und das heisst, dass es auch ästhetische Probleme gibt.

SC: Der Entwurf des Ingenieurs ist durch zwei Problemkreise bedingt: zunächst gibt es einen Hintergrund von zu lösenden Problemen. Wenn man zum Beispiel eine Hängebrücke oder eine Bogenbrücke machen will, muss man ein System erfinden. Die Wahl zwischen Hänge- oder Bogenbrücke ist von der Wirtschaftlichkeit des Systems, vom Ort, von den technischen Einrichtungen usw. abhängig. Ist einmal das System gewählt, steigt man in den eigentlichen Entwurf dieses Objektes oder dieses Systems ein. In diesem Moment ist das Verfahren sehr subjektiv, aber immer im Sinne des konstruktiv richtigen Baus und strukturell richtigen Verhaltens. Die Mathematik als reine Rechenwissenschaft kommt später. Es gibt sicher von der Seite des Ingenieurs gewisse objektive Grundprinzipien: die Rücksichten auf das Bestehende, auf die Wirtschaftlichkeit des Sy-

stems, das Wählen einer konstruktiv richtigen Lösung. Die Haltung des Ingenieurs diesen Problemen gegenüber ist sicher subjektiv und spielt eine grosse Rolle. Wieweit diese subjektive Haltung wichtig ist, ändert von Fall zu Fall, von Situation zu Situation, von Ort zu Ort. Aber grundsätzlich gehören die persönliche Interpretation der konstruktiven Elemente und die Freiheit im Gebrauch der Technik – ob man eine Chromstahlschraube oder eine feuerverzinkte Schraube wählt – zur Freiheit des Ingenieurs, wo er sich formell ausdrücken kann. Es gibt sicher einen Bezug zu den bestehenden Systemen. Es gibt Überlegungen, die die Ökonomie, den Ort, die Wahl des konstruktiven Systems betreffen: aber in jeder Stufe ist der Ingenieur in der Lage, sich auf sich selber und seine Vorstellungen zu beziehen. Das Denken des Ingenieurs ist sicher sehr stark in den Grundprinzipien der Mechanik und in der Mathematik verankert. Ich bin überzeugt, dass noch heute der Ingenieur wie auch der Architekt Freiheiten hat, um seinen Formwillen, seine Sensibilität auszudrücken.

PF: Im Moment, wo man eine Brücke entwirft, wo die Form ein bestimmtes statisches Verfahren impliziert: welches sind die Beziehungen zwischen Form und System, wie weit ist die Statik ein Mittel, um eine Form zu erreichen?

SC: Beim Bau einer Brücke kann man sich ganz sicher erlauben, etwas an-

deres zu machen als das, was die reine Statik, der Bauvorgang oder die zur Verfügung stehenden Konstruktionsmittel diktieren. Die grundsätzlichen Probleme sind hier, wie die Brücke tragen soll, wie sie gebaut werden soll und welche Materialien zur Verfügung stehen. Diese drei Punkte bedingen die Brücke, und die Verfolgung sowohl der Statik als auch des Bauvorgangs und die richtige Analyse der Konstruktionsmittel sind sicher Voraussetzungen für den Erfolg. Aber die Statik ist eine Wissenschaft, die uns ganz abstrakte Andeutungen gibt, die nachher noch in Formen übersetzt werden müssen. Wenn ich ein Drei- oder Zweigelenksystem wähle, ist das sicher durch die Statik und den Bauvorgang bedingt, aber damit habe ich einen grossen Schritt für das definitive Aussehen meines Bauwerkes getan. Dazu kommt, dass meine Lösung von der Materialwahl und der Wirtschaftlichkeit bedingt ist, aber bei der ersten Wahl am Anfang des Prozesses liegt die Freiheit des projektierenden Ingenieurs. Wenn eine bestimmte Lösung gewählt ist, folgen andere Entscheidungen, die nicht von der Mathematik beeinflusst werden: die Wahl der Dicke, der Stärke der Wände, der Typ der Auflager, der Schattenfugen am Rand der Fahrbahn einer Brücke usw.: eine grosse Menge von Problemen, die der Ingenieur nach seiner subjektiven Sensibilität lösen muss. Aber die Statik bleibt sicher die Basis der Entscheidungen punkto Formgebung, Grundlage für die erste Konzeption der Brücke.

PF: Die formale Bewertung muss also an dieser konkret begründeten Basis bleiben, kohärent mit dem statischen Modell. Die Betrachtungen von Giedion oder Bill zum Beispiel befinden sich dagegen auf einer romantischen Ebene.

SC: Die Brücke ist immer ein Vorstoss an die Grenzen der Statik und der Möglichkeiten. In dieser Hinsicht kann die Brücke Salginatobel in Schiers von Maillart gewisse Emotionen und subjektive Wertungen hervorheben, aber es ist eine Brücke, die nur von der Statik motiviert ist. Man kann jeden Teil dieser Brücke – von der Verbreiterung der Bogenplatte bis zu den Abstützwänden, die die Brücke tragen – durch die Statik überprüfen. Die Hängebrücken sind auch klare Beispiele, wo Form und Material die Statik ausdrücken: was trägt, was zieht usw. Max Bill motiviert in seinem Buch über Maillart die Form der Stützen der Brücke über den Fluss Arve mit romantischen Gedanken, indem er sie mit ägyptischen Figuren vergleicht. Dagegen übersetzt die Form dieser Stützen ein rein statisches Problem: wo die Seitenkräfte, bei einer konstanten Sorge bezüglich Materialersparnis, übernommen werden. Die Gefahr ist, dass die Grundformen der Ingenieurarbeit auf eine subjektive Art interpretiert werden. Aber die Stärke des Ingenieurs liegt darin, dass die entworfenen Formen – wenn sie richtig sind – das Resultat einfacher Gedankengänge sind, wobei natürlich «einfach» nicht «simpel» heisst. Die Form entspricht also den statischen Gedanken, entspricht den Kräften; bei Maillart sind die Magazzini Generali in Chiasso das beste Beispiel einer Übersetzung rein theoretischer Gedanken über Statik in eine Form. Man kann Maillart mit Nervi vergleichen: zwei verschiedene Welten. Bei Maillart sind die Formen durch die Statik motiviert, sind Instrumente, um die Kräfte, die Momentlinien, die Querkräfte usw. zu lösen. Bei Nervi ist es mehr die Geometrie, bei der im Hintergrund natürlich ein statisches Ziel steht, aber viel weniger analytisch und viel weniger synthetisch. Vielleicht auch, weil Nervi mehr in das gebunden ist, was man als «Architektur vom Ingenieur» bezeich-

net. Maillart dagegen ist kein Architekt, er ist Ingenieur. Seine Bauten sind schön, weil die Bauten der Ingenieure schön sein können.

PF: Man hat von Maillart und Nervi gesprochen: welches Gewicht haben diese historischen Figuren für einen jungen Ingenieur? Welches sind die wichtigsten historischen Figuren und ihr Erbe?

SC: Neben Maillart würde ich durchaus Freyssinet erwähnen und auch andere wie Finsterwalde oder Torroja. Bei meinem Studium im Poly habe ich Christian Menn kennengelernt, der für mich der beste Übersetzer und Anwender der Arbeit Maillarts ist. In dieser Hinsicht finde ich, dass die Lehre dieses historischen Erbes auf zwei Ebenen interessant ist. Einerseits sind es Leute, die die Grundlagen der neuen Materialien und neuen Technologien in Bauten übersetzt haben; gleichzeitig sind es auch Leute von beispielhafter Haltung, die unter Schwierigkeiten für die neuen Ideen gekämpft haben, auch gegen das Establishment. Der interessanteste Fall ist Freyssinet mit seiner Erfindung der Vorspannung und seinem Kampf für eine industrielle Anwendung: heute kann man ohne Vorspannung fast nicht mehr bauen. Das Erbe liegt also in diesen zwei Bereichen: einerseits im Vertrauen in neue Technologien und der Fähigkeit, diese Technologien in Formen und Bauten zu bewältigen, andererseits im Mut, an die neuen Technologien zu glauben, im Glauben, dass die Grenzen noch nicht erreicht sind. Heute stehen den Ingenieuren neue Materialien zur Verfügung, die mit demselben Mut wie damals Quelle für neue Formen sein könnten.

UJ: Wie weit spielt in der Ausbildung der Ingenieure und natürlich auch im Beruf das Bewusstsein der Geschichtlichkeit eine Rolle? In der Ausbildung der Architekten ist die Architekturgeschichte ein Pflichtfach, und das Bewusstsein der Geschichtlichkeit spielt heute in der Architektur eine grosse Rolle. Wie weit trifft das auch bei Ingenieuren zu?

SC: In der Ausbildung hört der Ingenieur von Ingenieurbaugeschichte gar nichts. Ich finde das Argument von zwei Seiten her interessant. Von einer rein pragmatischen Seite ist das Studium von Bauten anderer Ingenieure sicher eine Quelle von Anregungen und Ideen. Also eine Geschichte der Konstruktion, die eine Quelle interessanter Gedanken ist. Das könnte sich im Wiedererfinden von Lösungen widerspiegeln. Diese gefundenen Lösungen in der Geschichte lassen sich mit den jetzigen Mitteln und Techniken kombinieren. Das Fehlen dieser historischen Kenntnisse ist sicher lamentabel. Andererseits gibt es auch das Bewusstsein, dass der Ingenieur auch eine Reihe von Beiträgen geleistet hat, die nicht nur als reine Ingenieurbauten zu verstehen, sondern sogar in den Annalen der Kunst zu finden sind. Das gibt ein Bewusstsein, das den Ingenieuren meistens fehlt: Der Bezug zu seiner kulturellen Geschichte. In der Welt der Ingenieure gibt es auch diese Kultur, nicht nur die wirtschaftlichen oder technischen Argumente. Es gibt eine Barriere für die persönliche Interpretation der Rolle des Ingenieurs in der Gesellschaft: der Ingenieur ist nicht in der Lage, seine eigene Geschichte und seinen eigenen Beitrag zur Kultur zu erkennen.

UJ: Wenn historisches Bewusstsein vorhanden ist – und ich denke an die Architektur –, kann man sehen, dass Architekten in den letzten Jahren mit diesem historischen Material arbeiten, das uns die Architekturgeschichte liefert. Ich denke an die Postmoderne. Geschichte ist etwas, das zur Verfügung steht, dessen man sich bedienen kann. Historisches Bewusstsein bedingt Verfahren, bei denen man Elemente der Geschichte zu Verwirklichung der Bauwerke verwendet. Das scheint bei Ingenieurbauten nicht der Fall zu sein. Die Probleme bei einer Brücke sind die technischen Bedingungen: aber gibt es auch die historischen, gattungsgeschichtlichen Bedingungen? Gibt es die Anwendungsmöglichkeiten bereits vorhandener Bilder, die die Ingenieurbaukunst geliefert hat?

SC: Seit meinen ersten Entwürfen war das Vergegenwärtigen historischer Werke immer wichtig: es gibt Beziehungen zu Maillart, zu Torroja, zu Nervi. Zwar immer mit Abwandlungen, mit einem Materialwechsel, wo zum Beispiel Beton gebraucht wurde, habe ich versucht, mit Stahl zu arbeiten oder umgekehrt. Und vor allem mit einer bedingungslosen Anpassung an die bestehenden Techniken. Wir haben eine Analyse von bestehenden historischen Beispielen gemacht, sonst hätte ich keine Gelegenheit, mich so intensiv mit solchen historischen Bauwerken zu beschäftigen und ihr statisches Dasein zu interpretieren. Mit dieser Übung des Ersetzens von Materialien kann ein Ingenieur interessante Lösungen bringen. Bei Maillart und Torroja ist der Formenreichtum sehr beschränkt, und heute ist es natürlich ähnlich. In dieser Hinsicht ist das Rückblicken auf diese historischen Werke sehr positiv und interessant.

UJ: Über die Rezeption durch Nicht-Fachleute: wenn ein Bauwerk fertig ist, sieht man die eigentlichen Probleme, die zur Lösung des Bauwerkes geführt haben, nicht mehr. Nur die Kenntnis der Geschichte des Bauvorgangs erlaubt das Erkennen der Besonderheiten eines Baus. In diesem Zusammenhang kann ich mir vorstellen, dass ein Ingenieur dazu neigt, mit expressiven Formen (Nervi) die Probleme, die dahinterstecken, im Endprodukt sichtbar und spürbar zu machen.

SC: Es ist ein Problem der Perzeption. Es gibt unzählige Beispiele, wo einzelne Phasen des Bauwerkes viel interessanter und ausdrucksvoller sind als das Endprodukt. Die Ingenieurarbeit ist – von ihrer Natur her – sehr zweckbedingt: eine Brücke dient der Überbrückung des Raumes zwischen zwei Teilen, aber die Entscheidungen, wie der Bogen, die Fundamente zu konstruieren sind, sind Dinge, die den Augen für immer versteckt bleiben. Es gibt zwei Arten, auf das Problem einzugehen: entweder ist man von dem, was man sieht, beglückt, oder man sucht den ganzen Gedanken im Bauwerk nachzuvollziehen. Mir kommen zum Bei-

spiel die Decken von Nervi in den Sinn, die nach den Isolinien der Momente gestaltet sind. Die Anwendung der Elastizitätstheorie, das Denken an Materialspannungen, hat sich in Linien, krummen Linien, Kräftefeldern in den Platten gezeigt: sie hatten das statische Problem zum Ausdruck gebracht – eine ästhetische Befriedigung durch das Nachvollziehen logischer Prozesse eines Bauwerkes. Aber diese expressionistischen Lösungen bedingen nicht die endgültige Qualität des Bauwerkes. Ich würde sogar sagen, dass der «Geheimcharakter» der Ingenieurbauten, wo bestimmte Elemente versteckt bleiben, einen besonderen Reiz ausmacht. Es gibt sehr wenige Bücher über Ingenieurbauten, die für den Ingenieur wirklich bedeutungsvoll sind. Warum? Weil sie Fotos von fertig erstellten Bauwerken zeigen, ohne Bezug zum Bauvorgang. Ich spreche als Ingenieur, aber ich glaube, dass diese Bücher dem Leser ein falsches Bild vermitteln. Der Leser glaubt, dass das abgebildete grosse Bauwerk auch eine grosse Leistung des Ingenieurs sei. Aber sehr oft besteht die Leistung nicht in der grossen Spannweite, sie liegt dagegen in den Fundamenten oder in der Meisterung mechanischer Probleme oder in internen Teilen des Bauwerkes.

PF: Zitat von Torroja: «Diese Frage der unsichtbaren Stärke ist von grundsätzlicher Bedeutung im Baufach. Man könnte sagen, dass sie im Spiel des von den sichtbaren einhüllenden Flächen umschlossenen Rauminhalts, eine vierte Dimension darstellt.»

UJ: Zum Problem der Unsichtbarkeit, dieser vierten Kraft, wie Torroja sie nennt: Man hat sehr oft zwei Bilder im Kopf, einerseits das Bild des Ingenieurs, dessen Arbeit von ökonomischen, mathematischen Bedingungen abhängig ist; andererseits das Bild des Architekten, dessen Arbeit den Formproblemen gewidmet ist. Ich glaube, dass auch viele Architekten die Arbeit des Ingenieurs unter dem Aspekt betrachten, zu entscheiden, was zu bauen möglich oder nicht möglich ist.

SC: Es gibt ungeheuer subjektive Einschätzungen der Rolle des Ingenieurs, die sich ausschliesslich an der Berechnungsarbeit des Ingenieurberufs orientieren, wonach auch der Architekt nur in dieser Richtung motiviert wird. Gewisse Architekten zwingen den Ingenieur, sich einzelnen Arbeiten gegenüber so zu verhalten, wie sie es sich vorstellen. Die eigentliche Aufgabe der gemeinsamen Formgebung, der gemeinsamen Suche nach einer konkreten Lösung ist nur in seltenen Fällen möglich. Aber es gibt auch Fehler von seiten der Ingenieure, die sehr oft glauben, dass nur sie Bauten von wirklicher Gültigkeit erstellen, nur sie grosse Leistungen erbringen können, aber niemals die Architekten. Es sind heute zwei verschiedene Welten. Dabei ist die Problematik der Kräfte die eigentliche Architekturaufgabe, wie das Licht die Problematik der Malerei ist. Man baut in einem Kräftefeld, das von der Gestaltung eines Stuhls bis zur Gestaltung eines Dachstuhls reicht. Die Kräfte sind da, sie prägen direkt oder indirekt, sichtbar oder verborgen. Das Problem der Kraft ist die permanente Konstante in der ganzen Architektur, deshalb ist die Kommunikation zwischen dem entwerfenden Architekten und dem rechnenden Ingenieur so wichtig.



Perspektive / Perspective / Perspective view