Beton in der Kunst: Möglichkeiten freier und baugebundener Skulptur

Autor(en): **Rotzler, Willy**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **96 (1978)**

Heft 43

PDF erstellt am: **15.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-73771

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

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

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

HERAUSGEGEBEN VON DER VERLAGS-AKTIENGESELLSCHAFT DER AKADEMISCHEN TECHNISCHEN VEREINE, 8021 ZÜRICH, POSTFACH 630

Beton in der Kunst

Möglichkeiten freier und baugebundener Skulptur

Von **Willy Rotzler**, Hausen am Albis

Man kann die Produkte bildhauerischer Tätigkeit im Verlauf der Kunstgeschichte nach *stilistischen*, also *formalen* Gesichtspunkten ordnen; man kann sie auch nach *Aufgaben*, also *funktionellen*, oder nach *Inhalten*, also *thematisch-ikonographischen* gliedern. Jeder dieser Gesichtspunkte ist in seiner Art nützlich, liefert Informationen über das einzelne Werk, seinen Schöpfer, die Gesellschaft seiner Zeit, die Möglichkeiten, Zielsetzungen, Leistungen eines Zeitalters überhaupt.

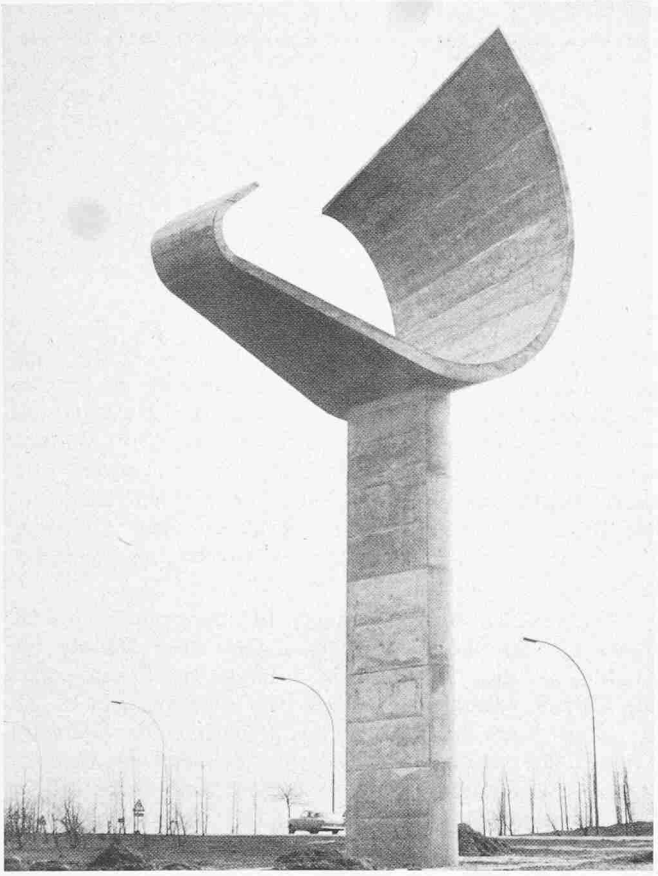
Vor allem bei der Skulptur spielt jedoch auch der *Gesichtspunkt des Werkstoffes und seiner Technik* eine wesentliche Rolle. Die grob mit einer Steinaxt aus der Felswand gehauene Frauenfigur der Altsteinzeit ist etwas anderes als das mit einem feinen Steinschaber aus Elfenbein geschnitzte Fruchtbarkeitsidol derselben Kulturstufe. Die von *Rodin* mit höchster Perfektion aus durchscheinend weissem Marmor herausgeholten Figuren unterscheiden sich wesentlich von seinen gleichzeitigen spontanen Bronzen gleicher Thematik. Die Betonskulptur von *Robert Müller* vor dem *Kunsthaus Zürich* hat nur wenig gemein mit seinen geschmiedeten Eisenplastiken. Und so fort.

Walter Kretz: «Betonsäule», 1972. Höhe: 4,5 m. Kraftwerk Bannwil

Während Jahrtausenden haben sich die *eigentlichen Bild-Hauer* mit den Werkstoffen *Holz, Stein* oder *Marmor* beschäftigt. Zu ihnen kommen die *Schnitzer von Kleinplastiken* aus *Hartholz, Knochen, Elfenbein* usw. Daneben gibt es seit der Jungsteinzeit (6000 v. Chr.) das *Modellieren der bildsamen Tonerde*, die – ähnlich wie die Gefässkeramik – zur besseren Haltbarkeit gebrannt werden kann. Mit dem «ehernen Zeitalter», also der Bronzezeit (2000 v. Chr.), werden Skulpturen auch in *Bronze* gegossen, entweder nach einem Tonmodell oder – vor allem bei kleinen Formaten – nach einem Wachsmodell im «Cire perdue»-Verfahren. Erst in nachchristlicher Zeit (und in der Volkskunst) kommt es von den Schmiedetechniken des Eisens her auch zu *geschmiedeten Eisenskulpturen*, die allerdings erst im 20. Jahrhundert eine grosse Rolle spielen. Nur sporadisch findet sich der *Eisenguss*, im Orient früher als in Europa, wo Skulpturen aus Gusseisen im Rahmen der Geschütz- und Ofengiesserei seit dem 16. Jahrhundert auftauchen und mit dem Aufschwung der Eisenindustrie im 18./19. Jahrhundert etwa für Brunnenfiguren eine gewisse Bedeutung erlangen.

Bis zum 19. Jahrhundert hat sich also die Skulptur zur Hauptsache auf die traditionellen Werkstoffe Stein, Holz, Ton und andere keramische Erden, auf Bronze und Eisen konzentriert. Der *Gips* – ähnlich wie Wachs seit der Antike verwendet – hatte meist die Funktion eines *leicht formbaren Materials für Studien und Modelle* (Modell- und Formgips) sowie für *dekorative* Arbeiten (Stuckgips). Seine gute Verformbarkeit, das rasche Abbinden und damit die Möglichkeit, mit Messer, Raspel und dergleichen das erhärtete Material mechanisch nachzubearbeiten, dies alles hat dazu geführt, dass allmählich und besonders seit dem 19. Jahrhundert Gips zum wichtigsten *Entwurfsmaterial* des Plastikers geworden ist. Da der bequemen Verformbarkeit des Materials seine Verletzlichkeit und Vergänglichkeit gegenübersteht, wurde Gips nur punktuell und temporär für endgültige Werkausführungen verwendet. Die Künstler des 19. Jahrhunderts hielten deshalb Ausschau nach einem Werkstoff, der leicht verformbar, aber dauerhafter als Gips ist. Gleichzeitig sollte dieser Werkstoff billiger sein als die bisher für Güsse verwendete Bronze.

Seit der fabrikmässigen Herstellung von *Portland-Zement* in *England*, 1824, in *Deutschland* und *Frankreich* um 1850, hat sich auch die Kunst für den neuen Werkstoff interessiert, zunächst allerdings nur zögernd. Auslösendes Moment mag die Tatsache gewesen sein, dass neben dem Baugewerbe ein wichtiges frühes Anwendungsgebiet für Zementgüsse die



Jacques Moeschal: «Signal Monument» (1963). Höhe: 23 m. Zellik (Belgien), an der Autobahn Brüssel–Ostende

fabrikmässige Herstellung von Objekten aus sogenannten *«Kunststeinen»* war: *Bodenplatten, Schleifsteine, Mühlsteine, Baluster* für Brüstungen und andere dekorative Gussfiguren – Werkstücke also, wie sie bisher der Steinmetz gefertigt hatte. Es ist auch daran zu erinnern, dass auf der Pariser Weltausstellung von 1855 *Jean-Louis Lambot* ein Boot zeigte, dessen Betonplanken mit Eisen armiert waren. Kurz später erwarb in Paris der Gärtner *Joseph Monier* ein Patent für *Blumenkübel in Zementguss,* die mit Eisennetzen armiert waren. Da handelte es sich, so stellten die Künstler fest, um in sich selbständige «plastische» Objekte von schalenartigem Charakter, die das neue Material – in Hohlformen giessbar und dank der Armierungsnetze formal sehr flexibel – auch für die Kunst interessant machten.

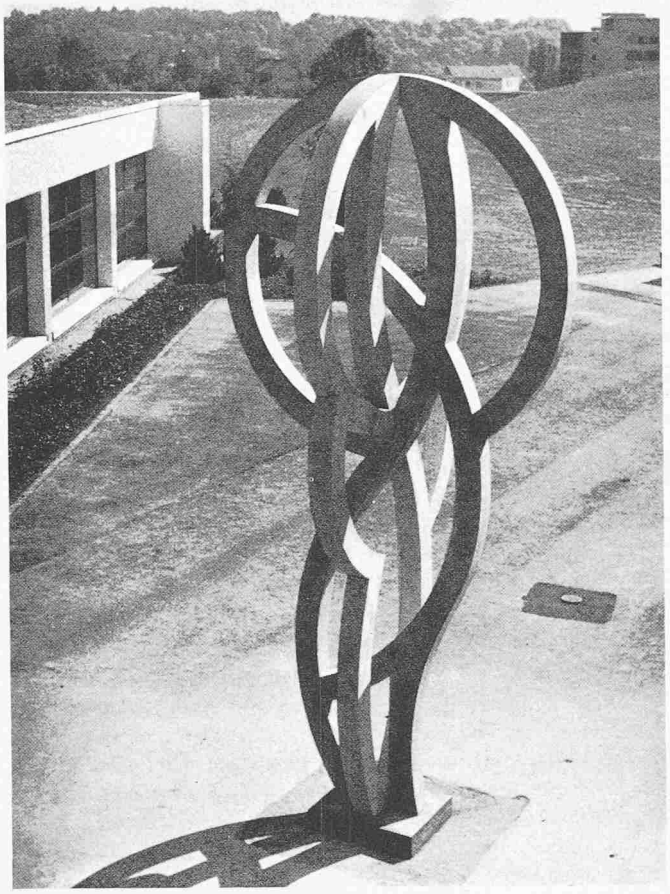
Merkwürdigerweise war aber die Zeit – die Pionierzeit des Stahlbetonbaues bis zu den kühnen Leistungen von *François Hennebique* – noch nicht reif für eine sinngemässe Verwendung von Beton oder gar Stahlbeton in der Kunst. Die grossen Bildhauer, die als die Initianten der Plastik des 20. Jahrhunderts gelten können – *Rodin, Bourdelle, Maillol* u.a. – bleiben der traditionellen Bronze treu, wo der Formausdruck des Entwurfs oder die Aufgabenstellung eine Gusstechnik nahelegten. Erst seit dem Beginn unseres Jahrhunderts mehren sich, nach wie vor verschämt, die «Kunststeingüsse». Dass solche Zementgüsse von Skulpturen noch lange als nicht eigentlich «kunstwürdig» angesehen wurden, geht u.a. daraus hervor, dass grosse Unsicherheit darüber bestand, ob Werke in diesem Material und dieser Verarbeitungstechnik als Nachfahren der Steinskulptur oder aber der Bronzeplastik zu verstehen seien.

Merkwürdig ist auch, dass die Kunstliteratur über diese Frühphase der Zement- und Betonskulptur kaum wesentliche Informationen liefert. In den meisten Wörterbüchern der Kunst fehlen noch heute die Stichworte Zement, Zementguss, Englischer Zement, Beton, Eisenbeton, Stahlbeton. Dass mit unserem Jahrhundert neue Werkstoffe mit ihren Techniken Einzug in die Plastik gehalten haben, wird offenbar ignoriert. *Marcel Joray* kommt das Verdienst zu, wohl als erster mit seinem Bildband «Le Béton dans l'art contemporain» (Editions du Griffon, Neuchâtel 1977) das Thema als solches überhaupt erkannt zu haben. Bis dahin war der wichtigen Frage nicht nachgegangen worden, in welcher Weise Zement und Beton als neue Materialien mit ihren spezifischen Verarbeitungsmöglichkeiten einen bestimmten Formausdruck der Skulptur voraussetzen — und ihrerseits bewirken.

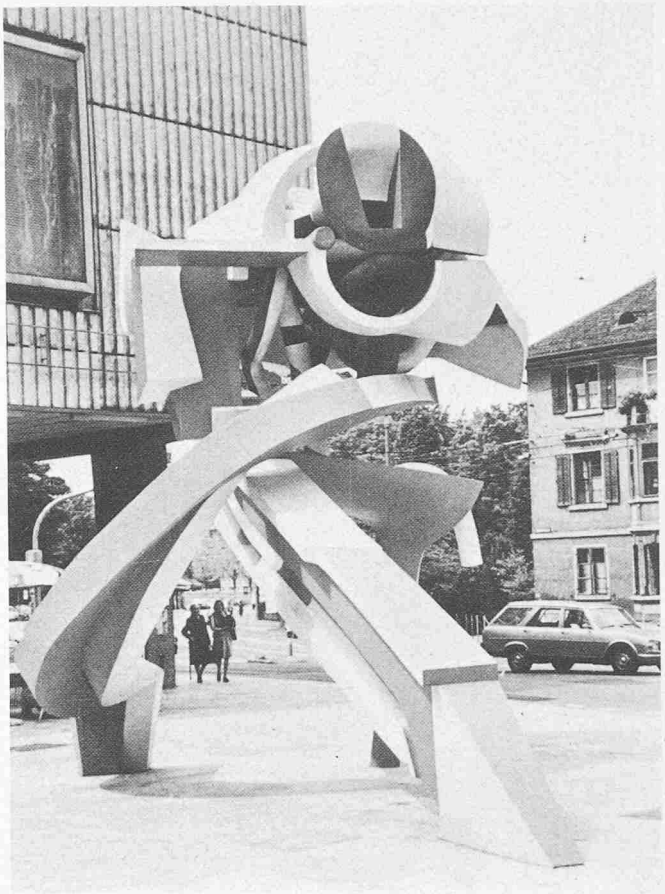
Anders gesagt: Solange die Gusstechnik auf Zementbasis den Charakter eines Ersatzes hatte, stellte sich kaum die Frage nach spezifischen Gestaltungsmöglichkeiten in diesem Material. Dieser Frage stand auch der damalige figürliche plastische Stil noch entgegen. In einem langwierigen Abstraktionsprozess musste sich die Plastik in den beiden ersten Jahrzehnten unseres Jahrhunderts von ihren Bindungen ans Figürliche befreien und in die Ungegenständlichkeit vorstossen. Erst im Gefolge des *Kubismus,* nach 1910, tauchen Gestaltungen auf, die den «plastischen Körper» nicht länger als eine mehr oder weniger stilisierte organische Figur verstehen, sondern als einen aus stereometrischen Teilformen aufgebauten *Formkomplex.* Der Russe *Alexander Archipenko* war einer der ersten, die derartige «abstrakte Figuren» bewusst für den *Zementguss* konzipierten. Noch einen Schritt weiter führte um 1920 die ungegenständliche, konstruktive Kunst. 1924 hat der Belgier *Georges Vantongerloo,* Mitglied der «Stijl-Bewegung», in Zement orthogonale kubische Konstruktionen architektonischen Charakters geschaffen, die in die Richtung einer möglichen Betonskulptur weisen. Damit waren von der Entwicklung der Skulptur her die formalen Voraussetzungen für ein Gestalten in Beton geschaffen.

Die wichtigsten Anstösse für eine eigenständige Betonskulptur kamen jedoch von der andern Seite her: vom *Stahlbeton* in der Architektur. Stimulierend war hier die Einsicht, dass der Betonbau nicht eine Konstruktion oder Montage aus Teilelementen darstellt, wie bei anderen Bautechniken, sondern dass er *monolithischen Charakter* hat, dass er ein Gebilde «aus einem Guss» darstellt. So konnte ein Bauwerk in Stahlbeton als eine – zwar praktischen Zwecken dienende – Riesenskulptur verstanden werden. Der *Beton-Skelettbau* entsprach dem in der Plastik auftauchenden *Konzept der «Raumplastik»,* dem offenen, gitterartigen, gerüsthaften plastischen Werk, das in den Raum ausgreift, Raum umschliesst, Raum in sein Inneres einströmen lässt. Anderseits entsprach der *Massivbau* in Beton dem Konzept der *«Volumenplastik»,* dem plastischen Körper, der in kubischer oder organisch gerundeter Begrenzung sich gewissermassen mit seiner Aussenhaut dem umgebenden Raum entgegenstemmt. Es ist unverkennbar, bedürfte aber noch der genauen Untersuchung, dass die bedeutenden Leistungen des Stahlbetonbaues, wie sie seit den zwanziger Jahren in allen Ländern mit dem *«neuen bauen»,* aber auch mit dem eigentlichen *Ingenieurbau (Maillard, Nervi* u.a.) sich mehrten, die Vorstellungen des Plastischen in der Kunst stark beeinflusst haben.

Das ausdrückliche Bekenntnis zur «Funktionalität» in allen Bereichen der Gestaltung – Architektur, Möbel, Geräte u.a. –, wie es für die zwanziger und frühen dreissiger Jahre typisch ist, beschränkte den Anwendungs- und Wirkungsbereich der freien Kunst. Die «technische Schönheit» wurde als so stark und eindrucksvoll empfunden, dass etwa die Frage der Ausstattung eines Bauwerkes – oder seiner unmittelbaren Umgebung – mit freier Kunst sich kaum stellte. Wo bei repräsentativen Bauten dennoch der Wunsch nach

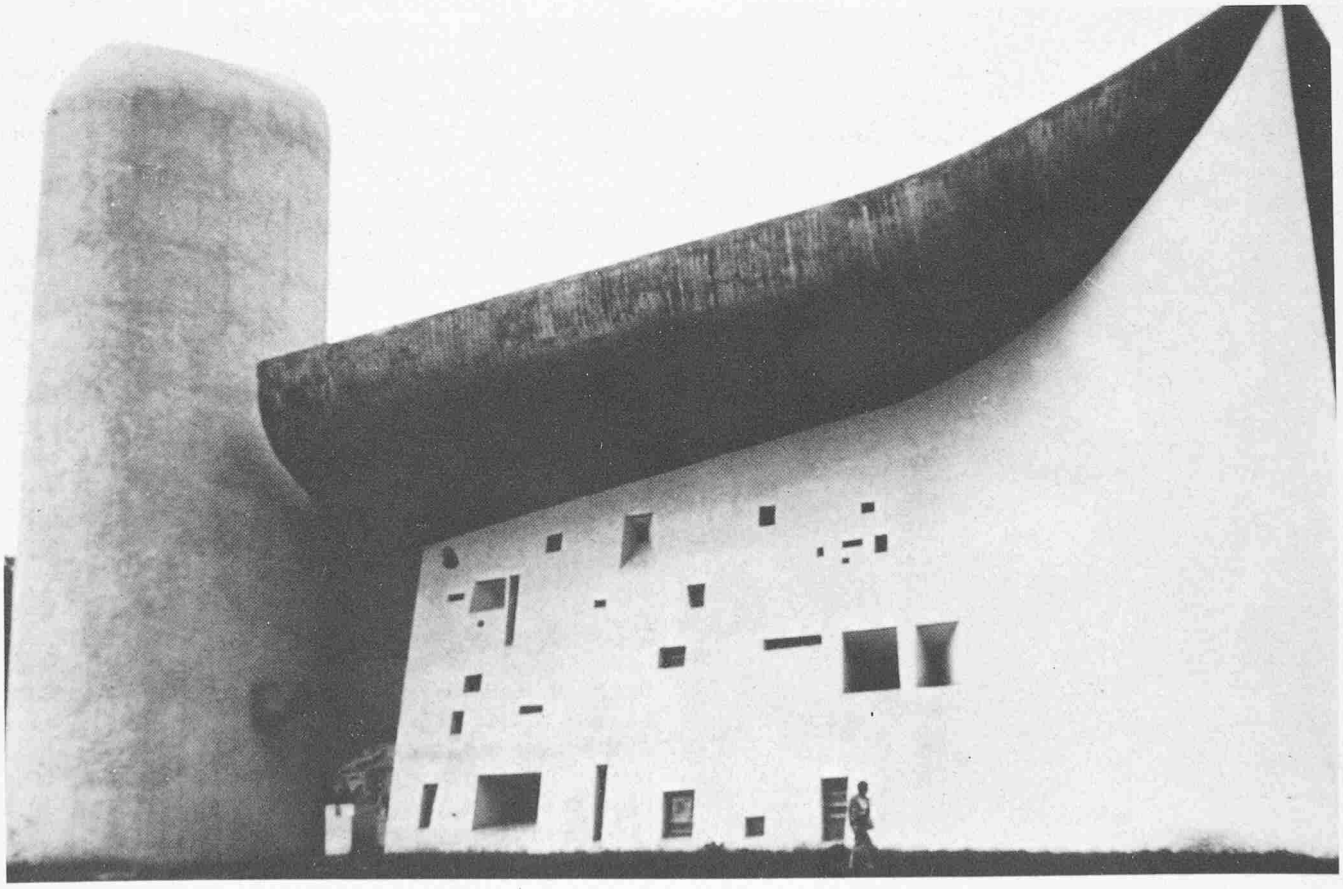


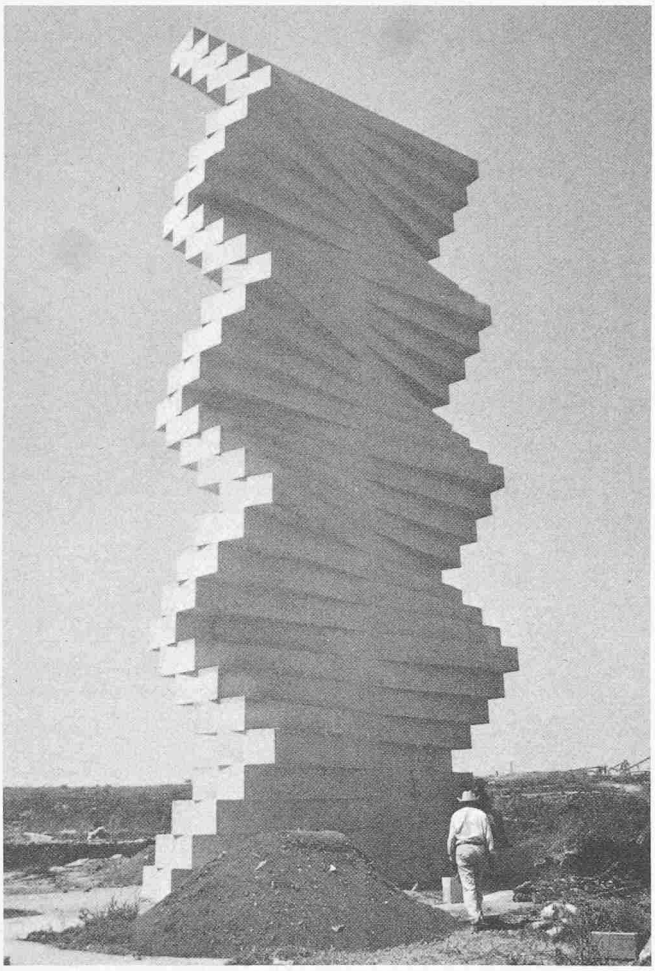
Hans Aeschbacher: «Figur III», 1969. Uster



Robert Müller: «Fanfare», 1970/77. Bemalte Betonskulptur vor dem Kunsthaus Zürich

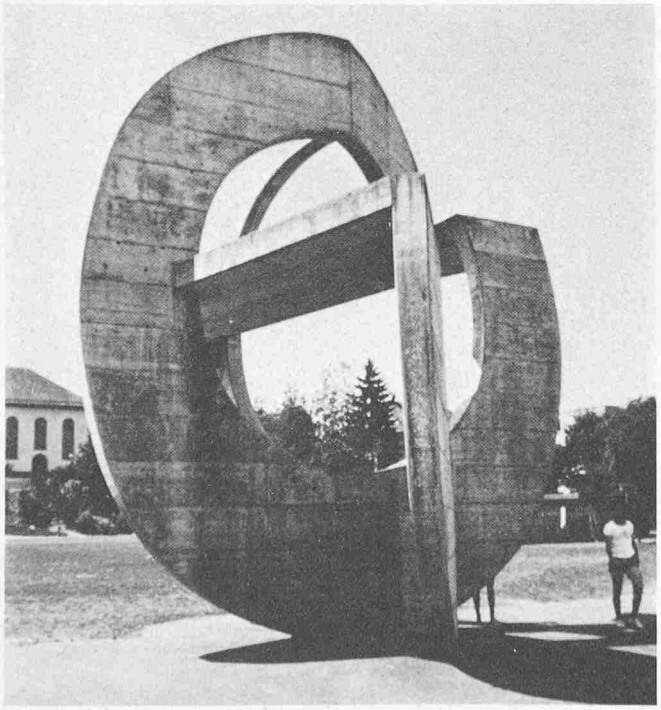
Le Corbusier: «Wallfahrtskirche Notre-Dame-du-Haut» in Ronchamps, 1950/54





Herbert Bayer: «Artikulierte Wand», 1968. Strasse der Freundschaft, Mexiko. 16 m hoch, 32 übereinandergeschichtete, vorfabrizierte Elemente aus bemaltem Beton

Josef Staub: «Skulptur», 1970. Gewerbeschule Dietikon



«künstlerischem Schmuck» sich stellte, sah man – im Sinne des *Kontrasts* – die Lösung eher in der *Konfrontation* des rationalen Bauwerks mit einem Kunstwerk in «edlem» Material und humanem Massstab. *Mies van der Rohe* stellte in seinen Deutschen Pavillon auf der Internationalen Ausstellung in Barcelona, 1929, die grazile Bronzefigur einer Tänzerin von *Georg Kolbe*.

Monumentale plastische Aufgaben ergaben sich in den beiden Jahrzehnten vor dem 2. Weltkrieg vergleichsweise selten. Die Denkmäler-Ära war vorbei. Wo dennoch Grossplastiken zur Ausführung kamen, hatten sie, meist in Stein oder Bronze ausgeführt, traditionellen Charakter. Kühne Gestaltungen monumentalen Ausmasses in konstruktivem Geist wurden als Eisenkonstruktionen geplant – etwa das Projekt des Russen *Wladimir Tatlin* für ein Denkmal der Dritten Internationale von 1920, das an Grösse den Eiffelturm in den Schatten gestellt hätte. Die Wende zum Beton kam erst nach dem 2. Weltkrieg, vorbereitet zweifellos durch zahlreiche Experimente betonplastischer Gestaltung, wie sie vor allem für temporäre Ausstellungen ausgeführt wurden, für Weltausstellungen oder nationale Ausstellungen wie die schweizerische «Landi» in Zürich von 1939.

Dass Beton ein eminent «plastisches Material» ist, hat die Welt wohl bei *Le Corbusier* gelernt. Er war nicht nur einer der bedeutendsten Architekten und Architektur-Theoretiker, sondern vor allem ein musischer Gestalter mit einem ausgeprägten Sensorium für das Plastische. Das wird an den *plastischen Dachaufbauten* seiner *«Unité d'habitation»* in *Marseille* (1947/52) besonders gut sichtbar, die weit über ihre Funktionen hinaus Bestandteile eines rein plastischen Konzepts sind. Diese *Dachaufbauten* können geradezu als *Leitfossilien der Betonplastik der Nachkriegszeit* gelten. Neben zahlreichen anderen, spezifisch plastischen Ausformungen von Stützen, Treppenanlagen, Kaminen usw. war es die *Kapelle von Ronchamp* (1950/54), die weit über den Bereich der Sakralarchitektur hinaus das Gestalten in Beton als eminent plastische Möglichkeit vorführte. Um 1950 setzt weltweit die Beschäftigung der Künstler mit der Betonplastik ein.

Für die in den letzten Jahrzehnten entstandenen Betonskulpturen bieten sich verschiedene Ordnungskriterien an. Grundsätzlich ist zwischen baugebundenen und freien – oder freiplastischen – Arbeiten zu unterscheiden.

Unter die *baugebundenen* Arbeiten fallen Gestaltungen, die in unmittelbarem Zusammenhang mit dem Prozess der Bauausführung entstehen. Schalungen, wie sie für die Ausformung der funktional bedingten Betonkörper benötigt sind, werden nach formal-ästhetischen Überlegungen verändert. Für solche Veränderungen werden vorwiegend grossflächige Aussen- oder Innenwände gewählt. Von den plastischen Möglichkeiten her handelt es sich um erhabene oder eingetiefte Reliefs. Hinweise zu einer «Artikulation» von Betonflächen gab von Anfang an die *Struktur der Schalbretter,* die als «Abguss» der Betonfläche eingeprägt bleibt. Entsprechend dem ästhetischen Empfinden des Architekten werden oft Schalungen auf solche Wirkung hin angelegt. Davon soll hier so wenig die Rede sein wie von den Möglichkeiten strukturierender oder dekorativer Belebung der Betonoberfläche.

Wiederum war es *Le Corbusier,* der – in einem *Wohnblock in Nantes-Rezé* und anderswo – die plastische Qualität des Betons verdeutlichte, indem er wie mit einem Stempel den Modulor in eine markante Betonwand «einpresste». Durch Auflagen auf der Innenseite der Schalung entstand ein eingetieftes Relief, in dem sich das Licht verfangen konnte. Die Plastiker haben sich weniger für solch *negative Reliefs* – also Hohlformen – interessiert als für positive, aus der Wandfläche herausragende Reliefs.

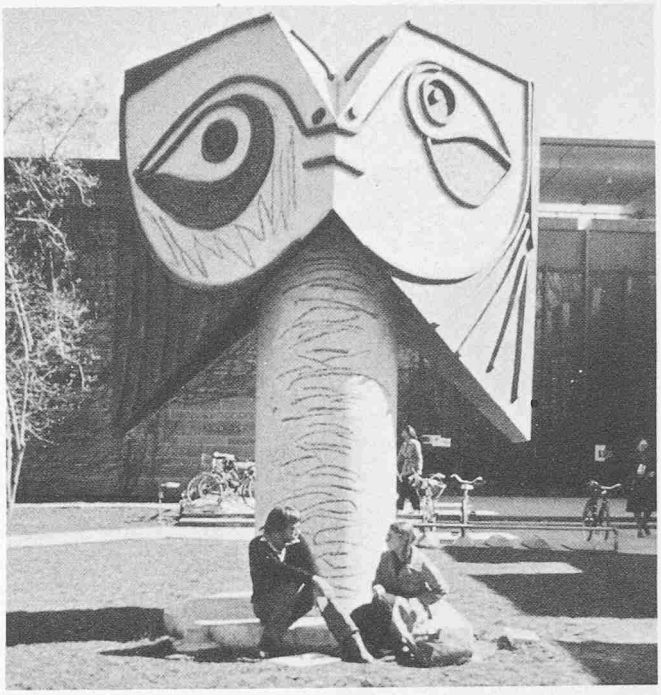
Hier wird eine grundsätzliche Problematik in den Auffassungen von Architekt und Plastiker sichtbar: der Architekt ist an der geschlossenen Wirkung der Wandfläche interessiert; für den Plastiker bildet diese Wandfläche den Hintergrund zu einem in den Raum hinausgreifenden plastischen Geschehen. Alle Grade der Artikulation sind denkbar: von der Lösung, die sich der Wand einordnet, sie also respektiert, bis zur Lösung, die dramatisch auskragende Formelemente aus der Wand herauswachsen lässt und die Wand damit gewissermassen entwertet. Einzelne Plastiker haben geradezu versucht, die Wand zu zerstören: mit ingeniösem Schalungskonzept wurde sie als aufbrechende Fläche behandelt, so z.B. von *Erich Hauser* bei der *Technischen Universität in Karlsruhe.*

Reliefplastische Arbeiten an grösseren Wandflächen – Fassaden, Eingangszonen, Friese usw. – bedienen sich meist einer freien oder strengen geometrisierenden Formensprache. Diese nimmt die architektonische Ordnung auf, variiert, paraphrasiert sie, befreit sie von statischen oder funktionalen Bedingtheiten. Doch wurde immer wieder auch versucht, in freier plastischer Formulierung mit Reliefs von betont organischem, irrationalem Formcharakter der Ratio der Bauform das Emotionale der künstlerischen Gestaltung entgegenzusetzen. Solch «modellierte» Betonreliefs widersprechen jedoch rationellen Schalungsprinzipien; sie setzen voraus, dass der Künstler selbst die «Schalung» als Negativ-Relief fertigt.

Für baugebundene betonplastische Arbeiten muss das gestalterische Konzept vor Baubeginn genau festliegen. In diesem Zusammenhang ist der Begriff der *«Integration der Kunst»* ins Bauganze geprägt worden. (Er meint das Entstehen des Kunstwerks im unmittelbaren Verband mit dem Bau.) Dieses Prinzip der echten Integration stellt zweifellos den Idealfall dar. Er ist selten realisierbar, vor allem wenn der auszuführende Entwurf in komplizierten Künstler-Wettbewerben ermittelt werden muss.

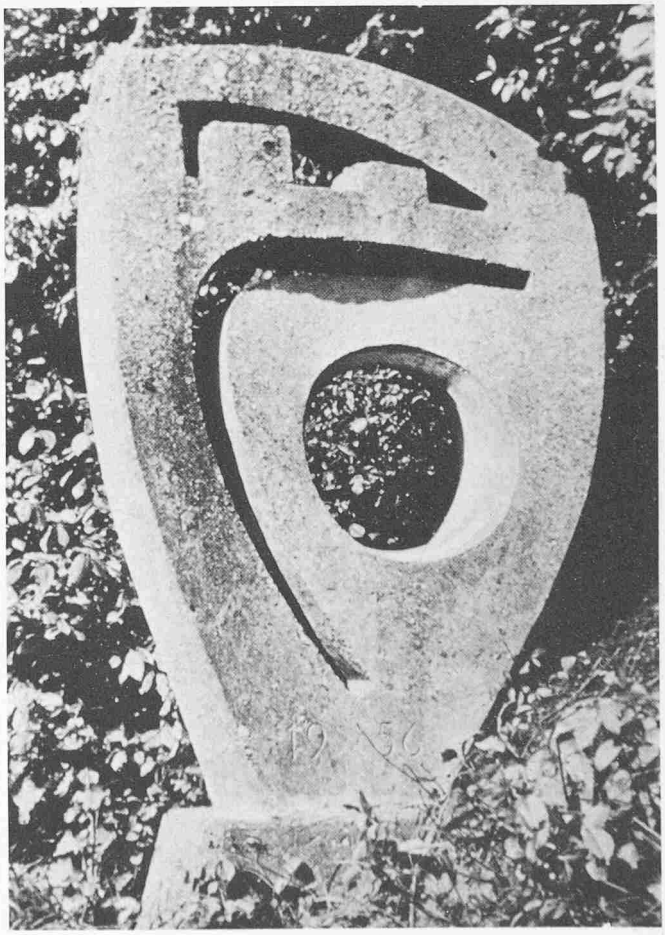
Vielfältiger sind die Möglichkeiten der *bau-unabhängigen, freien Betonskulptur,* gleichgültig ob sie im räumlichen Zusammenhang mit einer architektonischen Anlage steht oder nicht. Aufgabe ist meist die plastische Akzentuierung bestimmter platz- oder freiräumlicher Situationen. Prägnante Positionen in mehrgliedrigen Baukomplexen, Beziehungen und Durchdringungen von Strassenzügen und Platzflächen werden durch monumentale Betonskulpturen markiert. Doch auch offene Landschaftsräume können, weitab der urbanen Verhältnisse, durch mächtige Malzeichen zu bestimmten Zwecken beeinflusst und verändert werden. Die *«Strasse der Freundschaft»,* anlässlich der *Olympischen Spiele von 1968* in *Mexiko* realisiert, stellt als Ansammlung betonplastischer Möglichkeiten einen Sonderfall dar.

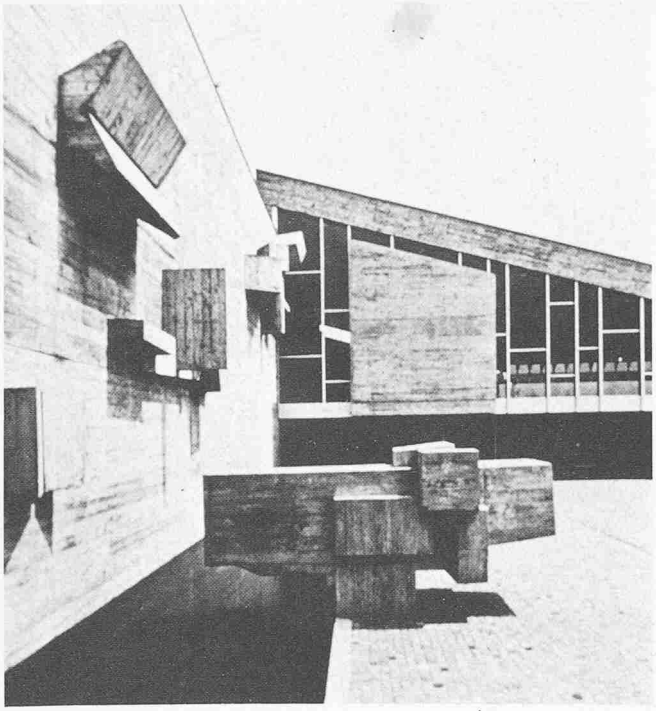
Die *Formensprachen* solch betonplastischer Monolithe oder Figurengruppen sind *vielfältig.* In der Regel von den üblichen Schalungstechniken ausgehend, nutzen sie diese aber vielfach in exzessiver und unkonventioneller Weise. Plastiker mit vertieftem Verständnis für die spezifischen Eigenschaften des Werkstoffs Beton legen Gewicht auf Formen, die bei aller Freiheit «betongemäss» bleiben, jedenfalls die Qualitäten des Materials zum Ausdruck bringen. Das können stark kubische, massige Formen sein, oder gerüsthafte Formen aus geraden oder gekurvten Elementen, die an den Skelettbau, an Rippenkonstruktionen erinnern, oder Schalenformen in Analogie zu Gewölbe- oder Kuppelschalungen. Vielen dieser Gestaltungen ist ein konstruktiver Charakter eigen, sie fussen auf dem Erbe der geometrisch-konstruktiven Kunst. Gleichzeitig zeichnet ein Wille zur Anwendung fundamentaler Formprinzipien und ihrer dialektischen Konfrontation solche monumentalen Betonskulpturen aus. Kompositionen gegensätzlicher plastischer Formcharaktere finden sich dort, wo der Plastiker die Möglichkeit hat, nicht bloss ein Einzelwerk,

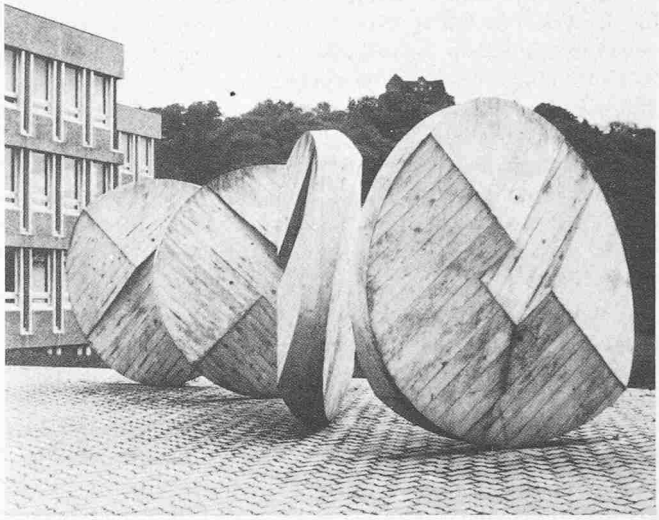


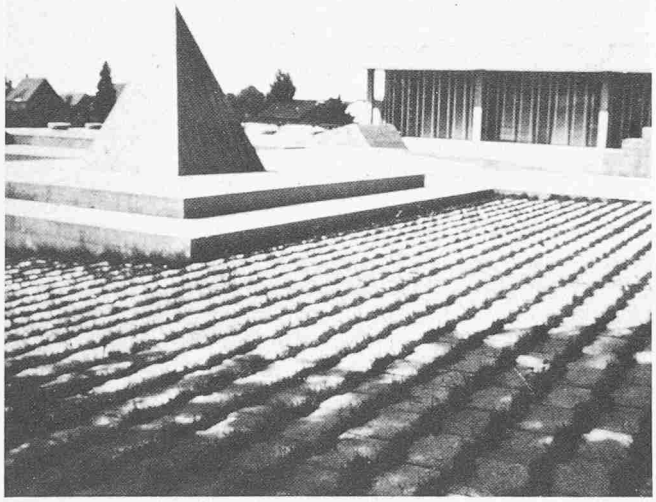
Pablo Picasso: «Farbige Skulptur», 1971. Universität Princeton (USA). 5 m hoch, bemalter Beton

Peter Hächler: «Grenzstein». Lenzburg









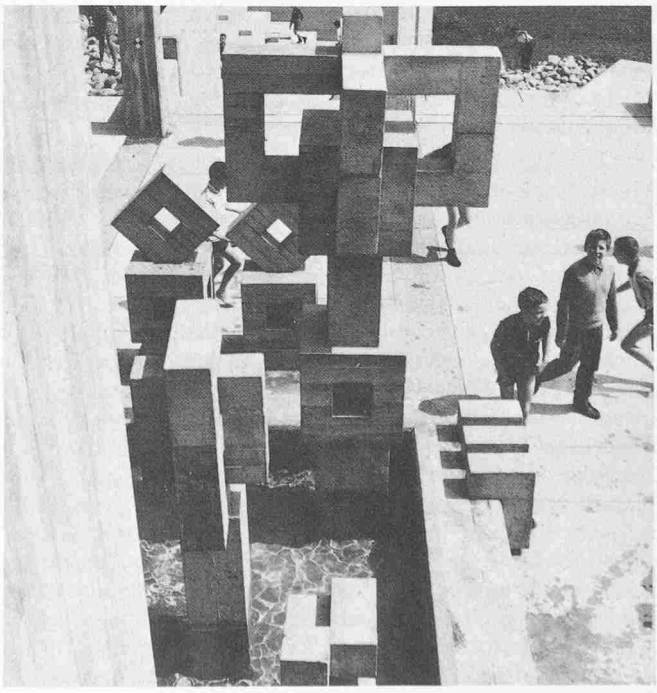
Oben links:
Ödön Koch: «Wandrelief», 1965/66. Kirche Biel-Bözingen

Mitte links:
Von Ah: «Platzgestaltung». Neue Kantonsschule Zug, 1975

Unten links:
Bernard Schorderet: Pausenplatz. Schule Rüschlikon

Oben rechts:
Peter Hächler: «Betonräder», 1970. HMB Holderbank

Unten rechts:
Schulhaus Watt, Effretikon

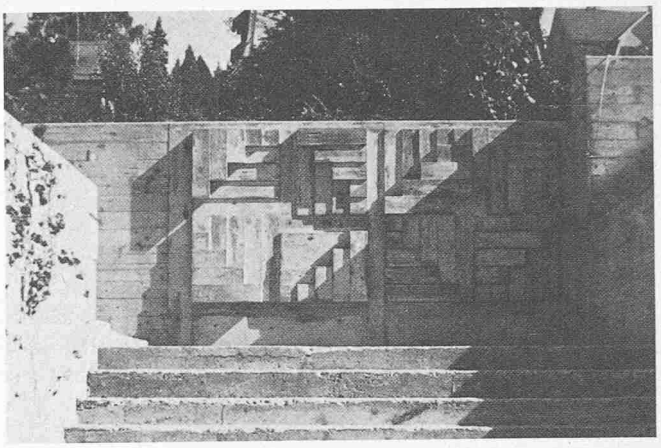


sondern ein plastisches «Environment» zu schaffen. Das ist vorläufig vor allem bei «Spielskulpturen» der Fall.

Recht selten wird die – durchaus betongemässe – Möglichkeit genutzt, Einzelelemente zu entwickeln, die in *Serie* produziert und zur plastischen Komposition montiert werden können, eine dem Bauen mit vorfabrizierten Elementen verwandte Methode, die ihre Begründung im künstlerischen Arbeiten mit Moduln, im Aufbau von Strukturen aus elementaren Teilen, also in der seriellen Kunst hat.

Freies, phantasievolles «Modellieren» in Beton, immer wieder von Künstlern betont individueller Handschrift – etwa von *Joan Miró* – unternommen, führt zwar zu originellen, für die Betonskulptur als Gestaltungsbereich aber kaum richtungweisenden Lösungen. Ähnliches gilt für die vielfach versuchten, technisch oft raffinierten chemischen oder mechanischen Oberflächenbehandlungen des Betons, die sogenannten *«Betongravuren»*. Da lauert nur zu oft die Gefahr des Absinkens ins Dekorativ-Kunstgewerbliche, oder aber es handelt sich um eine Missachtung, einen Missbrauch des Werkstoffes Beton. Ähnliches mag für einzelne Versuche der *Einfärbung* oder *Bemalung* von Beton gelten, ein verhältnismässig wenig erforschtes Feld, wo allerdings der Betonskulptur die Konkurrenz der farbigen Kunststoff-Skulptur erwächst.

Gross ist die Varietät der plastischen Ausdrucksmöglichkeiten, die Künstler verschiedener Stiltendenz und unterschiedlicher Potenz in den vergangenen Jahrzehnten dem Werkstoff Beton entlockt oder abgerungen haben. Diese Möglichkeiten sind gewiss nicht erschöpft. In der Rückschau auf das bisher Geleistete mag sich zeigen, dass die gültigsten Lösungen dort gefunden wurden, wo der Wille bestand, in disziplinierter Beschränkung, mit einfachen, grossgesehenen Formen und originalen Formideen auch das Material und seine Technologie sprechen zu lassen. Mag sein, dass solch gültige künstlerische Lösungen dazu beitragen können, das Schimpfwort von der «verbetonierten» Welt zu relativieren.



Shuzuki Yoshikawa: «Betonrelief». Kath. Gemeindezentrum Zürich-Höngg

Nach einem Vortrag, gehalten am 5. Juni 1978 im Fachseminar 2 «Aktuelle Beiträge zur Bauphysik und Gestaltung im Betonbau», veranstaltet vom Verein Schweiz. Zement-, Kalk- und Gips-Fabrikanten.

Adresse des Verfassers: *Dr. W. Rotzler*, Kunsthistoriker, 8915 Hausen am Albis.

Die nachträgliche Bestimmung des Zementgehaltes im Beton

Die EMPA – Methode

Von **Werner Studer**, Dübendorf

Am Schluss seines Artikels [1] «Über die nachträgliche Bestimmung des Zementgehaltes von Betonproben» bemerkte Esenwein: «Selbstverständlich gilt diese Genauigkeit (der Zementgehaltsbestimmung = ± 10%) einzig für die zur Untersuchung eingesandte Probe als solche. Ob von letzterer ausgehend verbindliche Rückschlüsse auf den Beton des Bauwerkes selbst möglich sind, ist im wesentlichen eine Frage der einwandfreien Probeentnahme, dann aber auch der Einheitlichkeit des Betons in allen Teilen des betreffenden Bauwerks.»

In der Folge wurde die EMPA-Methode zur nachträglichen Zementgehaltsbestimmung vielfach erfolgreich angewandt, meistens dann, wenn für eine unerwartet niedrige Festigkeit eines Probekörpers eine Erklärung gesucht wurde. Das Problem der «verbindlichen Rückschlüsse» auf das Bauwerk entstand deshalb erst in letzter Zeit, weil vermehrt versucht wurde, auf diese Art die Zementdosierung des Bauwerkbetons zu kontrollieren. Dabei zeigte sich deutlich, dass die «einwandfreie Probeentnahme» und die «Einheitlichkeit des Betons im Bauwerk» offenbar sehr schwer zu erfüllende Bedingungen sind, ergaben sich doch in einigen in dieser Beziehung «klaren» Fällen unerklärliche Resultate. Es traten Zweifel daran auf, ob Rückschlüsse auf den Bauwerkbeton überhaupt möglich seien.

Aus diesem Grund wurde an der EMPA eine grössere Untersuchung [2] durchgeführt, die Aufschluss über die Zuverlässigkeit der EMPA-Methode zur nachträglichen Zementgehaltsbestimmung geben sollte.

EMPA-Untersuchung

In der EMPA-Untersuchung [2] wurden vorerst die Genauigkeit der Zementgehaltsbestimmung und die sie beeinflussenden Faktoren ermittelt. Die Hauptversuche galten jedoch der Bestimmung der Streuung des Zementgehaltes im Beton.

Die EMPA-Methode zur nachträglichen Bestimmung des Zementgehaltes ist in [2] ausführlich beschrieben. Kurz zusammengefasst wird zuerst die Trockenrohdichte ρ_{Rtr} (kg/m³) des Betons bestimmt, dieser mehlfein gemahlen und der Gehalt des Mahlgutes an löslicher Kieselsäure SiO_2 SB (Massen-%) gemessen. Daraus, sowie aus dem Kieselsäuregehalt des Zementes SZ (Massen-%) und der Zuschlagstoffe SK (Massen-%), ergibt sich der Zementgehalt Z (kg/m³) nach der Formel

$$(1) \qquad Z_A = \rho_{Rtr} \frac{SB - SK}{SZ - SK}$$

In den meisten Fällen ist jedoch SZ und SK unbekannt. Dann gelangt die folgende Formel zur Anwendung

$$(2) \qquad Z_B = \rho_{Rtr} \frac{SB}{SZ_m}$$

SZ_m = Mittelwert von SZ aller schweiz. PC-Marken = 21,0 Massen-% (1977)