

SICHTBETONBAU: EINE LEISTUNG DES ZIMMERERHANDWERKS

Zusammenfassung

Der Beitrag widmet sich der Rolle der Schalungszimmerei für brettgeschalteten Sichtbetonbau in Ortbetonbauweise in der Mitte des 20. Jahrhunderts. Die Studie nimmt die Beteiligung von Zimmerleuten an der Herstellung von Holzschalungen in den Blick sowie den Transfer ihres traditionellen Wissens und ihrer Fähigkeiten in Bezug auf Sichtbetonbauten. Die Kontinuität des handwerklichen Holzschalungsbaus im Schatten der Industrialisierung bis zu den 1970er-Jahren wird auf der Grundlage einer Analyse von historischer zeitgenössischer Literatur und Baunormen, originalen Planungsunterlagen zu den Gebäuden, Baustellenfotos sowie Beobachtungen vor Ort an bestehenden Gebäuden untersucht. Abschließend wird exemplarisch dargestellt, wie die empirische Forschung an den erhaltenen Gebäuden vertieft werden soll, um die Baugeschichte der Holzschalungen, die zwar verloren gingen, aber noch sichtbare Abdrücke an der Oberfläche hinterließen, besser verständlich zu machen. Die Arbeit bestätigt, dass der Sichtbetonbau der Nachkriegszeit keine Bauart war, die von unerfahrenen Arbeitern leicht ausgeführt werden konnte, sondern der seine Existenz vielmehr dem Vorhandensein einer qualifizierten Holzschalungszimmerei und von Zimmerern auf der Baustelle verdankte.

Abstract

The article is devoted to the role of formwork carpentry for board-formed cast-in-place exposed concrete buildings in the mid-20th century. This study examines the involvement of carpenters in the production of timber formworks and the traditional carpentry skills and knowledge transfer for the construction of exposed concrete buildings. The continuity of crafted timber formwork construction in the shadow of industrialization until the 1970s is studied based on an analysis of historical contemporary literature and building standards, original planning documents pertaining to the build-

ings, construction site photos, as well as on-site observations of existing buildings. Finally, empirical research on the surviving buildings is exemplified which will make the construction history of the timber formworks, which are lost but have left visible imprints on the surface, more understandable. The study confirms that exposed concrete construction in the post-war period was not a type of construction that could be easily executed by inexperienced workers, but rather owed its existence to the presence of specialized wooden formwork carpentry and carpenters on the construction site.

Wissenstransfer vom Zimmererhandwerk zum Eisenbeton

Vor der Einführung der Bewehrung wurde Beton als Massivbau in der Stampfbetontechnik verwendet. Die Schalungskonstruktionen für Stampfbeton waren weniger kritisch als die für Stahlbeton, da die gestampfte Betonmischung eine erdfeuchte Konsistenz hatte und die Gefahr des Auslaufens der flüssigen Betonmischung recht gering oder nicht vorhanden war. Frischer Beton konnte ungehindert der Bewehrung mit Eimern schichtweise in die Schalungen gegeben werden, bevor er gestampft wurde. Außerdem mussten im Gegensatz zum Stahlbeton die Schalung und das Traggerüst für den Stampfbeton den frischen Beton nicht über die gesamte Bauteilhöhe tragen. Die etwa 50 Zentimeter hohe Schalung bestand im Wesentlichen aus von Ständern getragenen Parallelschalungstafeln, in die jeweils nur relativ geringe Mengen von Beton eingebracht wurden. Am darauffolgenden Tag wurden die Schalungstafeln auf den Ständern für die nächste Schicht hochgezogen.¹

Die zunehmende Verwendung von Bewehrungsseisen im Betonbau stellte eine neue Herausforderung für den Bauablauf dar. Zuerst hatte Beton noch ein erdfeuchtes Mischverhältnis und musste zwischen den Eisen gut gestampft werden. Die Schalungen für die Wände und Säulen aus Eisenbeton wurden sukzessive von beiden Seiten errichtet, damit man mühelos von beiden Seiten arbeiten konnte, um das Eisen und den Beton Schritt für Schritt einzubringen.² Eine andere Möglichkeit war, eine Seite der Schalung für die ganze Mauerhöhe aufzustellen und die andere Seite gemäß der Maßgabe des Betonierens anzufertigen, dann jedoch konnte der Beton nur von einer Seite gestampft werden.³ Den damaligen Vorschriften für Eisenbeton ist auch zu entnehmen, dass der Beton in kleinen Portionen eingebracht werden sollte, die nicht höher als 15 Zentime-

¹ Liebold, Bernhard: *Der Zement in seine Verwendung im Hochbau und der Bau mit Zement-Béton: Zur Herstellung feuersicherer, gesunder und billiger Gebäude aller Art: nach fremden und eigenen Erfahrungen*. Halle (Saale) 1875, S. 65.

² von Emperger, Fritz: *Handbuch für Eisenbetonbau: B. 2: Der Baustoff und seine Bearbeitung*. Berlin 1907, S. 131.

³ Ebd.

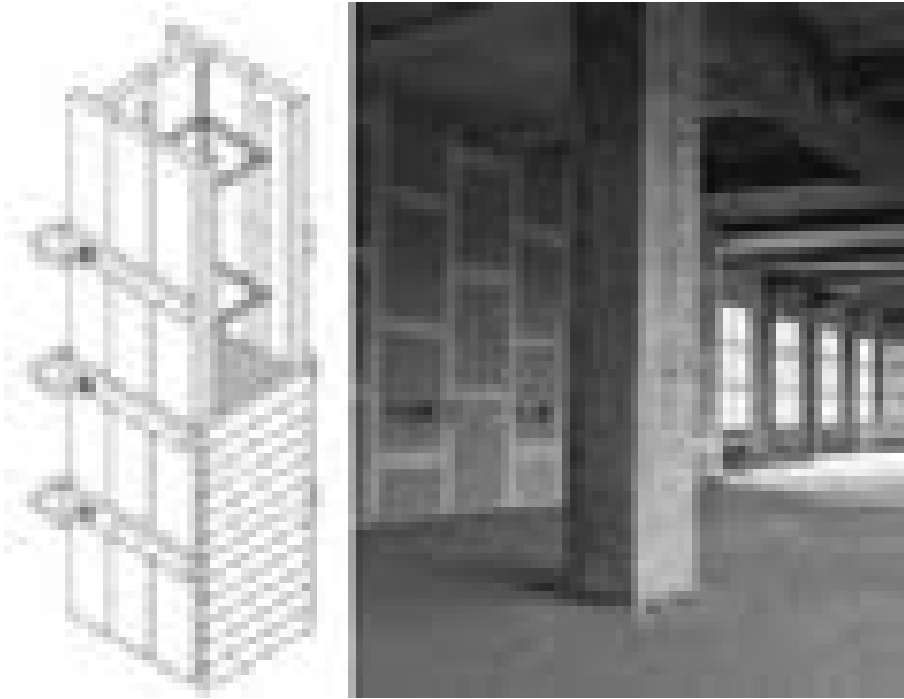


Abb. 1 Säulenschalung nach ›System Hennebique‹ und Schalungsabdrucke auf einer Säule

ter sein durften.⁴ Beispielhaft für diese frühen Schalungen bewehrter Betonbauteile ist die axonometrische Linienzeichnung der Stützenschalung des ›Systems Hennebique‹ (Abb. 1). Diese basiert auf zeitgenössischer Literatur, vergleichbar mit dem Schalungsabdruck auf der Säule in der Chemiesammlung des Deutschen Museums von 1910.⁵ Auf drei Seiten reichten die Schalungsbretter vom Boden bis zum Deckenbalken, auf der vierten Seite wurden die 50 Zentimeter breiten Holzbretter beim Betonieren nach und nach hinzugefügt. So wurde sichergestellt, dass die Schalung überall gut gefüllt war und die Eiseneinlagen vollständig eingebettet waren. Wenn man aber alle Seiten der Schalung auf die ganze Höhe aufrichten wollte, musste die zu betonierende Mauer mindestens 60 Zentimeter dick sein, damit der Bauarbeiter zwischen den Schalwänden stehen und arbeiten konnte.⁶

Um den Betonfluss zwischen den Bewehrungslagen zu verbessern, wurde die Wassermenge in der Betonmischung erhöht. Auch vergrößerten sich die Betonierabschnitte.

⁴ Deutscher Ausschuss für Eisenbeton: *Bestimmungen für die Ausführung von Konstruktionen aus Eisenbeton bei Hochbauten. Amtliche Ausgabe.* 1905, S. 2.

⁵ Rehm, Jörg: *Eisenbeton im Hochbau bis 1918. Dokumentation und Analyse realisierter Bauwerke im Raum München.* München 2019.

⁶ von Emperger 1907 (Anm. 2), S. 135.

In der Folge mussten die Schalungen für Stahlbetonbauteile zunehmend dichter und stabiler ausgeführt werden. Ihre Herstellung erforderte ein komplexeres und spezialisierteres Können und Wissen. Bei früheren Stahlbetonbauvorhaben kamen gelernte Zimmerer für den Holzschalungsbau zum Einsatz, da es eine Ausbildung zum Betonbauer bis in die 1930er-Jahre nicht gab. Eine wachsende Zahl von Zimmerleuten begann, ihre Fähigkeiten in diesem aufstrebenden Arbeitsbereich einzusetzen.⁷ Es ist daher kein Zufall, dass eines der ersten Nachschlagewerke speziell für den Holzschalungsbau im Zimmererhandwerk veröffentlicht wurde. Zimmermeister Fritz Kress (1884–1962) widmete 1926 dem Schalungsbau bereits ein ganzes Kapitel in seinem maßgeblichen Handbuch *Das Buch der Zimmerleute*. Kress war der Gründer der ersten privaten Zimmererschule in Deutschland, der Zimmerei Fachschule Kress in Tübingen-Lustnau, in der zwischen 1906 und 1978 insgesamt 309 dreimonatige Kurse stattfanden und über 7.000 Zimmerer aus Deutschland, der Schweiz und dem sonstigen Ausland für die Meisterprüfung vorbereitet wurden.⁸ 1906 begann er auch Fachliteratur für das Zimmererhandwerk zu veröffentlichen. Sein erstes Buch, *Der Zimmerpolier*, erschien 1906 im Selbstverlag in Tübingen. 1908 schloss Fritz Kress einen Vertrag mit dem Otto Maier Verlag und beauftragte ihn mit der Herausgabe seines ersten Fachbuchs. Bis zu Kress' 70. Lebensjahr wurden, einschließlich der Sonderdrucke, über 100.000 Exemplare verkauft.⁹ Dieses Buch wurde im Laufe der Jahre unter verschiedenen Titeln nachgedruckt und neu aufgelegt.¹⁰ Zusammen mit Kurt Haebleren veröffentlichte er 1959 sein letztes Werk im Bereich des Stahlbetons, *Schalungen im Betonbau*. Stahlbeton und dessen Schalung gehörten auch seit den 1920er-Jahren zum festen Lehrprogramm der Zimmerei Fachschule Kress.¹¹ Kress sah die Herstellung des Stahlbetons als eine Kombination aus Maurer- und Zimmererhandwerk und ermutigte gelernte Zimmerer, in diesem Bereich zu arbeiten, auch wenn der Holzschalungsbau von den meisten Zimmerern als untergeordnete Fertigkeit angesehen wurde. Darüber hinaus schlug er vor, den gelernten Zimmermann mit Erfahrung im Eisenbeton als »Eisenbetoner« zu bezeichnen.¹²

⁷ Kress, Fritz: *Das Buch der Zimmerleute*. Lustnau-Tübingen 1926, S. 145.

⁸ *Meister seines Berufs. Ewald Maushake ist im Alter von 80 Jahren gestorben*. In: Schwäbisches Tagblatt, 22. April 1987.

⁹ Otto Maier Verlag: *Fritz Kress. Zimmermeister und Fachschriftsteller 70 Jahre alt*. Ravensburg 1954, S. 1–2.

¹⁰ Zum Beispiel: *Der Zimmerpolier*. Tübingen 1906; Fritz Kress. *Zimmermeister und Fachschriftsteller 70 Jahre alt*. Ravensburg 1954; *Der Zimmerpolier*. Ravensburg 1908; *Der Zimmerpolier*, 4. Aufl. Ravensburg 1925; *Das Buch der Zimmerleute*. Lustnau-Tübingen 1926; *Der Jungzimmerer*, 2. Aufl. Ravensburg 1930; *Der Jungzimmerer*. Sonderausgabe. Ravensburg 1937; *Der praktische Zimmerer*. Ravensburg 1940; *Der praktische Zimmerer*, 5. Aufl. Ravensburg 1948/1949; *Der praktische Zimmerer*, 6. Aufl. Ravensburg 1949/1950; *Der praktische Zimmerer*, 8. Aufl. Ravensburg 1954

¹¹ Schulbroschüre der Zimmereifachschule Fritz Kress, 1940 (Stadtarchiv Tübingen, E10/N228/04).

¹² Kress 1926 (Anm. 7), S. 145.

Erst im Jahr 1936 wurde der Lehrberuf des Betonbauers in Deutschland eingeführt.¹³ Der Betonbauer¹⁴ durchlief dann typischerweise eine dreijährige Lehrzeit und musste die Berufsschule und die von den Stahlbetonfirmen eingerichteten und betriebenen Lehrwerkstätten besuchen. Er hatte alle Arten von Ein- und Ausschalungen, Bewehrungsform und Positionierung sowie Betonierarbeiten zu beherrschen.¹⁵ 1938 veröffentlichte der Bauingenieur Carl Kupfer mit *Der Betonbauer* das erste umfassende technische Lehrbuch für den Betonbau.¹⁶ Das Lehrbuch besteht aus vier Bänden, von denen sich drei komplett dem Schalungsbau widmen. Auch die Nachfolger dieser Lehr- und Handbücher für den Betonbau¹⁷ fokussieren sich inhaltlich auf den Schalungsbau aus Holz und stützen sich dabei auf ältere Veröffentlichungen zum Zimmererhandwerk.

Die besondere Rolle der Schalungen für den Sichtbetonbau

Bei Sichtbetonbauten, deren Aussehen durch die Schalungshaut mitbestimmt wird, entspricht die Oberfläche des Rohbaus der des fertigen Bauwerks. Diese Eigenschaft gilt als das charakteristischste Merkmal der als Brutalismus bekannten Architekturbewegung. Deshalb ist Sichtbeton eine der ersten Bautechniken, die einem in den Sinn kommt, wenn von Materialgerechtigkeit und Ehrlichkeit in der Architektur des 20. Jahrhunderts die Rede ist. Die Schalungen bestimmen nicht nur die Form im Sinne von Geometrien, sondern auch die materielle Oberflächenstruktur. Auch wenn Sichtbeton eine entsprechende Betonmischung erfordert, ist die Schalung von entscheidendem Wert für die Qualität des Sichtbetons. Jeder Fehler und jede Unregelmäßigkeit in der Schalung sind auf den fertigen Oberflächen sichtbar. Als sich in der Nachkriegszeit der Sichtbeton durchsetzte, wurden bereits seit Jahrzehnten Schalungen für verschiedene Stahlbetonkonstruktionen hergestellt. Daher waren das notwendige Wissen und die Erfahrung zur Herstellung hochwertiger Schalungen für den Sichtbetonbau vorhanden.

Die Schalungen von Strömungsbauwerken können zu den eindrucksvollsten Beispielen unter den handwerklichen Holzschalungsbauten gezählt werden, die von Ingenieuren und

¹³ Bundesinstitut für Berufsbildung: *Genealogie Beton- und Stahlbetonbauer/-in (Hw)*, https://www.bibb.de/dienst/berufesuche/de/index_berufesuche.php/genealogy/g90 (1. August 2022).

¹⁴ Die ausschließliche Verwendung der maskulinen Form der Berufsbezeichnung erscheint für die Anfangsjahre des Berufs angemessen. Wann auch Frauen den Lehrberuf ergriffen, ließ sich im Rahmen dieser Studie nicht ermitteln.

¹⁵ Kupfer, Carl: *Der Betonbauer*. Berlin 1938, S. 13.

¹⁶ Ebd.

¹⁷ Zum Beispiel Reichsinstitut für Berufsausbildung in Handel und Gewerbe: *Lehrgang für Betonbauer*. Leipzig 1939; Schückhaus, Cuno: *Die zeitgemäße Betonschalung*. Berlin 1940; Schmidt, Harald; Fiedler, Heinz: *Fachkunde für Betonbauer, 1.–4. Ausbildungsabschnitt*. Lehr- und Fachbücher für die Berufsausbildung. Berlin 1956; Böhm, Franz; Labutin, Nikolai: *Schalung und Rüstung: Moderne Schalungstechnik*. Berlin 1957; Gehl, Peter: *Einschalungen. Beispiele und Ratschläge für Schalungsarbeiten und Betonbau*. Karlsruhe 1963; Stroh, Georg: *Handbuch für Betonbauer*. Wiesbaden 1966; Schulze, Walter: *Der Baustoff Beton und seine Technologie*. Berlin 1967.

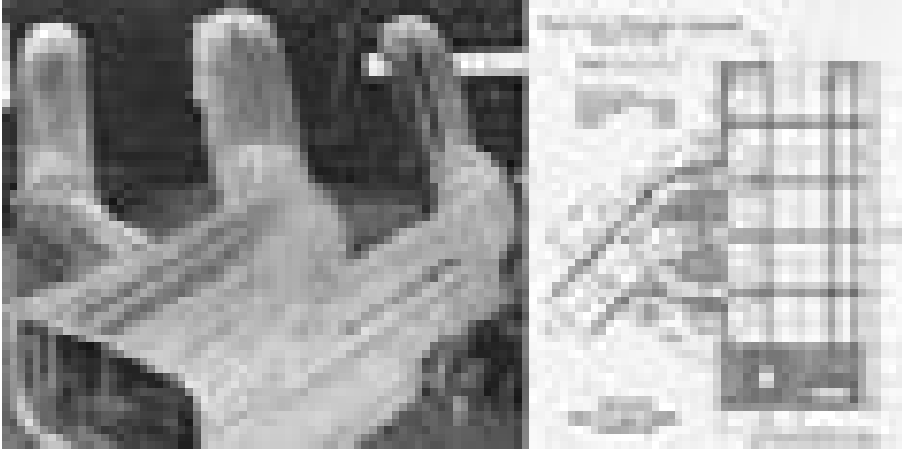


Abb. 2 Schalungsbau des Zulaufs zu einer Regenwasserkläranlage der Stadt Zürich, Ausführung: R. Rigling & Co. Die Zeichnung im Bild ist ein Ausschnitt aus dem Schalplan der gesamten Anlage

Facharbeitern hohe technische Kenntnisse erfordern. Die Aufgabe dieser Bauwerke ist es, Wasser oder Luftströme herbei- oder hinwegzuleiten und dabei den Strömungen möglichst geringen Widerstand entgegenzusetzen. Aus diesem Grunde dürfen sie keinerlei Ecken oder Kanten aufweisen und alle Übergänge müssen einwandfrei und sauber ausgerundet sein.¹⁸ Ein Beispiel aus der Schweiz zeigt den Schalungsbau des Zulaufs zu einer Regenwasserkläranlage aus schmalen Brettern und Latten (Abb. 2). Laut Kurt Haebleren und Fritz Kress bekam der Einschaler diesen Schalplan vom Ingenieur, der jedoch nur die Angaben darüber enthielt, wie das fertige Bauwerk sein sollte. Die Wahl der Mittel und Wege, mit denen der Einschaler die Schalung fertigstellte, blieb ihm selbst überlassen. Die Arbeit erforderte Sorgfalt, Geschick und Vorstellungsvermögen eines Einschalers, die noch aus der Zimmererkunst stammten.¹⁹

Am Beispiel der Schalungen der Saugschläuche des Wasserkraftwerks in Drakenburg (Abb. 3) musste der Einschaler nicht alles vor Ort improvisieren, sondern es wurden vorher von der Firma Philipp Holzmann AG besondere Werkzeichnungen für die Schalrüstung angefertigt. Der Querschnitt des gekrümmten Saugschlauchs ändert sich von einem Kreis zu einer Ellipse und dann zu einer rundkantigen, rechteckigen Form. Die Schalhaut des Saugschlauches wurde durch ein Gerüst getragen, das aus zahlreichen einzelnen Spanten ähnlich denen eines Schiffes bestand, die durch Fachwerksbinder in ihrer Lage zusammengehalten wurden.²⁰ Die Schalhaut bestand aus drei Lagen dünner Bretter, die wie Sperrholz kreuzweise aufzubringen waren. Noch bestehende Unebenheiten an Stößen wurden mit dem Hobel

¹⁸ Heberlen, Kurt; Kress, Fritz: *Schalungen im Betonbau. Ein Fachbuch für die Baustelle und das Konstruktionsbüro*. Ravensburg 1959, S. 202.

¹⁹ Ebd.

²⁰ Ebingshaus, Hugo: *Beton-Schalungsbau. Handbuch für alle Ausführungen in Planung und praktischer Gestaltung*. Gießen 1962, S. 274.

geglättet und gespachtelt.²¹ Die in mehrere Richtungen gekrümmte Schalhaut erinnert auch an die Karweelbauweise eines Schiffes, bei der die einzelnen Planken rund bearbeitet werden und genau übereinander passen müssen.²²

Brettgeschalte Sichtbetonbauten in Ortbetonbauweise, deren Oberflächen beim Bau mit der Innenhaut der Schalung in Berührung kamen und so belassen oder leicht nachbearbeitet wurden, erforderten ähnliche handwerkliche Fähigkeiten wie die oben genannten hochkomplexen Infrastrukturbauten. Beton wird in flüssigem Zustand gegossen und erst in einer Schalung, in der die Betonmischung aushärtet, erhält er seine monolithische Form. Deswegen liegt der Schwerpunkt des Bauens mit Beton auf der Herstellung der Schalungen.²³ Höhere Anforderungen an Sichtbetonoberflächen konnten nur durch sorgfältige Auswahl und Dosierung der Bestandteile, sorgfältiges Mischen und präzises Einbringen des Betons in die Schalung erfüllt werden, wobei die Qualität der handwerklichen Ausführung der Schalung der wichtigste Faktor war.²⁴ Die Versöhnungskirche in Dachau wurde zwischen 1965 und 1967 nach dem Entwurf von Helmut Striffler (1927–2015) in Sichtbetonbauweise gebaut. In einem Interview beklagte sich Striffler, dass er keinen guten Schalungsmeister für den Bau der Versöhnungskirche finden konnte. Aufgrund seiner umfangreichen Erfahrungen in Norddeutschland ging er davon aus, dass das für die Holzschalung erforderliche Wissen und Können mit der Arbeit der nordischen Schiffszimmerleute verwandt wäre. Sein Polier an der Trinitatiskirche in Mannheim war ein Hamburger Schiffszimmermann und Striffler war



Abb. 3 Holzschalung eines Turbinenablaufs, Ausführung: Philipp Holzmann AG, 1957

²¹ Ebd.

²² Eichler, Curt W.: *Holzbootsbau und der Bau von stählernen Booten und Yachten*. Königswinter 1999, S. 220–223.

²³ Bächer, Max; Erwin Heinle: *Bauen in Sichtbeton. Dargestellt an 80 Bauten des In- und Auslandes. Mit Hinweisen für Planung und Ausführung*. Stuttgart 1966, S. 6.

²⁴ Haebler/Kress 1959 (Anm. 18), S. 243.

mit der Qualität seiner Arbeit sehr zufrieden. Ihm zufolge kam die Schalungskultur recht spät nach Bayern. Deshalb beteiligte er in Dachau die Bauleute nicht am Entscheidungsprozess über die Umsetzung, sondern zeichnete selbst sehr detaillierte Schalungspläne, die sogar Betonierabschnitte und die Positionen der Abstandshalter enthielten.²⁵ Doch diese detaillierte Planung allein reichte wohl nicht, um die von ihm gewünschten mängelfreien Betonoberflächen herzustellen. An der Außenfassade sieht man unterschiedliche Abdrücke, die durch verschiedene Aufnahmekapazitäten von alten und neuen Schalbrettern entstanden sind (Abb. 4). Alte und neue Schalungsbretter wurden von den Bauleuten auf der Baustelle unabsichtlich in unregelmäßigem Wechsel verwendet. Im unteren Bildausschnitt sieht man das Phänomen der Aggregatfiltration, das während der Aushärtung des Betons zu lokalen Wasserverlusten führte. Auch derartige Phänomene sind durch fehlende handwerkliche Fähigkeiten auf der Baustelle verursacht.

Aufgrund dieser intensiven handwerklichen Herstellung spiegelt die verbreitete Verwendung von Sichtbeton in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts nicht allein einen Wandel in der architektonischen Ästhetik wider, sondern auch den technischen Fortschritt des Zimmererhandwerks im Schalungsbau. Erst in der Nachkriegszeit wurde es möglich, die Oberflächentextur von Beton relativ gezielt zu gestalten und zu kontrollieren. So wurden raue Betonoberflächen, die durch Schalungen erzeugt wurden, zu einem brauchbaren Gestaltungsmerkmal, und brettförmiger Sichtbeton kam bei einer Vielzahl von Hochbauprojekten zum Einsatz. Sichtbetonflächen wurden in der Fachliteratur der Nachkriegszeit als Ausdrucksmittel betrachtet, und die Wirkung der Schalung auf die Oberfläche wurde stärker betont.²⁶

Handwerklicher Schalungsbau für Sichtbeton im Schatten der Industrialisierung

Die Industrialisierung des Bauens im 20. Jahrhundert ist eng mit der Entwicklung und Durchsetzung von Baunormen verbunden. Aber die deutschen Industrienormen für den Stahlbetonbau spiegelten lange Zeit den Stand des Wissens und Könnens in Bezug auf die Oberflächenbeschaffenheit von Betonbauwerken nicht wider. Der Schalungsbau und sein unmittelbares Ergebnis, die Sichtbetonflächen, folgten lange Zeit den Grundsätzen des Zimmererhandwerks und bedurften keiner konventionellen Regelung. Dies lässt sich an der Vernachlässigung von Sichtbetonflächenanforderungen in den Baunormen ablesen. Während

²⁵ Vollmar, Bernd: *Erfüllte Liebe zum Detail. Denkmalpflegerische Anmerkungen zur Architektur der 1960er und 1970er Jahre*. In: Gisbertz, Olaf (Hg.): *Bauen für die Massenkultur: Stadt- und Kongresshallen der 1960er und 1970er Jahre*. Berlin 2015, S. 229.

²⁶ Zum Beispiel Künzel, Wilhelm: *Sichtbeton im Hoch- und Ingenieurbau*. Düsseldorf 1965; Bächer/Heinle 1966 (Anm. 23); Rapp, Günter: *Technik des Sichtbetons. Ausschreibung und Herstellung in Normal- und Leichtbeton*. Düsseldorf 1969.

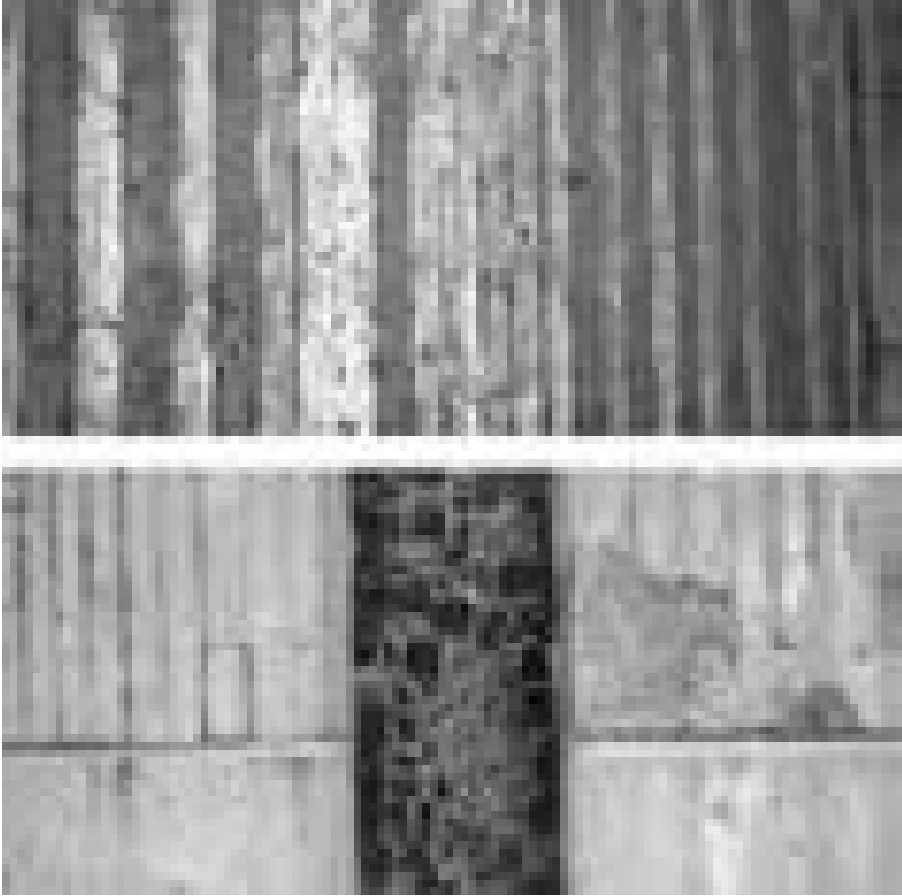


Abb. 4 Tonkontraste und Aggregatfiltration auf der Fassade, Versöhnungskirche, 1967, Helmut Striffler, Dachau

darin die Betonmischungen und Bewehrung umfassend und detailliert definiert wurden, wurde der Schalungsbau nur in Bezug auf seine Tragfähigkeit berücksichtigt.

Erst ab dem Jahr 1943 findet sich in der DIN 1045 unter »Bestimmungen für Ausführung von Bauwerken aus Stahlbeton« der Absatz, dass alle Rüstungen und Schalungen nach den Regeln des Zimmererhandwerks hergestellt sein müssen.²⁷ Für diese Regeln gibt es in der Tat keine Industrienormen, sondern die anerkannten Regeln des Handwerks, also Handwerkerwissen und -können, wie sie in den zeitgenössischen Lehrbüchern über Schalungsbau ihren Ausdruck finden.

²⁷ Deutsches Institut für Normung e.V.: *DIN 1045. Bestimmungen für Ausführung von Bauwerken aus Stahlbeton*. Berlin 1943.

In der Fassung von 1958 der Vertragsordnung für Bauleistungen Teil-C DIN 18 331 »Beton- und Stahlbetonarbeiten« wurde die Beschaffenheit der Sichtbetonflächen kurz folgendermaßen angegeben: einheitliche und glatte Oberflächen möglichst ohne Poren; gleiche Farbtonung aller Sichtbetonflächen; fehlerfreie Kanten; unauffällige Anordnung und einwandfreie Ausführung von Arbeitsfugen.²⁸

Erst 1980 wurde die DIN 18 217 mit dem Titel »Betonoberflächen und Schalungshaut« veröffentlicht. Es wurde aber nicht definiert, wie die Oberflächen sein sollten, sondern die Planer wurden aufgefordert, die gewünschten Oberflächenstrukturen vor der Ausführung zu nennen und zu beschreiben.²⁹ Aber in dieser Zeit war der handwerklich gebaute, brettgeschaltete Sichtbetonbau keine übliche Bauweise mehr. In der DIN 18 217 wurde versucht, das verloren gegangene Handwerkskönnen durch Vorschriften und Planungsfähigkeiten der Planer zu ersetzen.

Obwohl Holz seit Beginn des 20. Jahrhunderts weitgehend durch andere Baumaterialien ersetzt wurde, stellt sich die Frage, warum es in seiner einfacheren Brettform lange Zeit für Schalungen verwendet wurde. Eike-Christian Heine und Christoph Rauhut stellten fest, dass die Bautechnikgeschichte sehr oft einen linearen Entwicklungsprozess der Mechanisierung, Rationalisierung, Standardisierung oder Professionalisierung betont. Doch während etliche Technologien und Traditionen durch Innovationen verloren gingen und in Vergessenheit gerieten, gab es zahlreiche Kontinuitäten, weshalb die Bautechnikgeschichte diese Gleichzeitigkeit des Ungleichzeitigen erkennen muss.³⁰ Der Stahlbeton des 20. Jahrhunderts gilt meistens als ein symbolisches Beispiel für die Industrialisierung des Bauens, aber das Modell der Ungleichzeitigkeit lässt sich beim Bau der Nachkriegssichtbetonbauten deutlich demonstrieren. Christine Wall bezieht sich in ihren Untersuchungen auf mündliche Erzählungen von Arbeitern, die auf der Baustelle des ab 1951 errichteten South Bank Arts Complex in London im Einsatz waren. Sie bewertet diesen Bau als einen nicht-gleichzeitigen Prozess aufgrund der eingesetzten Fähigkeiten der Arbeiter, die der Verwendung von Beton und den technologischen Fortschritten in der Mitte des 20. Jahrhunderts vorausgingen. Obwohl der Produktionsprozess teilweise mechanisiert war, wurden das Geschick und die Erfahrung einer frühen Tradition des Zimmermannshandwerks benötigt.³¹

Diese Ungleichzeitigkeit kann man auch an den zeitgenössischen Fachpublikationen und der Entwicklung der Baunormen in Deutschland nachvollziehen. In der Nachkriegszeit wurde eine große Anzahl von Lehr- und Handbüchern für den Betonbau publiziert. Inhaltlich fokussierten sich alle bis zu den 1980er-Jahren stark auf den Schalungsbau für Stahlbeton

²⁸ Naschold, Richard; Schoenrock, Rudolf: *Kommentar zu VOB, Teil C, DIN 18331 Beton- und Stahlbetonarbeiten. Fassung 1958*. Wiesbaden 1969, S. 36.

²⁹ Deutsches Institut für Normung e.V.: *DIN 18 217. Betonflächen und Schalungshaut*. Berlin 1980.

³⁰ Heine, Eike-Christian; Rauhut, Christoph: *Preface. Construction non-simultaneities*. In: Rauhut, Christoph; Heine, Eike-Christian (Hg.): *Producing non-simultaneity: construction sites as places of progressiveness and continuity*. New York 2018, S. XVII.

³¹ Wall, Christine: *Constructing Brutalism: In situ knowledge and skill on London's South Bank*. In: Rauhut, Christoph; Heine, Eike-Christian (Hg.): *Producing non-simultaneity: construction sites as places of progressiveness and continuity*. New York 2018, S. 95–110.



Abb. 5 Verwendung von Hico-Schalungsträgern, Ausführung: Zimmerei Goldes

aus Holz und stützten sich dabei auf ältere Veröffentlichungen zum Zimmererhandwerk. Noch in der Nachkriegszeit waren Fragen des Holzschalungsbaus in den Fachpublikationen des Betonbaus stark vertreten und ebenso spielte der Betonbau eine nicht unerhebliche Rolle in den Periodika des Zimmererhandwerks. Neben innovativen Schalmethoden wurden auch die herkömmlichen thematisiert und ihre Wirksamkeit gegenübergestellt. Einige auf die Herstellung der Schalungen spezialisierte Zimmereibetriebe wirkten an neuen Erfindungen in diesem Bereich mit. So war die Verwendung vormontierter Hico-Schalungsträger mit verstellbaren Rahmen für Balkenschalungen eine Erfindung der alteingesessenen Münchner Zimmererfirma Anton Goldes, deren Handwerker auf der Betonbaustelle der 1960er-Jahre ihre traditionelle Zunftkleidung trugen (Abb. 5).

Der Holzbauingenieur Anton Gattnar, der bis zu seinem Tod 1968 mit der Holzforschung und Lehre beschäftigt war und über die Entwicklung von Holzschalungen mehrere Fachartikel publizierte, stellte die vorteilhaften Materialeigenschaften von Holz für den Schalungsbau wie folgt dar: Holz hat bei geringem Gewicht eine hohe Biegesteifigkeit. Es ist meist in der Nähe der Baustelle verfügbar, ohne zu große Transportkosten in den gewünschten Mengen und Abmessungen zu verursachen und lässt sich mit einfachen Werkzeugen vor Ort leicht zuschneiden und mittels Nägeln zu der gewünschten Schalform zusammenfügen. Die hölzerne Schalhaut als schlechter Wärmeleiter schützt frischen Beton vor Hitze oder Kälte. Auch zu

der Zeit, als die genormten Schalungssysteme bereits auf dem Markt waren, wurden Bretter benötigt, wenn der Planer nicht mit genormten Größen arbeitete. Unregelmäßig begrenzte Flächen und komplexe Sonderformen lassen sich nur mit dünnen Holzbrettern einschalen.³²

Schnittholz als Schalungsmaterial hatte aber in der Tat auch viele Nachteile. Eine handwerkliche Erstellung der Holzschalungen auf der Baustelle braucht Zeit und erhöht die Lohnkosten. Durch das Zuschneiden der einzelnen Bretter entsteht viel Abfall. Nach aufwendigen Reinigungen kann man Schalholz vier- bis maximal sechsmal verwenden und danach nur noch als Brennholz nutzen.³³ Die Herstellung einwandfreier Sichtbetonflächen aus Holzbrettern war eine besonders schwierige Herausforderung der Schalungstechnik. Gattnar schrieb, dass bei Sichtbetonflächen trotz beachtlicher Fortschritte auf diesem Sondergebiet ein hoher Mehraufwand an Baustoffen und Lohnstunden gegenüber einer normal geschaltem Fläche erforderlich sei, sodass es geboten erscheine, jeweils zu überlegen, ob nicht zum Beispiel ein dünner, auf normalgeschaltem Flächen nachträglich aufgebracht Putz zweckmäßiger sei und besser aussehe als ein makellos kaum herstellbarer Sichtbeton.³⁴

Auch wenn die Schwierigkeit, ein perfektes Erscheinungsbild zu erreichen, viele Planer frustriert haben muss, offenbart die oft anspruchsvoll zu gestaltende Sichtoberfläche des Betons das Formbedürfnis der Architekten dieser Zeit. Die Variationen in Textur und Maserung sowie Fehler und Unvollkommenheiten machen einen Teil des Charmes dieses schwer kontrollierbaren Materials aus, mit denen die Architekten experimentieren konnten. Der Architekt Max Bäcker, der auch mehrere Sichtbetonbauten baute, schrieb Mitte der 1960er-Jahre über das Risiko des unkorrigierbaren Fehlers auf der Sichtbetonoberfläche und sagte: »Nichts, was nicht schon in der Schalung enthalten wäre, kann sich am monolithischen Betonbau abzeichnen. Aber unkorrigierbar drückt sich auch jeder Fehler, jede Abweichung und Unregelmäßigkeit am fertigen Werk aus. Das gibt dem Zufall einen mitbestimmenden Spielraum und macht den Fehler zum immanenten Bestandteil des Materials. Zusätzliche Oberflächenbehandlung durch Anstrich oder Putz – oft als Verschönerung gedacht – machen gerade die typischen Merkmale des Materials zunichte und legen den Verdacht auf falsche Verarbeitung oder Unverständnis der Zusammenhänge zwischen Material und Herstellungsvorgang nahe.«³⁵

Preislich unterschied sich Sichtbeton aufgrund der Komplexität der Arbeiten kaum von den Kosten für Verputzen oder Verkleiden.³⁶ Beim Bau der Kirche St. Christoph in München zwischen 1969 und 1971 nach einem Entwurf von Erhard Fischer (1930–2016) wurden für 1 Quadratmeter Schalung einer später verkleideten Betonoberfläche zwischen 17,50 und 19,50 Mark berechnet, für Sichtbetonflächen waren zusätzliche 17,50 Mark erforderlich.³⁷

³² Gattnar, Anton: *Stand der Schalungs- und Rüstungstechnik*. In: Die Bauzeitung 62 (1957), H. 5, S. 220.

³³ Gattnar, Anton: *Neuere Schalungs- und Rüstungsmethoden im Hochbau*. In: Der Architekt 5 (1956), H. 10, S. 347.

³⁴ Gattnar 1957 (Anm. 32), S. 222.

³⁵ Bäcker/Heinle 1966 (Anm. 23), S. 7.

³⁶ Künzel, Wilhelm: *Sichtbeton im Hoch- und Ingenieurbau*. Düsseldorf 1965, S. 11

³⁷ Neubau Kath. Gemeindezentrum St. Christopherus München/Fasanerie Nord, Beschränkte Ausschreibung der Rohbauarbeiten, Einheitspreise (Archiv des Gemeindezentrums St. Christoph, 1969).

Es musste eine ausreichende Anzahl von ausgebildeten und erfahrenen Facharbeitern im Schalungsbau und bei den Betonierarbeiten beschäftigt werden. Beim Bau dieses mittelgroßen Gemeindezentrums gab es mindestens zwei Poliere und zwanzig Facharbeiter, davon allein fünf Zimmerer.³⁸ Auf den Bauplänen zeigte Fischer bis auf wenige Ausnahmen die einzelnen Holzbretter in horizontaler Anordnung. Die Details zur Umsetzung wurden in Textform kommuniziert, die in der Ausschreibung nachzulesen waren. Jedoch wurden die Oberflächen nicht überall so ausgeführt, wie es sich der Architekt gewünscht hatte. So wurden zum Beispiel die Pfeiler an der Fassade, obwohl sie auf den Zeichnungen horizontal erscheinen, mit vertikalen Holzbrettern geschalt, weil sie so auf der Baustelle wohl einfacher zu realisieren waren.³⁹ Die Qualität der Oberfläche ist überall leicht abweichend, was wahrscheinlich auf die unterschiedlichen Fähigkeitsstufen der Arbeiter zurückzuführen ist. An der Südfassade der Kirche ist zu erkennen, dass es eine Verbesserung der Oberflächenqualität vom unteren zum oberen Bereich gibt. Im Erdgeschoss sind zwischen den Schalungsbrettern häufiger Kiesnester, Lunker und Grate zu finden. Im Obergeschoss ist das Erscheinungsbild insgesamt gleichmäßiger und glatter, was auf bewusste Reaktionen und qualitative Verbesserungen während des Bauprozesses hinweist.⁴⁰ Der Sichtbetonbau war keine Bauart, die von ungelernten Arbeitskräften leicht ausgeführt werden konnte, denn selbst gelernte Zimmerleute hatten ihre Schwierigkeiten.

Zwischen 1960 und 1968 errichtete der Bildhauer Hermann Rosa in Eigenleistung das Atelier Rosa in München, bei dem er die Mängel auf der Betonoberfläche als Gestaltungselement absichtlich in Erscheinung treten ließ (Abb. 6). Es dient in der Untersuchung als Gegenbeispiel zu den Sichtbetonbauten, bei denen viel Aufwand betrieben wurde, um ihre Oberflächen zu perfektionieren. Rosa strebte eine radikal grob strukturierte, unfertige Betonwirkung der Oberflächen an. Er war aber auch kein ausgebildeter Zimmerer oder Betonbauer und formte dieses Gebäude wie eine Skulptur als Künstler und nicht als Handwerker.⁴¹ Rosas individuelle Arbeitsweise mit der Oberfläche des Stahlbetons ist überall an den Oberflächen des Gebäudes sichtbar. Es gibt Gruppen von Kiesnestern an der Oberfläche, weil die Betonmischung einen geringen Mörtelanteil hatte und offenbar auch nicht gut gemischt wurde. Ebenso sind Verunreinigungen auf den Wandoberflächen mit flüssigem Zement aufgrund undichter Schalungsverbindungen an der Arbeitsfuge zwischen Erdgeschoss und Obergeschoss an der Wand sichtbar. Zu sehen sind sehr unterschiedliche Arten von selbstgebauten Abstandshaltern und Ankern. Es gab zu dieser Zeit mehrere standardisierte Elemente für diesen Zweck auf dem Markt, aber Rosa verwendete sie nicht, entweder wegen eigener ästhe-

³⁸ Neubau Kath. Gemeindezentrum St. Christopherus München / Fasanerie Nord, Beschränkte Ausschreibung der Rohbauarbeiten, Baustellenbesetzung (Archiv des Gemeindezentrums St. Christoph, 1969).

³⁹ Çavdar, Meltem: *Who built the timber formwork for fair-faced reinforced concrete?* In: Mascarenhas-Mateus, João; Pires, Ana Paula (Hg.): *History of Construction Cultures. Proceedings of the 7th International Congress on Construction History*. Leiden 2021, S. 708–709.

⁴⁰ Kommentare von Raphael Marius Schall (Student) im Rahmen einer von Meltem Çavdar M.Sc., M. A. und Prof. Dr. Andreas Putz betreuten Übung mit dem Titel *Erfassen I (St. Christoph Church)* im Wintersemester 2020/21 an der Professur *Neuere Baudenkmalpflege* an der Technischen Universität München.

⁴¹ Persönliches Gespräch mit Veit Rosa, Sohn von Hermann Rosa, 19. Januar 2020.

tischer Gründe oder weil es für ihn günstiger war, mit bereits vorhandenen Materialien selber Abstandshalter herzustellen.

Rosa wollte diese Rauheit, aber ohne die Hilfe erfahrener Einschaler hätte er das Gebäude sowieso nicht in den etablierten Qualitäten bauen können. Das können wir an der Brüstung im Obergeschoss nachvollziehen (Abb. 7). Auf der einen Seite diente eine mitteldichte Faserplatte als Schalungshaut. Man sieht die Faserreste auf der Oberfläche. In der oberen linken Hälfte ist eine Einwölbung zu erkennen. Wahrscheinlich wurde die Faserplatte an dieser Stelle mit einem zusätzlichen Kantholz gegen die Brüstung abgestützt, das jedoch falsch platziert war. Es ist anzunehmen, dass die Faserplatte durch die Nässe weich wurde und beim Betonieren oder Aushärten nach innen gedrückt wurde.⁴² Dieses und andere Beispiele mit ihren Mängeln zeigen, dass in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts die Qualität der Betonoberflächen von der Holzschalung abhing und es unwahrscheinlich war, dass Betonbauten ohne die Hilfe von ausgebildeten oder erfahrenen Zimmerleuten die von den Planern gewünschte Oberflächenqualität erreichen konnten.

Die Schalungen hatten einen erheblichen Anteil bei den Rohbaukosten, deswegen gingen die größeren Baufirmen ab den 1960er-Jahren vom handwerksmäßigen Schalungsbau zu seriell vorgefertigten und wiederverwendbaren Schalungssystemen über, um den Kostenanteil zu senken. Im Laufe des 20. Jahrhunderts wurden viele neue Werkzeuge und Technologien zur Industrialisierung und Rationalisierung des Betonbaus entwickelt. Der Bau von Schalungen für Sichtbetonbauten in Ortbetonbauweise blieb jedoch bis weit in die 1970er-Jahre hinein weitgehend handwerklich, bis schließlich vorgefertigte Wandtafelchalungen, Kletterschalungen sowie Tunnelschalungssysteme die Holzbrettschalungen allmählich verdrängten.

Ein Vorschlag zur bauforscherischen Untersuchung an den Sichtbetonoberflächen

Vertiefende Forschungen über die historischen Hilfskonstruktionen wie Schalungen und Lehrgerüste am Objekt sind schwierig, da diese Konstruktionen nur provisorisch und nach Gebrauch nicht mehr vorhanden sind. Wegen der langen Tradition der historischen Bauforschung gibt es eine systematische Routine, die Arbeitsspuren auf historischen Bauwerken zu analysieren, um ihre Herstellung und Verwendung zu verstehen. Eines der Hauptziele des laufenden Dissertationsvorhabens der Verfasserin zum Holzschalungsbau in der Mitte des 20. Jahrhunderts⁴³ ist, die Untersuchungen an brettgeschalteten Sichtbetonoberflächen der Nachkriegszeit

⁴² Kommentare von Jens Roll (Student) im Rahmen einer von Meltem Çavdar M.Sc., M.A. und Prof. Dr. Andreas Putz betreuten Übung mit dem Titel *Erfassen I (Atelier Rosa)* im Sommersemester 2020 an der Professur *Neuere Baudenkmalpflege* an der Technischen Universität München.

⁴³ Laufende Dissertation von Çavdar, Meltem: ›Holzschalungsbau und seine Auswirkungen auf die Oberflächenqualität von brettgeschalteten Sichtbetonbauten in der Mitte des 20. Jahrhunderts‹ (Betreuer: Prof. Dr. Andreas Putz).



Abb. 6 Atelier Rosa, 1960–1968, Hermann Rosa, München

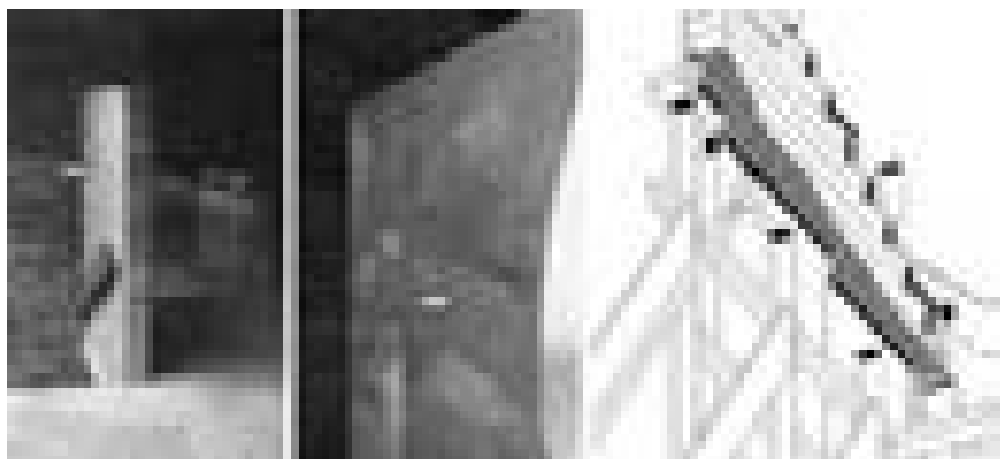


Abb. 7 Brüstung, Atelier Rosa, 1960–1968, Hermann Rosa, München

ebenfalls zu systematisieren, um den Bauprozess dieser Bauwerke verständlich zu machen und die handwerklichen Kenntnisse und Erfahrungen des Zimmererhandwerks, die auf diese Bauten übertragen wurden, genau zu erkennen, bevor diese verloren gehen. Dafür geben die brettgeschalteten Sichtbetonbauten die Möglichkeit, aus den Spuren auf der Oberfläche die Schalungshaut und darüber den Bauprozess zu rekonstruieren.

Im Rahmen einer Lehrveranstaltung zur Baudokumentation gab es die Möglichkeit, mit Master-Architekturstudierenden an der TU München den historischen Bauprozess von ausgewählten Bauteilen des Ateliers Rosa und der Kirche St. Christoph zu untersuchen. Eines der beispielhaften Ergebnisse ist die Rekonstruktion des historischen Bauprozesses der Rundtreppe an der Hauptfassade der Kirche St. Christoph (Abb. 8). Die Bauaufnahme fand hierbei mittels 3D-Fotogrammetrie statt. Die aus den 3D-Modellen erhaltenen Orthofotos wurden durch die Handaufmaße vor Ort und die historischen Werkpläne abgeglichen, um präzise Teilgrundrisse und Ansichten zu erstellen. Diese Ansichten ließen sich für die phänomenologische Kartierung der Fehlstellen und Spuren des Bauprozesses auf den Oberflächen weiterverwenden. Verschiedene Fugen, Ankerlöcher, Nagelabdrücke, Mörtelreste und Holzspuren halfen, den Bauprozess des Gebäudeteils Schritt für Schritt zu demonstrieren. In diesem Beispiel wurden die Betonierabschnitte des runden Treppenhauses schematisch als axonometrische Zeichnungen dargestellt. Schließlich konnte dank historischer Baustellenfotos und technischer Lehrbücher aus der damaligen Zeit eine hypothetische Rekonstruktion der Schalung modelliert werden.

Auf beiden Seiten der gebogenen Betonwand sind die Holzbretter vertikal ausgerichtet, um die runde Schalhaut zu erzeugen. Die Bretter wurden an den Zentrierungen befestigt, die die halbkreisförmige Geometrie bildeten. Die auf den Archivfotos sichtbaren Zentrierungen wurden anhand der Nagelspuren auf der Oberfläche genauer platziert. Um die Schalung an ihrem Platz zu halten und ihr Stabilität zu verleihen, stützten Pfosten aus Kantholz die Zentrierungen, was auf den Archivfotos zu sehen ist. Auf der äußersten Ebene sieht man die Gurthölzer zur Verwendung von Schalungsspannern.

Den Planunterlagen und dem Schriftverkehr ist zu entnehmen, dass die Wände doppelschalig gebaut und in der Mitte mit Isolierplatten gedämmt sind. Es ist nicht sicher geklärt, ob die innere und die äußere Schale der doppelschaligen Wand in einer gemeinsamen Schalung mit Dämmplatten in der Mitte der Schalung zusammen gegossen wurde, oder ob die innere Schale der doppelschaligen Wand zuerst separat gegossen wurde, dann die Dämmplatten hinzugefügt wurden und die äußere Schale mit einer zweiten Schalung gebaut wurde. In der hier gezeigten Rekonstruktion wurde die erste Möglichkeit in Betracht gezogen, weil sich in den Bauakten der Kirche St. Christoph kein Hinweis auf ein zweistufiges Schalungs- und Betonierverfahren finden lässt. Auch beim Bau der Sichtbetonwände der Evangelischen Versöhnungskirche in Mannheim, die zwischen 1963 und 1965 nach Entwurf von Helmut Striffler gebaut wurde, wurden die Innen- und Außenwand jeweils in einem Arbeitsgang mit einer gemeinsamen Schalung errichtet und die Wärmedämmung in der Wandmitte von

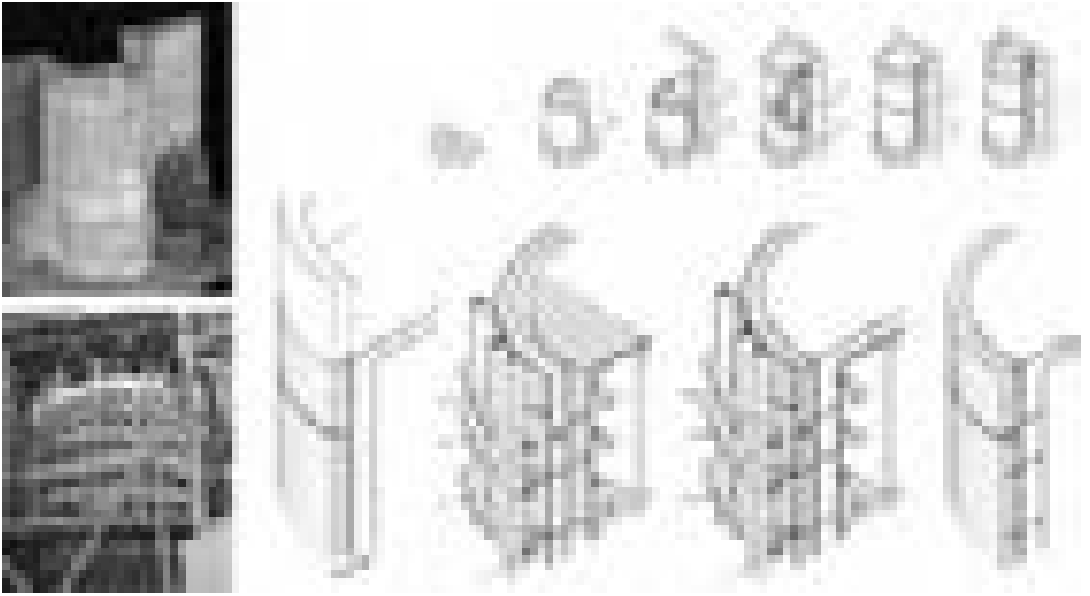


Abb. 8 Rundtreppe an der Hauptfassade, Kirche St. Christoph, 1971, Erhard Fischer, München

beiden Seiten durch Streckmetall geschützt.⁴⁴ Aufgrund der auf der Oberfläche sichtbaren sternförmigen, hellgrauen Asbestdistanzrohre kann festgestellt werden, dass die Dämmplatten in der Mitte der Schalung durch diese Rohre festgehalten wurden. In diese Distanzrohre wurden die Spanneisen durch die Gurthölzer geführt und fixiert.

Schlusswort

Schalungsraue Sichtbetonbauten in Ortbetonbauweise erforderten hohe handwerkliche Fähigkeiten, um den höheren Ansprüchen an die Oberflächen zu genügen. Wenn das erforderliche Fachwissen nicht vorhanden war, waren Unvollkommenheiten und Fehler unvermeidlich. Das Wissen und Können dafür stammte aus dem Zimmerhandwerk und hatte maßgeblichen Einfluss auf die Ausführung und Gestaltung insbesondere von Sichtbetonbauwerken in der Mitte des letzten Jahrhunderts. Weitgehend bestimmte die Holzkonstruktion der Schalungen, was im Sichtbetonbau bautechnisch möglich war. Diese Bauwerke spiegeln das handwerkliche Können der damaligen Schalungszimmerer wider. Ohne ihre handwerklichen Kenntnisse und Erfahrungen wären die Sichtbetonbauten, die eine hohe Maßgenauigkeit erfordern, nicht in großen Massen verbreitet zustande gekommen.

⁴⁴ Bächer/Heinle 1966 (Anm. 23), S. 14.