Studies 1

Dirk Bühler

Museum aus gegossenem Stein
Betonbaugeschichte im Deutschen Museum

Deutsches Museum

Museum aus gegossenem Stein
Betonbaugeschichte im Deutschen Museum

Deutsches Museum Studies
Herausgegeben von
Wilhelm Füßl, Ulf Hashagen, Ulrich Kernbach, Helmuth Trischler
Band 1

Wir danken der Firma Gebr. Rank GmbH & Co. (München) für ihre großzügige Spende, die den Druck eines Teils der Auflage ermöglicht hat.

Autoren

Hartwig Schmidt (Prof. Dr.-Ing. em.), tätig auf dem Gebiet der Denkmalpflege und historischen Bauforschung an der RWTH in Aachen, hat über die Geschichte und Erhaltung historischer Betonbauwerke gearbeitet und wesentlich zu deren Wertschätzung beigetragen.

Dirk Bühler (Dr.-Ing.) ist Kurator für Bauwesen im Deutschen Museum und war zuständig für den Aufbau der Abteilungen Brücken-, Wasser- und Tunnelbau. Mit zahlreichen Publikationen und der Organisation wissenschaftlicher Tagungen hat er die Erforschung und Verbreitung der Geschichte der Bautechnik im internationalen Raum wesentlich vorangetrieben.

Helmut Hilz (Dr. rer. pol.) ist Historiker und wissenschaftlicher Bibliothekar, seit 1998 leitet er die Bibliothek des Deutschen Museums. Er hat eine Reihe wissenschaftlicher Arbeiten zur Geschichte der Bautechnik im 19. Jahrhundert publiziert, u. a. seine Dissertation über das Leben und Werk des Bauingenieurs Heinrich Gerber (1832–1912).

Dirk Bühler
unter Mitarbeit von Hartwig Schmidt und Helmut Hilz

Museum aus gegossenem Stein
Betonbaugeschichte im Deutschen Museum

Deutsches Museum

MV-WISSENSCHAFT

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet unter http://dnb.d-nb.de abrufbar.

Dirk Bühler, »Museum aus gegossenem Stein«
1. Auflage
© 2015 der vorliegenden Ausgabe: Edition MV-Wissenschaft
Die Edition MV-Wissenschaft erscheint in der Verlagshaus Monsenstein und Vannerdat OHG Münster
www.mv-wissenschaft.de
© Deutsches Museum Verlag, 2015
Alle Rechte vorbehalten
Redaktion: Andrea Lucas
Satz, Layout, Umschlaggestaltung: Jutta Esser
Umschlagbild: Deutsches Museum Archiv, BN_08751
Druck und Bindung: Monsenstein und Vannerdat, Münster
ISSN 2365-9149
ISBN 978-3-940396-65-5

Inhalt

Vorwort, Hartwig Schmidt 7

Vom Hofbräuhaus zum Deutschen Museum
Münchner Bauten aus Eisenbeton 1890 bis 1914, Hartwig Schmidt 10

Ein Meisterwerk der Betontechnologie
Der Bau des Deutschen Museums in München (1906–1911), Dirk Bühler 48

Die Ausstellungen über Beton im Deutschen Museum, Dirk Bühler 72

Die Sammlung des Deutschen Museums
Eine Quelle zur Erforschung der Betonbaugeschichte, Dirk Bühler 80

Münchner Isarbrücken, Dirk Bühler 138

Georg Ernst contra Julius Springer
Zeitschriften zum Eisenbetonbau, Helmut Hilz 150

Anhang

Abbildungsverzeichnis 162
Personenregister 165

DEUTSCHES MUSEUM VON
MEISTERWERKEN DER NATUR=
WISSENSCHAFT UND TECHNIK

Vorwort

Seit den umfassenden Studien zur Geschichte des Stahlbetons, die Günter Huberti 1964 unter dem Titel »Vom Caementum zum Spannbeton. Beiträge zur Geschichte des Betons« herausgegeben hat, sind in den letzten Jahren weitere detaillierte Arbeiten zu den Anfängen des Kunststeins und Stahlbetonbaus erschienen, so dass heute eine umfangreiche Literatur zu diesem Thema zur Verfügung steht. Viele Ergebnisse dieser Forschungen finden sich in der vorliegenden Publikation.

Das Bauen mit Beton ist gekennzeichnet durch zwei unterschiedliche Entwicklungslinien: die Herstellung von »Kunststein«, heute Betonwerkstein, und die Verwendung von »Eisenbeton«, heute Stahlbeton. Beide Anwendungen des neuen Baustoffs haben eine aufsehenerregende Geschichte hinter sich, die begleitet und unterstützt wurde durch materialkundliche und statisch-konstruktive wissenschaftliche Untersuchungen. Dies hat sich bis heute nicht geändert; »Stahlbetonbau« ist an den Technischen Hochschulen noch immer ein wichtiges Lehrfach.

Ausgangspunkt der Herstellung von »Cementwaren« war die Erfindung des »Romancements« durch James Parker aus Northfleet (Kent) und der Gründung der Zementfabrik Parker & Co. 1796 in London. Mit der Herstellung von »Portland Cement« durch Joseph Aspdin 1824 war der Grundstein gelegt für eine gleichmäßige Zusammensetzung. Vermischt mit Sand, ließen sich aus diesem Material auf der Grundlage von Gussformen die unterschiedlichsten Dekorationen herstellen. Der zementgebundene Kunststein eignete sich zu Gartenplastiken und Brunnen ebenso wie für Fußbodenplatten oder Dachpfannen. Mit gegossenem und maschinell hergestelltem Kunststein ließ sich der teure Naturstein ersetzen. Ganze Hausfassaden entstanden aus dem neuen Material, das von den Kunststeinproduzenten deshalb auch mit dem Hinweis »Kunststein – ebenso schön wie Naturstein« beworben wurde. In den Katalogen der einzelnen Hersteller zeigte sich das ganze Spektrum der angebotenen Bauplastik, von einfachen Konsolen und Balustern bis hin zu Säulen in klassischen Formen, Brunnen und Denkmälern. Nur teilweise haben sich diese Werke aus Kunststein erhalten, und man muss heute schon die Akten und Kataloge der Hersteller durchsehen, um den ganzen Reichtum des Angebotenen und Erbauten wiederzuentdecken.

Ausführlicher und umfangreicher ist die Entwicklung des Stahlbetons im Hochbau untersucht und publiziert worden. Nach den ersten Versuchen mit Blumenkübeln durch Joseph Monier 1860 und den Versuchen Joseph-Louis

Lambots um 1855 mit bewehrten Balken und Decken waren die Grundlagen gelegt für die Entwicklung des Eisenbetons im Bauwesen. Ein großer Schritt in dieser Entwicklung war die Erfindung des bewehrten Plattenbalkens und der monolithischen Bauweise 1892 durch François Hennebique (1842–1921). Mit dem »System Hennebique«, das 1895 von Eduard Züblin (1850–1916) in Deutschland eingeführt wurde, war es möglich, Fabrikgebäude mit weiten, lichten Innenräumen zu bauen, die außerdem feuerbeständig waren. Und so kam zu den Vorteilen des Eisenbetons – Wirtschaftlichkeit und einfache Herstellung – eine weitere, letztendlich entscheidende Eigenschaft hinzu: seine Feuerbeständigkeit – hatten sich doch die schmiedeeisernen Träger der Eisenkonstruktionen bei Hitze verformt und die Bauten zum Einsturz gebracht.

Wie schwer es der Stahlbeton hatte, nicht nur als Baumaterial für den Ingenieurbau akzeptiert zu werden, sondern auch als Sichtbeton für den Hochbau, zeigt das 1928 von Julius Vischer und Ludwig Hilberseimer zusammengestellte Buch »Beton als Gestalter«, Stuttgart 1928. Die hierin vorgeführten Beispiele sind überwiegend Ingenieurkonstruktionen. Im Hochbau, besonders im Büro- und Industriebau, beschränkte sich die Verwendung von Stahlbeton zumeist auf das tragende Gerüst, das mit anderen Materialien verkleidet wurde. Ein typisches Beispiel für diese Bautechnik sind die beiden Wohnhäuser von Le Corbusier und Pierre Jeanneret auf der Werkbundausstellung 1927 in Stuttgart, die aus einem Ortbetongerüst bestehen, das mit Hohlblocksteinen ausgemauert ist. Auf der Zeichnung des Schweizer Architekten Alfred Roth (1903–1998) sieht man, wie durch das Ausmauern das Gerüst verschwindet und Teil der Wandfläche wird. Anschließend wurde der Rohbau verputzt, weiß gestrichen, und das ganze Haus sah wie aus einem Guss aus. Das Stahlbetongerippe ist nur noch an den stützenlosen Fensterbändern zu erahnen.

Im Gegensatz zum Kunststein, der heute als Betonwerkstein – ohne Kunst – Anwendung findet, ist der Stahlbeton zum wichtigsten Bau- und Konstruktionsmaterial geworden und aus unserer Welt nicht mehr fortzudenken.

Das größte Archiv, in dem sich die einzelnen Schritte der Entwicklung des Stahlbetonbaus anhand von Akten, Modellen und Originalen nachvollziehen lassen, ist das Deutsche Museum in München, selbst ein Bauwerk aus Sichtbeton mit einer Raumgestaltung, die sich in dieser Qualität selten wiederfindet. Das Deutsche Museum besitzt aber nicht nur eine der am breitesten angelegten bautechnischen Sammlungen zum Beton- und Stahlbetonbau,

sondern auch für andere Baustoffe und Konstruktionstechniken. So gehört zu den Sammelgebieten neben Werkstein und Holz auch eine große Ziegelsammlung. Diese Schätze zu erhalten, zu erweitern, wissenschaftlich zu bearbeiten und auszustellen wird auch für die zukünftigen Kuratoren eine wichtige Aufgabe sein.

München, im November 2015
Hartwig Schmidt

Vom Hofbräuhaus zum Deutschen Museum
Münchner Bauten aus Eisenbeton 1890 bis 1914

Hartwig Schmidt

Im Jahr 2008 feierte München das 850-jährige Stadtjubiläum, und in den dazu erscheinenden Publikationen bemühen sich die Autoren, das speziell Münchnerische herauszuarbeiten. Kaum Beachtung findet dabei ein besonderes Kapitel der Münchner Baugeschichte – der Beginn des Bauens mit Eisenbeton um 1900. München kann für sich in Anspruch nehmen, diejenige Stadt gewesen zu sein, in der die neue Bautechnik erprobt wurde und schon früh bedeutende Bauten in Eisenbeton entstanden. Leider ist diese außergewöhnliche architektonische und bautechnische Entwicklung heute weitgehend in Vergessenheit geraten.

Für den Bauhistoriker gehört es mit zu den interessantesten Aufgaben, dem Beginn eines neuen Baustils oder den Anfängen einer neuen Bautechnik nachzuspüren. Was waren Anlass und Auslöser für das Neue? Warum entstand etwas an diesem Ort und nicht an einem anderen? Wer waren die Protagonisten und welches ihre Ziele? Die Frage, die uns hier beschäftigen soll, lautet: Warum wurde in den zwei Jahrzehnten vor dem Ersten Weltkrieg München zum Zentrum des Stahlbetonbaus und nicht Berlin, die Stadt, die 1871 Reichshauptstadt wurde und deren Bauvolumen das von München bei weitem überstieg?[1]

Anfänge

Fast genau ein Jahrhundert hatte die Suche nach einem wasserfesten Bindemittel gedauert – von 1755, beginnend mit den ersten Versuchen John Smeatons (1724–1792), bis zu den Experimenten Joseph Aspdin (1778–1855) und dessen Erfindung des »Portland-Cements«. Die erste deutsche Portland-Cement-Fabrik wurde 1855 in Züllchow bei Stettin gegründet (Abb. 1). Dagegen dauerte es nur ein halbes Jahrhundert, bis der Beton sich als Baumaterial durchgesetzt hatte – von 1847, als François Coignet (1814–1888) die Verbundbauweise entwickelte, bis zur »Monier-Broschüre« Mathias Koenens (1849–1924), die 1886 von G.A. Wayss (1851–1917) herausgegeben wurde. Am Beginn dieser Entwicklung stand das Bemühen, die vergänglichen und feuergefährlichen Baumaterialien (Holz, Walzeisen) zu ersetzen. Am Ende war eine ganz neue Bauweise entstanden, die der Architektur und dem Ingenieurbau ungeahnte gestalterische und konstruktive Möglichkeiten eröffnete.

1 Um auf die Bedeutung dieser Bauten aufmerksam zu machen, fand am 6./7. Oktober 2006 im Deutschen Museum in München die Tagung »München 1900–1914. Heimliche Hauptstadt des Stahlbetons« statt, mit Vorträgen von Winfried Nerdinger, Florian Zimmermann, Dirk Bühler, Marco Pogacnik, Christian Kayser und dem Verfasser. Veranstalter waren das Deutsche Museum und die Beton Marketing Süd GmbH. Dieser Aufsatz, der in *Bautechnik 85* (2008), H. 11, S. 769–781, und H. 12, S. 855–964, veröffentlicht wurde und hier in überarbeiteter und leicht gekürzter Form erscheint, bietet einen Überblick über die behandelten Themen

1 Anzeige der Portland-Cement-Fabrik in Karlstadt/Main.

Die einzelnen europäischen Länder waren an dieser Entwicklung in unterschiedlicher Weise beteiligt: In England wurde der Portlandzement erfunden, in Frankreich die Betonbauweise und in Deutschland wurden durch weitere Forschung und praktische Versuche die ingenieurwissenschaftlichen Grundlagen des Stahlbetonbaus gelegt. Von großer Wichtigkeit für den Beginn des Stahlbetonbaus in Deutschland und Österreich-Ungarn waren die verschiedenen Patente Joseph Moniers (1823–1906), die er in Frankreich seit 1867 für die Herstellung beweglicher Kübel und Behälter aus Eisengeflecht und Zementmörtel erhalten hatte und die er in den folgenden Jahren durch Zusatzpatente auf den Bau von Gewölben, Brücken, Eisenbahnschwellen, Geschossdecken und Wänden ausweitete. Frühe Monier-Konstruktionen wie die Brücke im Schlosspark von Chazelet (1875) oder die großen Wasserbehälter, die er für die französischen Eisenbahngesellschaften errichtete, finden sich in der »Monier-Broschüre« abgebildet.

Als einer der ersten Bauunternehmer im deutschsprachigen Raum übernahm 1880 Rudolf Schuster in Wien das Monier-Patent für Österreich und Ungarn.[2] Vier Jahre später, 1884, erwarb die Firma Freytag & Heidschuch in

2 Kurrer, *Geschichte der Baustatik*, 2003, S. 352.

Neustadt-Haardt in der Pfalz (heute: an der Weinstraße) die Patentrechte für Süddeutschland und das Vorkaufsrecht für Norddeutschland und Martenstein & Josseaux in Offenbach am Main die Rechte für das Gebiet Frankfurt und 30 km im Umkreis. Als erstes deutsches »Beton-Bauwerk« entstand in Neustadt eine kleine Hundehütte, die sich heute im Deutschen Museum in München befindet.[3]

Das Verdienst, die neue Bauweise bekanntgemacht zu haben, gebührt jedoch Gustav Adolf Wayss, der 1886 die Patentrechte für Norddeutschland von Freytag & Heidschuch übernahm und in Berlin ein Unternehmen für Beton- und Monierbau gründete, die Baufirma G. A. Wayss & Co. In der aufstrebenden Hauptstadt des neuen Deutschen Reiches lernte er auf der Baustelle des Reichstages Mathias Koenen kennen, der als preußischer Regierungsbaumeister die Rohbauarbeiten leitete und es Wayss ermöglichte, statt der üblichen »Preußischen Kappen« 1500 qm Betondecke auf Trägerunterflansch nach dem System Monier in den Fluren des obersten Stockwerks einzubauen (1888). Um von der Baupolizei die Genehmigung für die neue Bauweise zu bekommen, führten Wayss und Freytag im Winter 1886/87 eine Reihe von Versuchen an unterschiedlichen Bauteilen durch, die sie auf ihre Tragfähigkeit, Feuerfestigkeit und Widerstandsfähigkeit gegen Stoß untersuchten. Das Ziel dieser aufwendigen Maßnahme, zu der sie das Berliner Kgl. Polizei-Präsidium und interessierte Architekten und Ingenieure eingeladen hatten, war, eine baupolizeiliche Genehmigung für die Monier-Bauweise zu erhalten. Die Ergebnisse publizierte Wayss 1887 in der so genannten Monier-Broschüre mit dem Titel: »Das System Monier (Eisengerippe mit Cementumhüllung) in seiner Anwendung auf das gesamte Bauwesen«.[4] In dieser Broschüre, die ein fest eingebundenes Buch mit 128 Seiten und vielen Abbildungen ist, veröffentlichte Koenen auch einen Vorschlag für die statische Berechnung von Monier-Konstruktionen – ein Vorschlag, den er bereits in einem kurzen Artikel im »Centralblatt der Bauverwaltung« im November 1886 veröffentlicht hatte.

Der Erfolg des Wayss'schen Bauunternehmens war groß, doch nur gering auf dem Gebiet, dem Wayss sein besonderes Interesse zugewandt hatte, dem Eisenbetonbau.[5] Die Hoffnung auf einen schnellen Siegeszug des neuen Baumaterials erfüllte sich nicht. Naturstein, Ziegel und die »modernen« Eisenkonstruktionen behielten auch weiterhin die Oberhand. Der Umgang mit Eisenbeton war außer der Baupolizei auch Architekten und Bauingenieuren noch zu fremd. Es fehlte die Erfahrung, und ohne baupolizeiliche Erlaubnis entstanden auch keine richtungsweisenden Bauwerke. Deshalb verließ Wayss Berlin bereits wieder 1892. Mathias Koenen, der 1888, nach Abschluss der

3 Zu der Hundehütte s. S. 98–101 in diesem Band.

4 Wayss, *System Monier*, 1887.

5 Da bis um 1920 der Stahlbeton »Eisenbeton« genannt wurde, wird in diesem Aufsatz, der den Zeitraum bis 1914 behandelt, der zeitgenössische Begriff benutzt.

Arbeiten am Reichstag, als Kompagnon in die Firma eingestiegen war, wurde deren Direktor. Die Firma nannte sich jetzt Actien-Gesellschaft für Monierbauten, vorm. G. A. Wayss & Co. Wayss wandte sich wieder dem Süden Deutschlands zu und gründete 1893 zusammen mit Conrad Freytag das Baugeschäft Wayss & Freytag, mit Sitz in Neustadt-Haardt, das 1901 in eine Aktiengesellschaft umgewandelt wurde. Im gleichen Jahr wurde Emil Mörsch (1872–1950) Leiter des technischen Büros der Firma. Im folgenden Jahr, 1902, erschien das von ihm bearbeitete und von Wayss & Freytag herausgegebene erste Handbuch des Eisenbetonbaus »Der Betoneisenbau, seine Anwendung und Theorie«[6], ein Standardwerk des Eisenbetonbaus, das zuletzt vier Bände umfasste und bis 1929 sechs Auflagen erlebte.

Die Prinzregentenzeit

Im Vergleich mit Berlin oder Wien war München um 1870 eine ländliche bayerische Residenzstadt, die sich jedoch bis zur Jahrhundertwende aufgrund der rapiden Industrialisierung zu einer modernen Groß- und Industriestadt entwickelte. Gleichzeitig nahm die Einwohnerzahl in bisher nicht gekannten Umfang zu: von 170 000 Einwohnern im Jahr 1870 auf 350 000 im Jahr 1890 und ca. 600 000 im Jahr 1910. Um die Jahrhundertwende war München die größte bayerische Handels-, Verkehrs- und Industriestadt und viertgrößte Stadt im Deutschen Reich. Regiert wurde Bayern seit 1886 von Prinzregent Luitpold (1821–1912), einem Sohn Ludwig I., der nach dem Tod Ludwig II. für dessen geistig umnachteten und damit nicht regierungsfähigen jüngeren Bruder Otto I. die Regierungsgeschäfte führte. Im Gegensatz zu Kaiser Wilhelm II., der sich in Berlin demonstrativ bemühte, die Autorität des Herrscherhauses nicht nur auf politischem, sondern auch auf künstlerischem Gebiet herauszustellen, förderte Prinzregent Luitpold die bildende Kunst und erteilte den Künstlern Aufträge, mischte sich aber ansonsten wenig in die Aktivitäten seiner Hauptstadt ein. Dieser zurückhaltende Umgang mit der Macht brachte München den Ruf einer idealen Heimstätte für Kunst und Bildung ein, einer liberalen Kunst- und Fremdenverkehrsstadt, der sich das ganze 19. Jahrhundert hindurch hielt. Die Prinzregentenzeit wird auch heute noch als eine der glücklichsten und harmonischsten Zeiten für Bayern betrachtet. Doch bereits zu Beginn der 20. Jahrhunderts wechselten viele junge Künstler von München nach Berlin, und München wurde zu einer traditionell-konservativen Stadt, von der immer weniger künstlerische Impulse ausgingen. Die Gründung des Deutschen Werkbundes am 5./6. Oktober 1907 fand wohl in München statt,

6 Bereits bei der 2. Aufl. änderte Mörsch den Titel in: »Der Eisenbetonbau. Seine Theorie und Anwendung.«

doch kamen die Ausschussmitglieder überwiegend von auswärts: Theodor Fischer (1862–1938) aus Stuttgart, Fritz Schumacher (1869–1947) aus Hamburg, Hermann Muthesius (1861–1927) und Friedrich Naumann (1860–1919) aus Berlin, Karl Schmidt (1873–1948) aus Dresden.

In den letzten drei Jahrzehnten des 19. Jahrhunderts veränderte sich das Münchner Stadtbild ganz entscheidend durch Stadterweiterung und Umbau der Innenstadt, ohne jedoch sichtbar »modern« zu werden, denn von den Bauaufsichtsbehörden wurden für die neuen Bauten Fassaden in »heimischer Bauweise« gefordert, malerisch und zugleich traditionell. Im Stadtbild dominierten die städtischen und staatlichen Großbauten, die von den bekannten ansässigen Architekten errichtet wurden, von Gottfried Neureuther (1874–1885) die Akademie der Bildenden Künste, Georg Hauberrisser (1888–1893) das Neue Rathaus, Friedrich von Thiersch (1891–1897) der Justizpalast und von Gabriel von Seidl (1894–1899) das Bayerische Nationalmuseum. Der Jugendstil, nach der 1896 in München gegründeten illustrierten Kulturzeitschrift »Die Jugend« benannt, war nur mit wenigen Bauten vertreten. Zu den wichtigsten – leider zerstörten – Zeugnissen dieses neuen Stils gehörte das von August Endell (1871–1925) entworfene Fotoatelier Elvira (1897/98) mit seiner berühmten Inneneinrichtung und Fassade.

Im Zuge der Reichseinigung 1871 hatte das Königreich Bayern – wie auch alle anderen Länder – wichtige Bereiche seiner Souveränität aufgeben müssen. Zu den verbliebenen staatlichen Aufgaben gehörten Justiz, Finanzen, Post und Verkehr, für deren Ministerien nun großartige Neubauten in prominenter Lage errichtet wurden. Der Blick zurück in die eigene »ruhmreiche« Vergangenheit diente dem Selbstbewusstsein wie dem Autonomiebedürfnis: Das bayerische Heer erhielt ein neues Armeemuseum in der Nähe der Residenz, die bayerische Geschichte fand ihren Platz in dem 1900 eröffneten neuen Nationalmuseum an der Prinzregentenstraße. 1912, zur Tagung der deutschen Architekten- und Ingenieur-Vereine in München, erschien eine Darstellung der Bauten des »neuen« Münchens – ein umfangreicher Band mit dem Titel »München und seine Bauten«, der beim Leser heute noch Erstaunen über die vielfältige Bautätigkeit dieser Jahrzehnte hervorruft.[7]

Von Berlin nach München

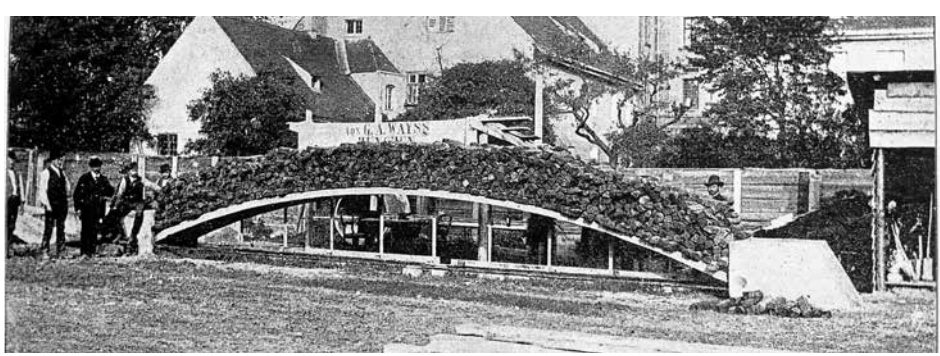
1887, ein Jahr nach den aufwendigen Versuchsreihen in Berlin, ließ G. A. Wayss ähnliche Versuche und Untersuchungen durch Johann Bauschinger in München wiederholen. Johann Bauschinger (1834–1893) war bei der Grün-

7 Bayerischer Architekten- und Ingenieur-Verein, *München,* 1912. Dieser Band bietet den besten Überblick über die Bautätigkeit in München bis 1912. Alle in diesem Aufsatz behandelten Bauten finden sich in diesem Band mit Foto und einer kurzen Beschreibung.the History of Construction, von Dirk Bühler. Für die Unterstützung bei der Recherche danke ich meiner Kollegin Jutta Schlögl sehr herzlich. Übertragung ins Deutsche: Susanne Jany, M.A. (Berlin)

dung der Polytechnischen Schule München 1868 als Professor für Technische Mechanik und Graphische Statik berufen worden. 1870 gründete er eine der Hochschule angeschlossene Versuchsanstalt, die sich der Ermittlung der physikalischen und vornehmlich der Festigkeitseigenschaften von Baustoffen widmete. Dieses »Mechanisch-technische Laboratorium« entwickelte sich aus kleinsten Anfängen zu einer der bekanntesten Materialprüfanstalten in Deutschland. Um die noch immer bestehenden Einwände gegen den Eisenbetonbau auszuräumen, beauftragte Wayss Bauschinger damit, einige grundsätzliche Fragen zu klären:

- die Größe der Adhäsion des Betons am Eisen
- das Verhalten beider Materialien bei wiederholtem Temperaturwechsel
- die Möglichkeit des Rostens des Eisens im Beton und die dadurch herbeigeführte Zerstörung der Einlagen oder deren Lockerung

Neben diesen bauphysikalischen Versuchen führte Bauschinger auf einem städtischen Werkplatz in München auch Belastungsversuche an verschiedenen Bauteilen durch, darunter einem Monier-Brückenbogen von 10 m Spannweite (1/10 Stichhöhe), der auf dem bekannten Foto (Abb. 2) in belastetem Zustand zu sehen ist. Im Hintergrund erkennt man das Bauschild mit der Aufschrift »von G. A. Wayss / München«. Die Versuche verliefen erfolgreich, die Rostversuche ebenso wie die Ausziehversuche. Dass der Wärmeausdehnungskoeffizient von Beton und Eisen fast gleich ist, hatte schon Koenen herausgefunden. 1887 erschien der Bericht Bauschingers in den von ihm herausgegebenen »Mitteilungen aus dem Mechanisch-technischen Laboratorium« mit den überaus positiven Ergebnissen.[8]



2 Belastungsversuch eines Monier-Gewölbes der Firma G. A. Wayss, 1887.

8 Emperger/Förster/Saliger, *Handbuch,* Bd. I, 1912, S. 151–155.

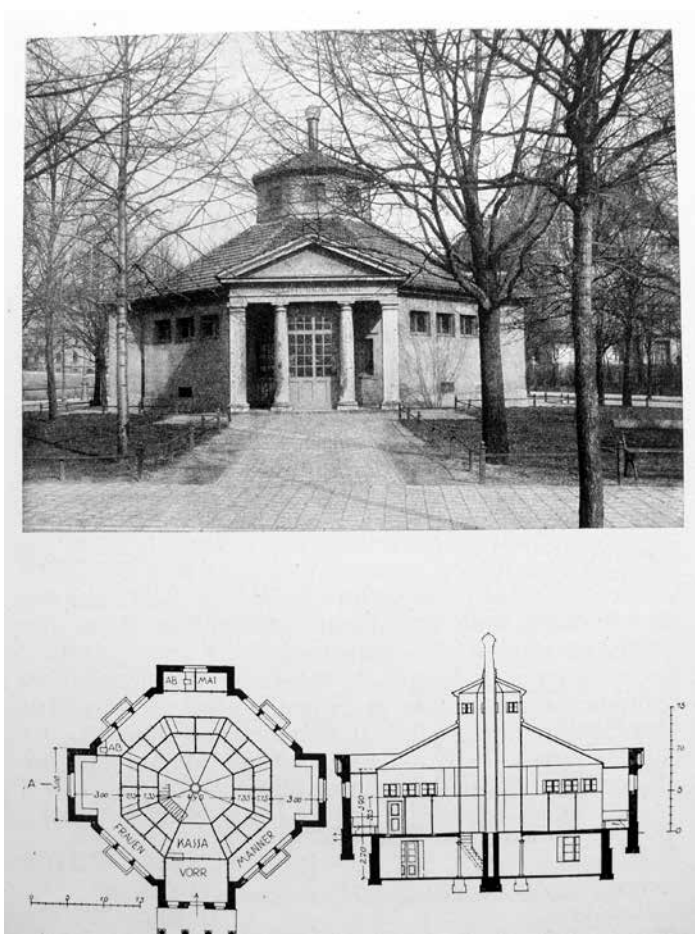
Im Gegensatz zu Berlin, wo bis 1905 keine bedeutenden Bauten aus Eisenbeton entstanden, war es der Berliner Actien-Gesellschaft für Monierbauten gelungen, in München bereits zwei Brücken zu erbauen: 1892 eine Straßenbrücke über den Nymphenburger Kanal (Abb. 18, s. S. 29) und 1898 die Brücke über die Kleine Isar zur Praterinsel, den »Kabelsteg«, nach dem Entwurf des Leiters des Münchner Stadtbauamts Adolf Schwiening (1847–1916) – zwei Bögen mit jeweils 38 m Spannweite aus Eisenbeton, die mit Muschelkalk verkleidet wurden (Abb. 3). Das Stadtbauamt hatte schon in den Jahren 1889 beim Bau der Badeanstalt in der Ohlmüllerstraße[9] und 1894 beim Bau des Volksbrausebades, Bavariaring 5,[10] nach Entwurf des Stadtbaurats Hans Grässel (1860–1939) Erfahrungen mit Monier-Konstruktionen gesammelt, waren diese Bauten doch vollständig aus Beton, die Fundamente aus Stampfbeton und Kellerdecke, Wände, Schornstein und Bedachung aus »Cementmörtel mit Eiseneinlagen« (Abb. 4).

Doch der Münchner Baumarkt wurde von den einheimischen Firmen beherrscht, was es Wayss ungemein erschwerte, an weitere Aufträge zu kommen. Eine Kooperation mit einer in München ansässigen Baufirma schien unumgänglich. Wayss wählte als Partner das renommierte Münchner Baugeschäft Heilmann & Littmann. Jacob Heilmann (1846–1927) hatte an der Baugewerkschule in München und der Polytechnischen Schule in Zürich Architektur studiert und in Berlin im Atelier von Martin Gropius (1824–1880) gearbeitet. Mit 25 Jahren, am 20. August 1871, gründete er das Münchner Baugeschäft, das sich zuerst beim Eisenbahnbau betätigte und nach Fertigstellung der Hauptlinien auf den Hoch- und Siedlungsbau in München konzentrierte. 1892 trat Max Littmann (1862–1931) als künstlerischer Leiter in die Firma seines Schwiegervaters Jacob Heilmann ein, die 1897–1908 unter der Bezeichnung Heilmann & Littmann geführt wurde und sich zu einem der größten Münchner Baugeschäfte entwickelte. Erste Erfahrungen mit Monier-Konstruktionen – die Patentansprüche Moniers waren 1894 in Deutschland erloschen – hatte die Firma 1896/97 beim Neubau des Hofbräuhauses am Platzl[11], gesammelt, wo die Decke des großen Festsaals im Obergeschoss mit einem dünnen Monier-Gewölbe (41,30 × 17,45 m) überwölbt worden war (Abb. 5, s. S. 18). Eine gleiche Konstruktion verwendete man für den 20,80 m breiten Festsaal der neuen Mathäser-Bierhallen in der Bayerstraße (1899/1900).

Um die Möglichkeiten des Eisenbetonbaus weiter auszuschöpfen, gründeten die Firmen Wayss & Freytag und Heilmann & Littmann am 15. Mai 1903 die Eisenbeton-Gesellschaft m. b. H. – Unternehmung zur Ausführung von Beton- und Eisenbeton-Bauten des Hoch- und Tiefbaues in München. Der

9 Christoph, *Eisen-Beton,* 1905, S. 105.
10 Bayerischer Architekten- und Ingenieur-Verein, *München,* 1912, S. 656.
11 Heilmann, *Hofbräuhaus,* 1897.

3 Brücke über die Kleine Isar zur Praterinsel (heute »Kabelsteg«), 1898 erbaut durch die Berliner Actien-Gesellschaft für Monierbauten.



4 Volksbrausebad, Bavariaring 5. Die vom Stadtbauamt 1889 und 1894 erbauten öffentlichen Brausebäder sind Monier-Konstruktionen, bestehend aus »Cementmörtel mit Eiseneinlagen«.

5 Beim Neubau des Hofbräuhauses am Platzl sammelte die Baufirma Heilmann & Littmann 1896/97 erste Erfahrungen mit Monier-Konstruktionen.

Tätigkeitsbereich der Firma sollte sich auf München und einen Umkreis von 30 km um München beschränken, um den eigenen Firmen keine Konkurrenz zu machen. Direktor wurde Ludwig Zöllner (1796–1960), der für Wayss & Freytag 1899 den Bau des achtgeschossigen Lagerhauses im Straßburger Hafen ausgeführt hatte, eine der frühen monolithischen Stahlbetonkonstruktionen der Firma, und seit 1900 die Münchner Niederlassung von Wayss & Freytag leitete.

Die Eisenbeton-Gesellschaft m.b.H.

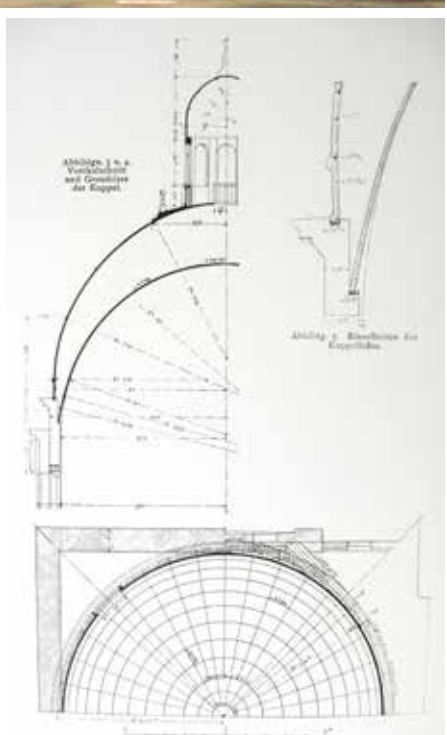
Mit der Gründung der neuen Firma hatte Wayss die Voraussetzung geschaffen, Erfahrung, Kenntnisse und Wissen der eigenen Firma im Eisenbetonbau mit den geschäftlichen Verbindungen eines einheimischen Baubetriebes zu verknüpfen.

Eine der ersten Arbeiten der neu gegründeten Eisenbeton-Gesellschaft war 1903 der Bau der Tambourkuppel über dem Mittelbau des Königlich Bayerischen Armeemuseums.[12] Der Entwurf des Architekten Ludwig Mellinger (1900–1977), Geh. Baurat im Bayerischen Kriegsministerium, war in den Formen der Neorenaissance gehalten und sah eine massive Steinkuppel vor. Statt dieser schlug Ludwig Zöllner zwei dünne Stahlbetonkuppeln vor, eine innere halbkugelförmige Kuppel mit 16 m Durchmesser und eine gestelzte äußere Schutzkuppel mit einer 9 m hohen Laterne. Zöllner konstruierte die

12 Habel, *Armeemuseum*, 1982.

Kuppel aus einem selbsttragenden, netzförmigen Stahlgerüst aus Winkel- und T-Profil-Eisen, verzichtete jedoch auf die Diagonalverstrebungen der »Schwedlerkuppeln« in der Annahme, dass die 5 bis 6 cm dicke Betonschicht ausreichen würde, um eine Schalentragwirkung zu erzielen. Der Erfolg gab ihm Recht, die Kuppel hat die Luftangriffe und Bombardierung des letzten Krieges überstanden und wurde in den Neubau der Bayerischen Staatskanzlei (1989–1993) miteinbezogen (Abb. 6, 7).

6 Ehemaliges Königlich Bayerisches Armeemuseum. Heute Bayerische Staatskanzlei am Franz-Josef-Strauß-Ring 1.
Die Kuppel hat die Bombardierung während des Zweiten Weltkriegs weitgehend unbeschädigt überstanden.



7 Die Konstruktion der Kuppel des Armeemuseums, heute: Bayerische Staatskanzlei am Franz-Josef-Strauß-Ring 1, besteht aus zwei selbsttragenden, netzförmigen Stahlgerüsten und einer 5 bis 6 cm dicken Betonschicht.

Im gleichen Jahr begann die Firma mit dem Bau der weitgespannten Bogenbrücke über die Isar bei Grünwald, die 1904 fertiggestellt wurde. Die konstruktive Bearbeitung der 220 m langen Straßenbrücke, die den Fluss mit zwei großen Hauptbögen von jeweils 70 m überspannte, lag in Händen von Emil Mörsch, dem technischen Leiter des Stuttgarter Büros von Wayss & Freytag.[13]

1904 erhielt die Eisenbeton-Gesellschaft einen weiteren Großauftrag – den Neubau von zwei großen Warenhäusern in der Nähe des Münchner Bahnhofs. Warenhäuser waren ein neuer Bautyp, der erstmals im 19. Jahrhundert auftauchte. Anfang des 20. Jahrhunderts wurden sie von ihren Betreibern zu opulenten »Verkaufspalästen« ausgestaltet, in denen Waren jeglicher Art zum Verkauf angeboten wurden. Die Lage in der Nähe des Bahnhofs und am Eingang der Stadt zielte auf die nach München kommende Landbevölkerung als Kunden. Die für diesen Bautyp erforderliche hohe Tragfähigkeit und absolute Feuersicherheit führten dazu, dass beim Warenhaus Tietz (heute Hertie) zum ersten Mal in München das tragende Gerüst aus einem monolithischen Eisenbeton-Stützenraster bestand[14], während das Kaufhaus Oberpollinger (heute Karstadt) als Stahlkonstruktion errichtet wurde, deren Stützen mit Beton ummantelt wurden (Abb. 8, 9). Die beiden Gebäude, jeweils in der Größe eines ganzen Baublocks, hatten große Lichthöfe mit opulenten Treppenanlagen; um sie herum waren auf den einzelnen Geschossen die Verkaufsflächen angeordnet (Abb. 8a, 8b). Die Entwürfe stammten von Max Littman, der das Kaufhaus Oberpollinger in Anlehnung an die Berliner Kaufhäuser Alfred Messels (1853–1909) mit großen Glasfassaden und in einer Pfeilerarchitektur entworfen hatte.

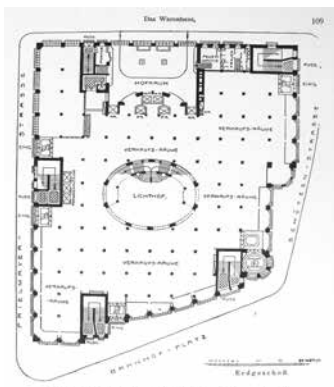
Doch der Entwurf wurde von der vom Münchner Magistrat eingesetzten Künstlerkommission, die die Münchner Baugenehmigungsbehörde, die Lokalbaukommission, in städtebaulichen und ästhetischen Fragen beriet, mit der Begründung abgelehnt, dass an diese Stelle ein Bau gehöre, der sich dem Stadtbild der Neuhauser Straße anpassen müsse. Und so wurden aus der geplanten Pfeilerfront drei Giebelhäuser mit großen Schaufenstern im Erdgeschoss, waagerechten Brüstungen und kleinteiligen Fenstern in den Obergeschossen. Vergleicht man hiermit den Grundriss, so wird der Kontrast zwischen dem inneren Stützenraster und dem Äußeren besonders deutlich. Der vom Bayerischen Architekten- und Ingenieurverein herausgegebenen Publikation zum Thema »München und seine Bauten« zufolge sei das Haus den modernsten technischen Ansprüchen entsprechend erbaut:

13 Wetzk, *Vor 100 Jahren,* 2005. Leider wurde die Brücke, ein bedeutendes Denkmal der Betongeschichte, 1999 durch einen Neubau ersetzt.

14 Der Erfinder der monolithischen Eisenbetonstruktur war François Hennebique (1842–1921), der in Frankreich 1892 ein Patent darauf erhielt. Wayss hatte sich mit Hennebique nicht auf die Übernahme einer Lizenz verständigen können, so dass Wayss & Freytag durch eigene Versuche und Verbesserung der Berechnungsmethode ein ähnliches, doch eigenes Konstruktionssystem entwickelte. Bereits 1903 erklärte man in Frankreich Hennebiques Patent für ungültig, um dem älteren Patent von Monier aus dem Jahr 1878 den Vorzug zu geben. Damit waren die Patentansprüche Hennebiques auch in Deutschland erloschen.

8 Warenhaus Tietz, Bahnhofsplatz. Das Warenhaus wurde 1904/05 auf dem Areal des ehemaligen Sterngartens durch die Baufirma Heilmann & Littmann (Entwurf Max Littmann) als Eisenbeton-Rasterbau errichtet, die Fassade »in einheimischer Formensprache« aus Muschelkalk.

8a Warenhaus Tietz, Erdgeschossgrundriss.



8b Warenhaus Tietz, das Innere des Kaufhauses besteht aus einer weitgehend undekorierten Eisenbetonkonstruktion.

9 Das Kaufhaus Oberpollinger in der Neuhauser Straße in München wurde 1904 bis 1905 nach dem Entwurf von Max Littmann errichtet.

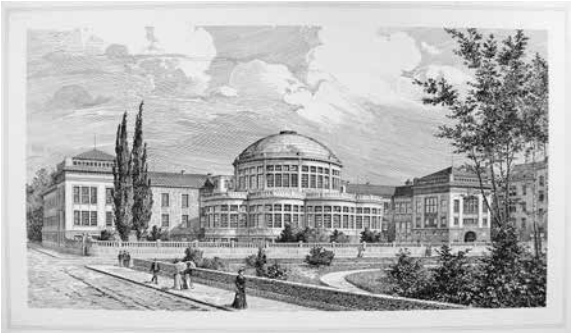
»Die Konstruktion ist in Eisen mit Betonumhüllung als Feuerschutz hergestellt, während die Fassaden in ihren Hauptteilen in Muschelkalk ausgeführt sind. Bei der Gestaltung des Äußeren wurde Wert auf Anpassung an das alte Straßenbild der Neuhauser Straße gelegt und deshalb allzu große Fensterflächen zwischen schmalen Pfeilern vermieden.« [15]

Auch das Äußere des Warenhauses Tietz hatte sich dem Münchner Altstadtbild unterzuordnen. Die Fassaden waren verkleidet mit Kalk- und Tuffstein, und der ganze Komplex war kleinteilig durch Türmchen und Giebel gegliedert. Im Inneren blieb die Stahlbetonkonstruktion – quadratische Stützen, Unterzüge und voutenförmige Anschlüsse der Unterzüge an die Stützen – undekoriert, nur durch Anstrich und einige schmückende Elemente belebt, sollten doch hier ausschließlich die ausgestellten Waren den Kunden ansprechen (s. Abb. 8b, S. 21). Ganz im Gegensatz hierzu waren Säulen und Brüstungen des ovalen Lichthofs aufwendig mit Marmor und Glasmosaik verziert.

Die geforderte Anpassung an die »heimische Formensprache« führte bei den Neubauten, die in diesen Jahrzehnten in der Münchner Innenstadt entstanden, dazu, dass der Eisenbeton aufgrund seiner großen Vorteile – Feuersicherheit und hohe Tragfähigkeit – die traditionellen Baumaterialien im Inneren der Bauten langsam verdrängte, jedoch die Fassaden in heimischen Natursteinen – überwiegend Muschelkalk – ausgeführt wurden. Das Eisenbahnnetz machte es möglich, Natursteine in großen Mengen in die bisherige »Backsteinstadt« München zu transportieren. Die zu dieser Zeit bereits aufkommende Kritik am historistischen Formenvokabular und die Forderungen nach Funktionalität und Materialgerechtigkeit fanden noch wenig Anklang.

Eine Ausnahme bildete der Neubau des Anatomiegebäudes in der Pettenkoferstraße in den Jahren 1905 bis 1907 nach dem Entwurf von Max Littmann (Abb. 10–12a) [16] Im Zuge des Ausbaus des Klinikviertels zwischen Lindwurm- und Landwehrstraße hatte die Firma Heilmann & Littmann die Aufträge zur Erbauung der Psychiatrischen Klinik und der Neuen Anatomie erhalten. Die Psychiatrische Klinik war ein ganz konventioneller Bau, doch konnte hier Max Littmann beim amphitheatralischen Auditorium zum ersten Mal die konstruktiven Möglichkeiten des Eisenbetons ausprobieren. Beim Bau der neuen Anatomie, einem der großartigsten Münchner Bauten dieser Zeit, benutzte er den Eisenbeton nicht nur als Tragkonstruktion, sondern materialsichtig auch im Fassadenbereich. Das Gebäude besteht aus zwei Seitenflügeln, die gegeneinander versetzt, doch durch einen langen Korridor miteinander verbunden sind. Der Seitenflügel zur Pettenkoferstraße ist Eingang, Vestibül und Verteilerraum, der Seitenflügel zur Schillerstraße beherbergt die Büro- und Verwaltungs-

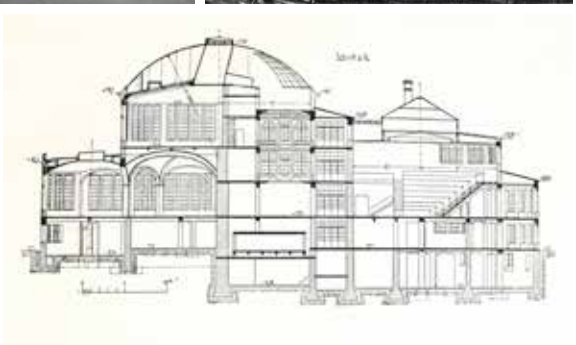
15 Bayerischer Architekten- und Ingenieur-Verein, *München*, 1912, S. 317.
16 Beton und Eisen 7 (1908), H. 5, S. 116–119; H. 6, S. 146–148.



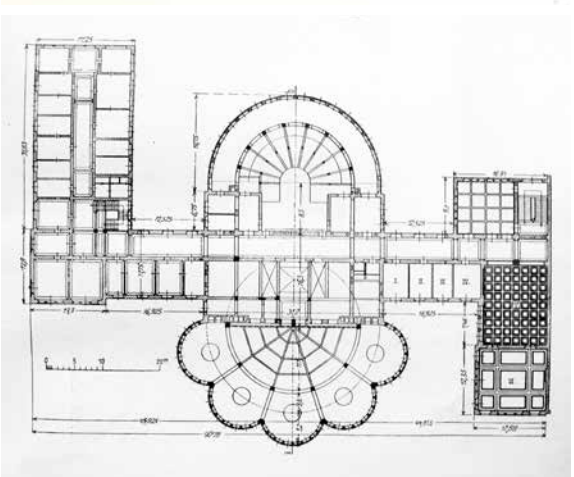
10 Neue Anatomie der Münchner Universität, Ansicht von der Pettenkoferstraße.

11 Nach der Übersiedlung nach München 1885 war Max Littmann von 1891 bis 1908 als Architekt und Mitinhaber im Baugeschäft seines Schwiegervaters Jakob Heilmann tätig.
Er wurde bekannt vor allem durch den Bau repräsentativer Theater, Wohn- und Geschäftshäuser.

11a + 11b (a) Neue Anatomie der Münchner Universität, Blick in den Präpariersaal im Erdgeschoss. (b) Blick auf die eingeschalten Kuppeln des Erdgeschosses.



12 Neue Anatomie der Münchner Universität, Querschnitt mit Kennzeichnung der Eisenbetonkonstruktionen (schwarz) und des Mauerwerks (schraffiert).



12a Neue Anatomie der Münchner Universität, Grundriss Erdgeschoss.

räume. Zwischen beiden Flügeln, und durch einen Garten vom Straßenverkehr abgeschirmt, liegt das Kernstück der Anlage: im Erdgeschoss der halbkreisförmige Präpariersaal mit fünf apsidenartigen Anbauten und darüber der Mikroskopiersaal. Auf der Hofseite, auf der anderen Seite des Ganges, befindet sich der zweigeschossige Hörsaal für 350 Studenten. Gekrönt wird der Mittelteil durch eine flache Kuppel über einem Kranzgesims. Um den Seziersälen möglichst viel Tageslicht zukommen zu lassen, sind die Außenwände auf schmale Fensterpfeiler zwischen hohen Fenstern reduziert. Alle Betonteile sind materialsichtig, doch steinmetzmäßig überarbeitet. Aus Sichtbeton sind auch der rustizierte Sockel, der Haupteingang, Gartenbänke und Gartenmauern. Im Gegensatz zu der erkennbaren Betonkonstruktion des Mittelbaus sind die beiden Seitenflügel aus verputztem Mauerwerk und in einfachen neoklassischen Formen. Doch trotz dieses Widerspruchs ist die Neue Anatomie ein bewundernswertes Bauwerk, das die große künstlerische Qualität Max Littmanns und die konstruktiven Fähigkeiten der Eisenbeton-Gesellschaft deutlich macht.

Ganz im Gegensatz zu der ruhigen, klassizistischen Architektursprache der Anatomie erhielt das Geschäftshaus der Münchner Neuesten Nachrichten (heute Süddeutsche Zeitung) in der Sendlinger Straße (1905/06) eine reich gegliederte, mit Figuren und Ornamenten geschmückte Fassade nach dem Entwurf von Martin Dülfer (1859–1942), sollte doch »dem ganzen auch nach außen hin ein Zug von gediegener Repräsentation verliehen werden.«[17] Das Hauptgebäude und die Druckerei sind Massivbauten; Zwischendecken, Treppen und Dachstuhl sind aus Eisenbeton, die Fassade ist aus Betonstein. Die Kassenhalle wird von einem neogotischen Kreuzgratgewölbe aus Eisenbeton überdeckt (Abb. 13).

Zu den innerstädtischen Geschäftshäusern, die die Firma Heilmann & Littmann bis zur Auflösung der Eisenbeton-Gesellschaft ausführte, gehört auch der Neubau der Dresdner Bank am Promenadenplatz in den Jahren 1906/07.[18] Auch dieser Bau ist bis zum Dachstuhl ein massiver Eisenbetonbau, dessen Fassaden aus Donaukalkstein Max Littmann in neoklassischen Formen gestaltete.

1908 wurde die Eisenbeton-Gesellschaft aufgelöst. Der Grund hierfür war, dass »die Firma Heilmann & Littmann die Verlängerung des Vertrages von einer erheblichen Erweiterung des Arbeitsgebietes abhängig machte und die Firma Wayss & Freytag mit Rücksicht auf ihre übrige Geschäftsorganisation dieser nicht zustimmen konnte.«[19] Auch Littmann verließ die Firma nach

17 Bayerischer Architekten- und Ingenieur-Verein, *München*, 1912, S. 329.
18 Ebd., S. 324–325.
19 *Festschrift* Wayss & Freytag *A.G*, 1925, S. 31.

13 Geschäftshaus der »Münchner Neuesten Nachrichten« (heute »Süddeutsche Zeitung«) in der Sendlinger Straße (1905/06).

14 Die Bauunternehmung Gebrüder Rank wurde von den Geschwistern Josef (1868–1956), Franz (1870–1949) und Ludwig Rank (1873–1932) geleitet

17-jähriger Tätigkeit und widmete sich von nun an ganz dem Theaterbau. Als neue Firma gründete Heilmann die Tiefbau- und Eisenbeton-Gesellschaft m. b. H. München, die allein von ihm und seinen Söhnen geleitet wurde, die jetzt als Geschäftsführer mit in die neue Firma aufgenommen wurden.

Die Bauunternehmung Gebrüder Rank

Neben der Eisenbeton-Gesellschaft gab es ein München eine zweite Baufirma, die sich schon früh auf den Eisenbetonbau konzentriert hatte – die Bauunternehmung Gebrüder Rank, die von drei Brüdern geleitet wurde: Josef (1868–1956), Franz (1870–1949) und Ludwig Rank (1873–1932), die sich am 15. Juni 1899 zusammengetan hatten, um das väterliche Baugeschäft gemeinsam weiterzuführen (Abb. 14). Zwei Jahre zuvor hatte Josef den Baubetrieb um ein Architekturbüro erweitert. Um auch ingenieurmäßige Aufgaben selbstständig übernehmen zu können, kamen später Abteilungen für Fabrikbau, Eisenbetonbau und Gaswerksbau hinzu.[20]

20 Die Geschichte und die Bauten der *Gebrüder Rank* sind in vier Festschriften (1912, 1962, 1987, 2012) ausführlich dokumentiert, so dass hier auf Literaturhinweise zu jedem Bau verzichtet wird.

Die Qualifikationen der drei Brüder lagen auf unterschiedlichen Ebenen: Josef war der innovativ denkende Ingenieur, Franz der Architekt, der 1910 für seine künstlerischen Aktivitäten zum Kgl. Bayerischen Professor ernannt wurde, und Ludwig, der jüngste, war der Geschäftsmann, der ab 1911 auch eine Filiale der Firma in Sevilla (Spanien) leitete.

1901 hatte Josef Rank durch eine Schrift des Baseler Architekten Rudolf Linder (1849–1928) über die Eisenbetonbauweise nach dem System Hennebique erfahren und war von der neuen Baumethode so begeistert, dass er nach Paris fuhr und 1902 eine Konzession erwarb. Im gleichen Jahr trat er in den 1898 gegründeten Deutschen Beton-Verein ein und war ab 1904 Mitglied des Vorstandes. Die ersten Erfahrungen mit Eisenbetondecken machte die Firma bei den Wohnhäusern in der Wotanstraße 36–44 (heute Kemnatenstraße) (1902/03); das erste Bauwerk fast ganz aus Eisenbeton war 1903 der Neubau des Münchner Volkstheaters in der Josephspitalstraße. In den nächsten Jahren folgten eine größere Anzahl von Wohn- und Geschäftshäusern in der Münchner Innenstadt, teilweise unverkleidet mit steinmetzmäßig überarbeiteten Sichtbetonfassaden.

In den Jahren nach 1907 häuften sich die Aufträge für derartige Bauwerke. Es entstanden 1907 das Geschäftshaus und Fabrikgebäude der Buchdruckerei Gerber, Angertorstraße 2, mit einer gestockten Sichtbetonfassade, die Eingangsbauten zur Münchner Gewerbeausstellung 1908 nach dem preisgekrönten Entwurf von Franz Rank (Abb. 15); 1908 das Geschäftshaus der Bürstenfabrik Pensberger & Cie. in der Franziskanerstraße 16; die große Turnhalle des Münchner Männerturnvereins mit einem 41,40 m langen und 24,40 m breiten zweigeschossigen Turnsaal, der auch als Festhalle genutzt werden konnte; 1910 das Gerstenlagerhaus der Aktienbrauerei zum Löwenbräu, Nymphenburger Straße 4–7, ganz aus Eisenbeton und mit einer Sichtbetonfassade; und, als einer der größten Münchner Aufträge, der Bau des Lindwurmhofs, Lindwurmstraße 88 (1910/11), eines sechsgeschossigen Lager- und Geschäftshauses mit einem großen Innenhof, in dem bis 1938 auch die Geschäftsräume der Gebrüder Rank waren (Abb. 16). Die Fassaden sind aus Betonwerkstein mit einem Vorsatzbeton aus feinem Kiesmaterial, gebrochenem Muschelkalk, Dolomit und Porphyr.[21] 1910 bis 1912 baute die Firma einen Turn- und Festsaal für das Nymphenburger Mädchenerziehungsinstitut; 1911/12 die Kirche im Krankenhaus Nymphenburg mit einer Halbkreistonne über den Emporen; 1914 die Automobilgarage Lilienstraße 78.

21 Heute sind hier, wie auch bei anderen Sichtbetonbauten aus dieser Zeit, die Fassaden überstrichen, so dass die Qualität des steinmetzmäßig überarbeiteten Vorsatzbetons nicht mehr zur Wirkung kommt.

15 Eingangsbauten zur Münchner Gewerbeausstellung 1908 nach dem preisgekrönten Entwurf von Franz Rank.

16 Der Lindwurmhof, in der Lindwurmstraße erbaut 1910/11. Hier befanden sich bis 1938 die Geschäftsräume der Firma Gebrüder Rank.

Mit Beginn des Krieges nahmen jedoch die privaten und öffentlichen Aufträge ab und die Firma bemühte sich – mit Erfolg – beim Militär um weitere Aufträge. Auf dem Flugplatz Berlin-Friedrichsfelde erbaute man vier Flugzeughallen und ein Werftgebäude für die Instandsetzung beschädigter Flugzeuge.[22] Für das Militärbauamt München wurden auf dem Flugplatz München-Schleißheim zwei 90 m lange Flugzeughallen errichtet, für das Militärbauamt Fürth fünf Flugzeughallen und ein Werftgebäude auf dem dortigen Flugplatz. In München selbst baute man Kasernen. In diese Zeit fiel auch die Erfindung des »Ranksilos mit Querbelüftung« für die Lagerung von Getreide wie auch die Anwendung des Gussbetons für Großbauten, da in der Kriegszeit Arbeitskräfte knapp geworden waren. 1926 wurde Josef Rank für seine Verdienste als Ingenieur von der TH München mit dem »Doktor e. h.« geehrt.

22 Schmidt/Pichler, *Flugzeughallen*, 2003, S. 682–692.

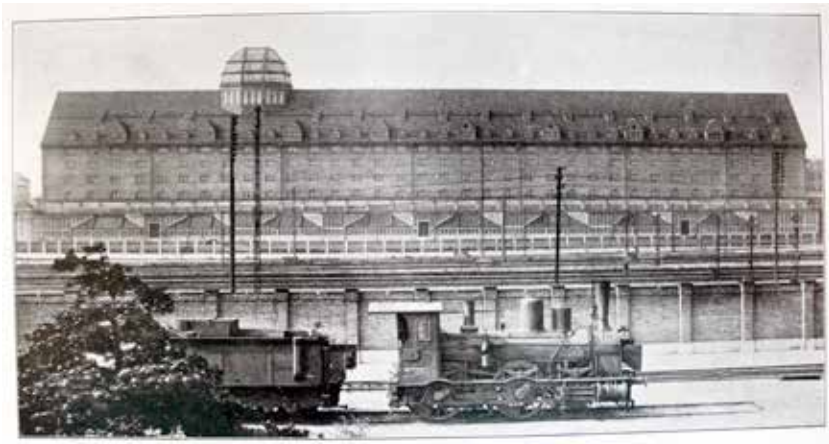
Zu den öffentlichen Bauten, auf die die Firma mit besonderem Stolz blickte, gehören der Bau des Deutschen Museums (Turm und südliches Ausstellungsgebäude) und das neue Hauptzollamt am Hauptbahnhof, Landsberger Straße 124, das in den Jahren 1909 bis 1912 nach Entwurf des Reg.-Bauassessors Hugo Kaiser entstand.[23] Das 190 m lange, einschließlich der Kellerräume neungeschossige Gebäude war wegen der geforderten Feuer- und Schwammsicherheit ganz aus Eisenbeton. Das große Lagerhaus mit einem hohen Satteldach hatte als einzigem Schmuck eine kleine Rippenkuppel (16,30 × 10,30 m), die die 7 m hohe Erdgeschosshalle zusätzlich belichtet (Abb. 17). Die Firma Gebrüder Rank teilte sich diesen Auftrag mit der Tiefbau- und Eisenbetongesellschaft München, der Nachfolgefirma der Eisenbeton-Gesellschaft.

Brücken aus Eisenbeton [24]

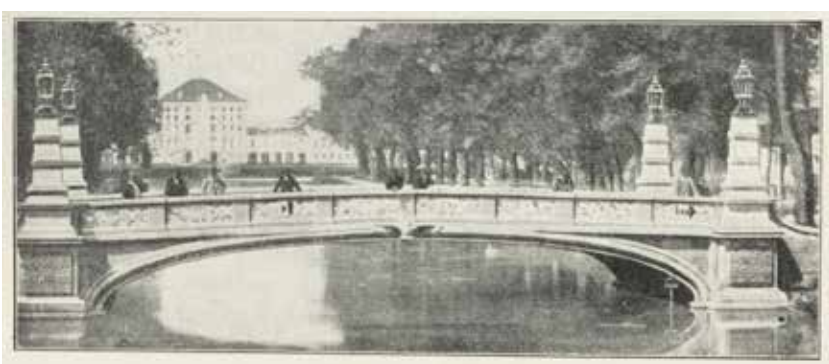
Der Eisenbetonbau in München hatte 1892 mit dem Bau einer kleinen Straßenbrücke über den Nymphenburger Kanal, der heutigen Ludwig-Ferdinand-Brücke (Abb. 18), durch die Berliner Aktiengesellschaft für Beton- und Monierbau (ehem. G. A. Wayss) begonnen.[25] Es ist eine einbogige Straßenbrücke mit einer Spannweite von 17,30 m und einer Pfeilhöhe von 1,88 m. Der monumentale Entwurf stammte von August Thiersch (1843–1917), Professor an der TH München, dessen Ziel es war, den ästhetischen Anforderungen der nächsten Umgebung des Königlichen Schlosses und den beiderseitigen Alleestraßen in jeder Weise zu entsprechen. Auftraggeber war das Kgl. Hofbauamt. Der Längsschnitt (Abb. 19) zeigt die Konstruktion, die aus den beiden massiven Stampfbetonwiderlagern besteht und dem dünnen, bewehrten Brückenbogen. Die Brücke ist eine Monier-Konstruktion mit oben und unten liegenden Bewehrungseisen und dichter Umschnürung. Wegen der Straßenbahnführung über die Brücke wurde sie 1914 zur Schlossseite hin um 8,80 m verbreitert, wobei die Brüstungen, die Pylone, die Flügelmauern und die Bogenstirnverkleidung abgenommen und anschließend wieder versetzt wurden. Betrachtet man die Brücke genauer, so erkennt man, dass sie in der Zwischenzeit durch Unterbetonieren eines Bogens noch einmal verstärkt wurde.

Eine zweite Brücke, die zur Überführung des Elektrokabels über die Kleine Isar von dem neuen Kraftwerk auf der Praterinsel in die Stadt diente, wurde 1898 von der Beton- und Monierbau A.G. als Eisenbetonbrücke mit Natursteinverkleidung erbaut (Abb. 3, s. S. 17). Die Spannweite der beiden Bögen beträgt jeweils 38 m.

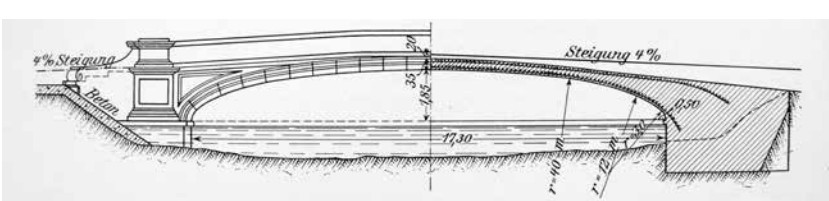
23 Beton und Eisen 12 (1913), H. 3, S. 45–51.
24 Siehe dazu ausführlich den Beitrag über die Isarbrücken, S. 138–149, in diesem Band.
25 Emperger/Förster/Saliger, *Handbuch, Bd. VI*, 1910, S. 151–155. 1893 erbaute die Firma eine ähnliche Brücke in Berlin-Köpenick. Siehe auch Bosch, *Brücke*, 1914.



17 Das Hauptzollamt in der Landsberger Straße 124 wurde 1909 bis 1912 von der Firma Gebrüder Rank wegen der geforderten Feuer- und Schwammsicherheit ganz aus Eisenbeton erbaut.



18 Die Ludwig-Ferdinand-Brücke über den Nymphenburger Kanal wurde 1892 als erste Betonbrücke in München errichtet. Der Brückenentwurf stammt von August Thiersch und sollte den ästhetischen Anforderungen der nächsten Umgebung, des Königlichen Schlosses und der beiderseitigen Alleestraßen, entsprechen.



19 Straßenbrücke über den Nymphenburger Kanal, Längsschnitt mit Eintragung der Eiseneinlagen.

Im September 1899 wurde München von einer Hochwasserkatastrophe heimgesucht, bei der alle Isarbrücken im Stadtbereich beschädigt oder zerstört wurden. Für den Wiederaufbau schrieb das Stadtbauamt 1901 einen Wettbewerb aus, der von der Aschaffenburger Baufirma Sager & Woerner gewonnen wurde, die vorschlug, alle Brücken in der gleichen Konstruktionsart und mit möglichst gleichen Spannweiten neu zu errichten.[26] Die Idee war, die Schalungen mehrmals zu verwenden, um Kosten zu sparen. 1901 bis 1905 konnten nun sechs der neun neu zu errichtenden Brücken als Bogenbrücken mit aufgeständerter Fahrbahn erbaut werden.[27] Für den Münchner Brückenbau zählen diese Brücken in Bezug auf ihre Gestaltung zu den gelungensten und elegantesten Bauwerken. Sie verdienen daher durchaus die Bezeichnung »Brückenfamilie«, in Anlehnung an die sogenannten Düsseldorfer Rheinbrücken, die in den 1970er Jahren ebenfalls einheitlich als Schrägseilbrücken gestaltet wurden.

Städtische und staatliche Großprojekte

In der Zeit zwischen 1905 und 1912 erlebte Bayerns Hauptstadt einen enormen Wachstumsschub, der mit einer Vergrößerung der Stadt und der Modernisierung des Zentrums verbunden war. Geregelt wurde die Stadterweiterung durch die 1904 erlassene Staffelbauordnung, die den Versuch darstellte, kommunale Stadtplanung und private Bautätigkeit in Einklang zu bringen. Betrachtet man das Äußere der Bauten, die in diesen Jahren errichtet wurden, so erkennt man, dass der strenge Historismus der Zeit vor der Jahrhundertwende bereits sein Ende gefunden hatte, denn die Zeit nach 1905 wurde – nicht nur in Bayern – durch eine bewusste Hinwendung zu Tradition und Heimat geprägt. Heimatschutz und Denkmalpflege, Volkskunde und traditionelles Handwerk bekamen eine bisher nicht gekannte Bedeutung. Eine wichtige Rolle spielte dabei in München der Bayerische Verein für Volkskunst und Volkskunde, der heutige Bayerische Landesverein für Heimatpflege, der zu Anfang des Jahrhunderts entstand. Ästhetische Vorbilder für die Architekten wurden die Bauten des Biedermeiers, der Zeit um 1800. 1908 erschien das Buch des Berliner Architekten Paul Mebes (1872–1938) mit dem Titel »1800 – Architektur und Handwerk im letzten Jahrhundert ihrer traditionellen Entwicklung«, in dem die Bauten abgebildet waren, die der Gegenwart als Vorbild dienen sollten. Das Ergebnis dieser Hinwendung zur »letzten historischen Epoche der Baukunst«[28] waren Bauten, die durch das Bemühen der Architekten geprägt waren, Nutzung und Funktion so gut wie möglich zu erfüllen, aber gleichzeitig die Bauten selbst – Fassaden und Innenräume – in traditionellen,

26 *Sager & Woerner,* 1964, S. 102–108.
27 Hackelsberger, *München,* 1981.
28 Mebes, *Architektur,* 1908.

historischen Formen zu entwerfen. Die dabei verwendeten Motive entstammten jetzt nicht mehr der italienischen Renaissance oder dem französischen Barock, sondern der heimatlichen Baukunst der vorindustriellen Zeit. Sehr typisch für diese Architektur sind die Theaterentwürfe Max Littmanns, der für jede Stadt den passenden Baustil fand und den Eisenbeton hinter aufwendigen Oberflächen aus Naturstein und Stuck verschwinden ließ.

Betrachtet man die Münchner Großprojekte dieser Zeit, so erstaunt, wie schnell sich der Eisenbetonbau durchgesetzt hatte und wie schnell sich weitere Baufirmen dieser neuen Konstruktionsform bemächtigt hatten. Für die Münchner Baupolizeibehörde, die Lokalbaukommission, brachte dies ein großes Problem mit sich, da sie die Aufgabe hatte, die Konstruktion der Bauten auf ihre Standfestigkeit zu prüfen. Der Eisenbetonbau war, wie eine Umfrage der Zeitschrift »Beton und Eisen« 1906 ergab[29], zu dieser Zeit noch kein Lehrfach an den Technischen Hochschulen; die Bauverwaltung selbst hatte keine Fachleute, die die Prüfung hätten vornehmen können. Man behalf sich notgedrungen damit, die großen ortsansässigen Eisenbetonunternehmen zu bitten, die Berechnung der Eisenbetonkonstruktionen vorzunehmen. Erst 1913 wurde ein »statisches Büro« bei der Lokalbaukommission eingerichtet, dessen drei Mitarbeiter nur für die Prüfung von Eisenbetonbauten zuständig waren. Ein Lehrstuhl für Massivbrückenbau und Eisenbetonbau wurde an der TH München erst 1920 mit der Berufung von Heinrich Spangenberg (1879–1936) ins Leben gerufen.[30]

In dem kurzen Zeitraum von 1905 bis 1912 entstanden eine große Anzahl bedeutender Bauten, bei denen die Möglichkeiten des Eisenbetonbaus genutzt wurden:

1905–1907	Neue Anatomie der Universität München, Pettenkoferstraße
1905–1913	Kgl. Bayerisches Verkehrsministerium, Arnulfstraße
1906–1909	Erweiterungsbau der Universität München, Amalienstraße
1906–1916	Deutsches Museum, Museumsinsel
1907–1908	Ausstellungspark auf der Theresienhöhe
1909–1912	Hauptzollamt, Landsberger Straße
1910–1912	Großmarkthalle am Südbahnhof, Thalkirchner Straße

Einer der letzten Bauten der Eisenbeton-Gesellschaft zusammen mit dem Münchner Baugeschäft Leonhard Moll war die Erweiterung der Universität im Anschluss an den Altbau Friedrich von Gärtners (1791–1847) entlang der Amalienstraße 1907/08.[31] Der Entwurf stammte von dem damaligen Assessor am Universitätsbauamt German Bestelmeyer (1874–1942), der mit diesem

29 Beton und Eisen 5 (1906), H. 8, S. 179.

30 »H. Spangenberg hatte sich als Direktor der Dresdner Niederlassung 1913–1920 der Firma Dyckerhoff & Widmann durch kühne Stahlbetonkonstruktionen großes Ansehen erworben und war ein Mann von einer ungewöhnlichen pädagogischen Begabung.« In: *Technische Hochschule,* 1968, S. 88.

31 Beton und Eisen 8 (1909), H. 8, S. 184–188; H. 9, S. 208–212; H. 10, S. 246–248.

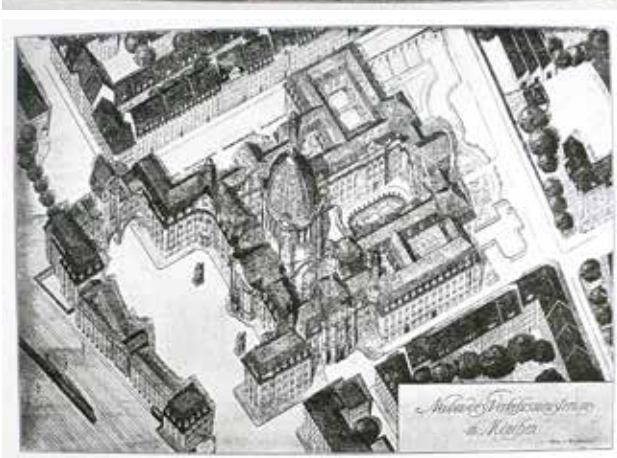
Bauwerk seine Karriere als Hochschullehrer begründete. Die Ursache für die überaus positive Beurteilung, die der Bau erfuhr, lag in der Abkehr vom Historismus, wie er in München durch Friedrich von Thiersch und Gabriel von Seidl vermittelt worden war. Bestelmeyer setzte zwar auch noch historische, zumeist klare, der römischen Antike entlehnte Formen ein, doch nur noch als Motive, um die Bedeutung einzelner Räume hervorzuheben. So erhielten die monumentale zentrale Halle eine kassettierte Kuppel (16,75 m × 13,04 m) mit Oberlicht und die anschließenden Räume kassettierte Tonnengewölbe (Abb. 20). Dass diese Gewölbe aus Eisenbeton waren, war für den Betrachter nicht zu erkennen, da das Material hinter Putz und Anstrich verschwunden war. Die konstruktiven Möglichkeiten des Eisenbetons wusste Bestelmeyer wohl zu nutzen – die freitragenden Galerien im Auditorium Maximum wären in einem anderen Material gar nicht möglich gewesen –, doch verzichtete er darauf, den Eisenbeton auch im Sinne einer materialgerechten Gestaltung einzusetzen. Die Ausführung der Eisenbetonarbeiten lag in Händen der Münchner Firma Leonhard Moll, die sich auf diese Arbeiten spezialisiert hatte.

Nicht viel anders verfuhr Carl Hocheder (1854–1917) beim Bau des Kgl. Bayerischen Verkehrsministeriums (1905–1913) in der Arnulfstraße (Abb. 21, 21a), auf dem Gebiet des ehemaligen städtischen Maffeiangers.[32] Hocheder, zu dieser Zeit schon Professor an der TH München, war bekannt geworden durch den Bau des Karl Müller'schen Volksbades (1897–1901) in der Au, dem damals größten Hallenschwimmbad in München. Auch hier hatte er Stampfbeton für die Keller und Sockel benutzt, sonst war der Bau aber ein Putzbau mit Architekturgliederungen aus Muschelkalk. Die reich gegliederte Baugruppe war in schlichten »barocken« Formen entworfen, die jedoch »modern« erschienen im Gegensatz zu dem Neobarock seines Lehrers Friedrich von Thiersch. Auch für das Verkehrsministerium benutzte Hocheder Formen des heimischen Barocks, denn, wie er in der Schlusspublikation schreibt, »die an dem Bau auftretende barocke Formensprache ist nicht ohne vorherige reifliche Überlegung gewählt worden. Sie ist nicht nur diejenige Ausdrucksform, welche der mit der Ausführung betraute Architekt seiner ganzen künstlerischen Entwicklung nach am sichersten zu handhaben verstand, sondern auch eine Darstellungsweise, mit deren Hilfe am allerleichtesten eine Anpassung an die kompliziertesten modernen Anforderungen des Zweckes und der Schönheit vor sich gehen konnte, ohne gezwungen zu sein, unsichere, bei einem so weitläufigen Bau gefährliche Stilexperimente vornehmen und ohne dabei auf eine angesprochene deutliche Tektonik, die so manchen modernen Stilansätzen zum Nachteil mangelt, verzichten zu müssen. In einem

32 Hocheder, *Neubau,* 1916; Eichbauer, *Kuppelbau,* 1914.

20 Erweiterungsbau der Universität, Amalienstraße (1907–1909). Entwurf von German Bestelmeyer. Blick in die zentrale, überkuppelte Halle.

21 Kgl. Bayerisches Verkehrsministerium, Arnulfstraße (1905–1913). Perspektivische Ansicht des Hauptgebäudes.



21a Kgl. Bayerisches Verkehrsministerium, aus der Vogelperspektive. Links unten die Eisenbahntrasse.

solchen Sinne angewendet, unterscheidet sich die barocke Formensprache sicherlich deutlich von jenen Ende des 19. Jahrhunderts angeschlagenen Tönen, die mehr eine spielerische Nachahmung bezweckten als einer selbständigen lebendigen Weiterbildung des barocken Formenausdruckes gleichkamen.«[33] Eine große Hofanlage, Türme, Risalite, geschwungene Giebel, Mansarddächer und eine hohe Kuppel wurden so zu Würdeformen einer staatlichen Institution.

Bei der Untersuchung des Baugrundes stellte sich heraus, dass die Fundamentierung des 70 m hohen Kuppelbaus wegen des hohen Gewichts besondere Maßnahmen erfordern würde. Statt der üblichen Streifenfundamente entschied man sich deshalb für eine Fundamentierung mit Betonpfählen bis in den tragfähigen Baugrund, die an diesem Bau zum ersten Mal eingesetzt wurden. Die Arbeiten wurden 1906 von der Eisenbeton-Gesellschaft durchgeführt, die eine Lizenz für den »Simplex«-Betonpfahl[34] von der Concrete Piling Companie, Philadelphia, erworben hatte (Abb. 22). Das Prinzip bestand darin, eine lockere Stahlspitze auf einem 40 cm weiten Eisenrohr bis in den tragenden Baugrund zu rammen, dann den Hohlraum des Rohres abschnittsweise mit Beton zu füllen und das Rohr mit Maschinenkraft zu ziehen, wobei das entstandene Erdloch kontinuierlich mit Stampfbeton ausgefüllt wurde. Unter der Kuppel wurden 852 »Simplex«-Betonpfähle bis zu einer Tiefe von 9 m hinuntergeführt, unter dem Torbau über der Arnulfstraße 304 Pfähle. Darüber betonierte man eine 1 m dicke Fundamentplatte. Die Eisenbetonarbeiten für Keller, Sockel und Kuppelkonstruktion wurden von der Münchner Firma Karl Stöhr ausgeführt.

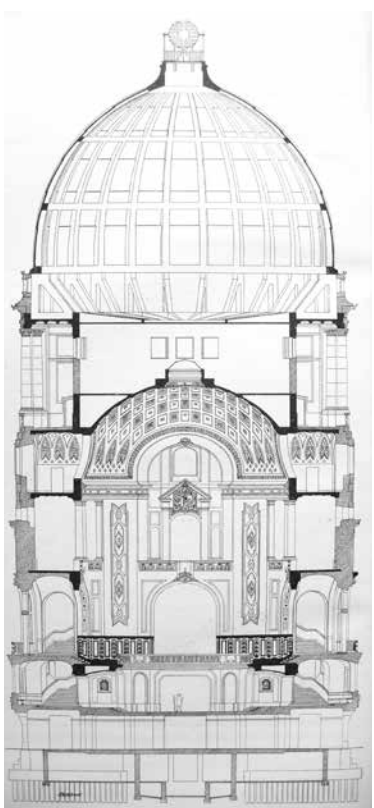
Im Gegensatz zu den leichten Kuppelschalen über dem Armeemuseum bestand die ovale Kuppel hier aus einer inneren kassettierten Kuppelschale mit Stichkappen und einer hohen Schutzkuppel aus 24 einzelnen Bindern (Eisenbetonstühlen), die auf den Ringmauern aufgelagert waren (Abb. 23, 23a). Hierauf stützten sich ebenso viele Rippenträger, die dreimal von waagerechten Zwischenringen und einem kräftigen Schlussring zusammengefasst wurden. Die durch die Rippen und den Ring gebildeten Trapezfelder wurden mit dünnen Eisenbetonplatten ausgefüllt und darauf Dachziegel in Mörtel verlegt. Eisenbeton wurde auch für die Geschossdecken und Gewölbe der Vestibüle (Monier-Konstruktion) verwendet, doch verschwand das Material auch hier unsichtbar hinter Putz und Stuck. Die gestalterischen Möglichkeiten des Eisenbetons, die Max Littmann beim Bau der Neuen Anatomie vorgeführt hatte, blieben auch bei diesem Bauwerk unberücksichtigt.

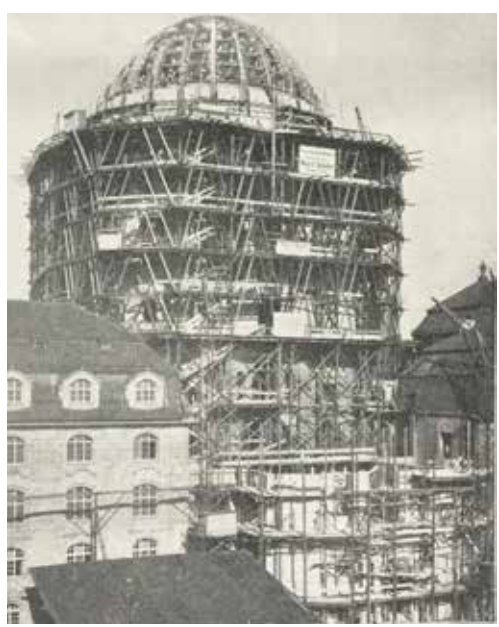
33 Hocheder, *Neubau*, 1916, S. 6.

34 Emperger/Förster/Saliger, *Handbuch, Bd. III*, 1910 S. 272–281. Das amerikanische Patent bestand darin, dass sich die sogenannte Alligatorspitze beim Ziehen öffnete, um den Beton durchzulassen, was in der Praxis aber nur eingeschränkt funktionierte, so dass man sich gezwungen sah, mit Gusseisenspitzen zu rammen, die im Boden belassen wurden, um einen gleichmäßig dicken Betonpfahl zu bekommen. Siehe dazu Wayss & Freytag, *Festschrift*, 1925, S. 76. Wayss & Freytag besaß das alleinige Ausführungsrecht für Bayern, Württemberg und Baden.

22 »Simplex«-Pfahlgründung. Simplexrohr mit geöffneter »Alligatorspitze« an der Dampframme.

23 Kgl. Bayerisches Verkehrsministerium, Arnulfstraße. Längsschnitt durch den Kuppelbau.





23a Kgl. Bayerisches Verkehrsministerium, Arnulfstraße. Der eingerüstete Kuppelbau mit dem Bauschild der Münchner Baufirma Karl Stöhr. Schalung der Dachhaut und der Kuppelrippen.

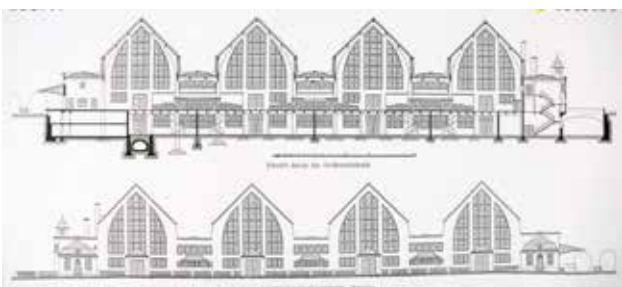
Mit dem Tod Hocheders 1917 wurde sein Lehrstuhl für Bürgerliche Baukunst an der TH München aufgelöst, denn die von ihm gepflegte Art von volkstümlichem Münchner Barock wurde nicht mehr als zeitgemäß empfunden. Sein Nachfolger wurde Richard Schachner (1873–1936), der als städtischer Baurat mehrere Industrie- und Krankenhausbauten errichtet hatte, darunter in den Jahren 1908 bis 1912 die neue Münchner Großmarkthalle am Südbahnhof in der Thalkirchner Straße.[35] Der Anlass für diesen Großbau war, dass die 1852/53 errichtete eiserne Schrannenhalle am Viktualienmarkt nicht mehr für die Lebensmittelversorgung der aufstrebenden Großstadt ausreichte. Seit 1904 plante deshalb die Stadtverwaltung einen Neubau, für den, wegen des erforderlichen Eisenbahnanschlusses, ein städtisches Grundstück am Südbahnhof ausgewählt wurde.

Der gesamte Markthallenbau – vier parallele Hallen, die durch niedrigere Zwischenbauten miteinander verbunden sind – und die Obstzollhalle entlang des Gleiskörpers sind Eisenbetonkonstruktionen (Abb. 24, 24a). Die vier 97 m langen, 17,30 m breiten und vom Boden bis zum Scheitel 20 m hohen Hallen bilden zusammen mit den drei niedrigen, flach gedeckten Zwischenhallen im Erdgeschoss einen 11 650 qm großen Marktraum. Die gewählte Raumform mit den hohen, spitzbogigen Bindern im Hauptschiff und den niedrigeren Seitenschiffen (Abb. 25, 25a) ermöglichte eine gute Belichtung und entsprach der Architektur anderer Markthallen, die zuvor auf verschiedenen Reisen studiert worden waren (z. B. Markthallen in Wrozlav, Breslau, 1906/07 erbaut). »Der Aufbau der Markthalle«, schreibt Schachner, »zeigt unter Verzicht auf die Verwendung älterer Bauformen offenkundig die Eisenbetonbauweise. Im Untergeschoss wie auch im Hauptgeschosse wurden die Innenflächen vor allem der Kostenersparung halber unverputzt gelassen und nach Vornahme der Ausbesserung einiger rauer Stellen mit weißer, etwas gebrochener Kalkfarbe getüncht. Zur Belebung der Flächen wurden außerdem im Hauptgeschoss unter Hervorhebung der wichtigeren Eisenbetonbauteile einfache Linienbemalungen mit blaugrüner Farbe ausgeführt und in gleicher Farbe auch die unteren Flächen der Wände und Pfeiler bemalt. Die Außenseiten des Markthallenbaues erhielten wegen der Verschiedenartigkeit der Betonmassen und der mannigfachen aus der teilweisen Herstellung zur Winterszeit sich ergebenden Unregelmäßigkeiten, ferner auch wegen der Ausführung einiger Bauteile aus Backsteinmauerwerk Spritzwurf-Verputz mit Kalkmörtel, der auf einen unteren Spritzbewurf mit Portlandzement aufgebracht wurde.«[36]

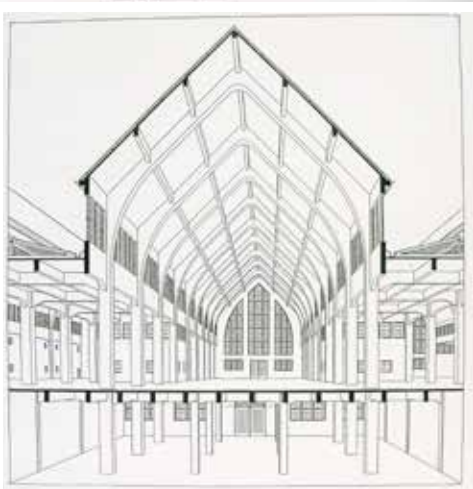
Von Anfang an hatte Schachner die Markthalle als Eisenbetonbau geplant, doch »da beim Stadtbauamte zur Überprüfung auf die Zweckmäßigkeit der geplanten Ausführung der aufgezeichneten Bauanlage Eisenbetontechniker

35 Schachner, *Großmarkthalle,* 1912; Emperger/Förster/Saliger, *Handbuch, XI,* 1915.
36 Der Industriebau 3 (1912) H. 6, S. 134.

24 Großmarkthalle am Südbahnhof, Thalkirchner Straße (1908–1912). Ansicht der Ostseite.



24a Großmarkthalle am Südbahnhof, Querschnitt und Ansicht der Ostseite.



25 Großmarkthalle am Südbahnhof, perspektivischer Schnitt.

25a Großmarkthalle am Südbahnhof, Ansicht einer Halle.

nicht zur Verfügung standen, wurden zwei Eisenbetonbauunternehmen, Dyckerhoff & Widmann und Wayss & Freytag, gebeten, gegen eine vereinbarte Vergütung die Berechnung der Eisenbetonkonstruktion und die Untersuchung der Zweckmäßigkeit der geplanten Bauanlage vom eisenbetontechnischen Standpunkte vorzunehmen.«[37] Die Eisenbetonarbeiten wurden durch die Firma Leonhard Moll, München, ausgeführt, die auch die Konstruktionsberechnungen erstellte.

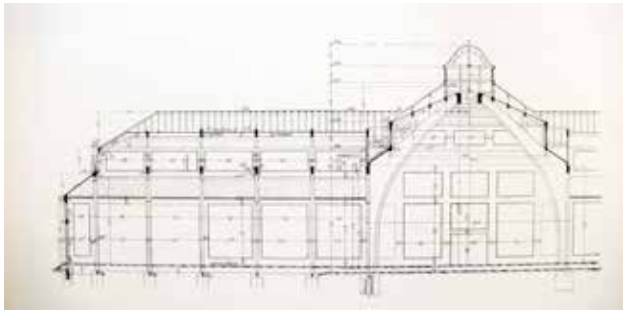
Ein ähnlich großartiges Bauwerk, dessen Entwurf die Konstruktionsmöglichkeiten des Eisenbetons ausschöpfte, ist die 1907/08 errichtete Ausstellungshalle III auf dem Ausstellungspark Theresienhöhe.[38] Der Entwurf stammt von dem städtischen Bauamtmann Wilhelm Bertsch (1865–1916), die Ausführung übernahm die Firma Dyckerhoff & Widmann AG, Nürnberg und München. Um zu Ausstellungsbeginn, dem 750-jährigen Stadtjubiläum, drei große Hallen zur Verfügung zu haben, wurden die Hallen I und II als Stahlkonstruktionen erstellt und nur die Halle III als Eisenbetonbau (Abb. 26).

Die Halle von 104 m Länge und 27 m Breite war der bis zu dieser Zeit größte Hallenbau in Eisenbeton in Deutschland und überdeckte eine Fläche von ca. 3000 qm. Sie besteht aus einem höheren Mittelteil, der sogenannten Kuppelhalle (Abb. 26a), einem mit Säulen und Vordach geschmückten Haupteingang auf der Südseite und zwei beidseitig anschließenden Seitenhallen. Die im Abstand von 7 m stehenden Binder der Seitenhallen sind zwei übereinandergestellte, nach der Silhouette der Halle geformte Zweigelenkbinder. Die Kuppelhalle wird durch zwei parabelförmige Diagonalbinder mit einer Spannweite von 37 m als Mittelpunkt und Zentrum hervorgehoben. Die sichtbaren Außenflächen der Halle sind gestockt und scharriert, alle Innenflächen bis zur Decke geweißt.

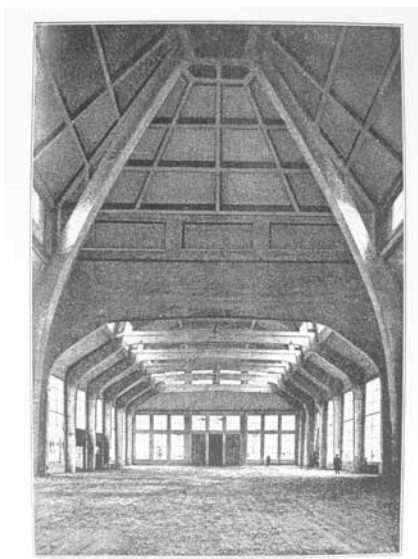
Den für das Eingangs- und Verwaltungsgebäude ausgeschriebenen Architektenwettbewerb hatte Franz Rank gewonnen, so dass die Firma nicht ganz unbeteiligt an diesem großen Bauvorhaben blieb (Abb. 15, s. S. 27). Zusätzlich wurden von ihr die hohen Beleuchtungsmasten vor der Halle I, direkt in der Achse des Haupteingangs, konstruiert und in Eisenbeton ausgeführt.[39] Die Firma Heilmann & Littmann erbaute das kleine Künstlertheater.

Bei der Fundamentierung der Bauten gab es erhebliche Schwierigkeiten, bestand das Gelände doch aus einer erschöpften Kiesgrube, die anschließend mit Bauschutt und Kohlenasche aufgefüllt worden war. Für die Hallen I und II wurden deshalb wieder »Simplex«-Pfähle eingesetzt, für die Halle III Stampfbetonpfeiler, die auf der Südseite der Halle 3 bzw. 5 m tief hinuntergeführt wurden, auf der Nordseite bis auf den 10 m tief liegenden Kies.

37 Ebd., S. 138.
38 Beton und Eisen 7 (1908), H. 15, S. 368–370; H. 16, S. 381–385; Beton und Eisen 8 (1909), H. 1, S. 22; Klette, *Bau,* 1908.
39 Beton und Eisen 7 (1908), H. 15, S. 370.



26 Nur die Ausstellungshalle III auf der Theresienhöhe ist ein Eisenbetonbau.



26a Ausstellungshalle III auf der Theresienhöhe, Blick vom »Kuppelraum« in eines der Seitenschiffe.

Die architektonische Qualität der Betonhalle im Verhältnis zu den beiden Stahlhallen gab während der Ausstellung die Möglichkeit zum Vergleich der beiden Bausysteme und der »Besucher wurde unwillkürlich veranlasst,« so das »Handbuch für Eisenbetonbau«, »Vergleiche anzustellen zwischen den beiden mächtigen Gegnern im Konkurrenzkampfe, dem alten, bewährten Eisenbau und dem neuen, emporstrebenden, in Jugendkraft blühenden Eisenbetonbau. Bei den größten Skeptikern konnten solche Vergleiche nicht zu ungunsten der letztgenannten Bauweise ausfallen und mussten ein Gefühl der Achtung und Bewunderung auslösen, wo bislang Zweifel und Misstrauen herrschten«.[40]

40 Emperger/Förster/Saliger, *Handbuch, IV,* 1908, S. 478–483.

Nach Verlegung des Ausstellungsgeländes von der Theresienhöhe auf das Gelände des alten Flughafens München-Riem eröffnete 2006 das Deutsche Museum in den restaurierten Hallen als weitere Dependance das Verkehrszentrum. Einer der bedeutendsten Münchner Eisenbetonbauten in den Jahren bis 1914 war jedoch der Sammlungsbau des Deutschen Museums.[41] Der Bauprozess war langwierig, weniger wegen der Bautechnik, sondern aufgrund der historischen Situation. Mit der Gründung des Museums 1903 hatten die Planungen für einen Neubau auf der »Kohleninsel« in der Isar begonnen, 1905 lag ein erstes Vorprojekt vor, doch auf Wunsch des Stadtmagistrats wurde ein öffentlicher Wettbewerb ausgeschrieben, den Gabriel von Seidl gewann (Abb. 27). 1906 wurde in Anwesenheit des Deutschen Kaisers Wilhelm II. der Grundstein gelegt, 1909 begann man mit dem Erdaushub und den Pfahlgründungen und im Anschluss daran 1910 mit dem Betonieren der Fundamente. Am 5. Oktober 1911 fand das Richtfest statt. In den nächsten Jahren folgte die Fertigstellung des 65 m hohen Turms sowie der Ausstellungshallen. Die Mittelhalle erhielt einen eisernen Dachstuhl, die Seitenhalle ihre Eisenbetonbedachungen mit Oberlichtern. Am 29. April 1913 starb Gabriel von Seidl, der jedoch bereits vor seinem Tod seinen Bruder Emanuel (1856–1919) als Nachfolger bestimmt hatte. Mit Kriegsbeginn 1914 konnten nur noch wenige Arbeiten ausgeführt werden, der Bau kam weitgehend zum Erliegen. 1919 starb Emanuel von Seidl. Erst 1920/21 standen wieder größere Geldmittel zur Verfügung, so dass der innere Ausbau fortgesetzt werden konnte (Abb. 28, 28a). Am 7. Mai 1925 – zu Oskar von Millers 70. Geburtstag – wurde das Museum, obwohl in einigen Bereichen noch unfertig, mit einem pompösen Fest und einem Umzug im Stil der Münchner Künstlerfeste des 19. Jahrhunderts eröffnet.

Initiator des Museumsgedankens und die treibende Kraft bei Bau und Ausstattung des Museums war Oskar von Miller (1855–1934), der an der TH München Bauingenieurwesen studiert hatte. 1882 organisierte von Miller in München die erste elektrotechnische Ausstellung in Deutschland und baute 1884 das erste Elektrizitätswerk in Deutschland. 1890 gründete er ein Ingenieurbüro und wurde zu einem der führenden Unternehmer auf dem Gebiet der Energiewirtschaft.[42] Es war Oskar von Millers Idee, das Museum ganz in Eisenbeton – als dem damals modernsten Baumaterial – zu bauen und diesen sichtbar zu belassen. Nur die Außenseiten des ovalen Ehrensaalaufbaus wurden bis zum dritten Stock mit unterfränkischem Muschelkalk verkleidet. Die gesamte Konstruktion ist ein Eisenbetongerippe. Das Füllmauerwerk zwischen den einzelnen Bindern besteht außen aus einem 5 cm starken Vorsatzbeton

41 Siehe dazu ausführlich den Beitrag über den Sammlungsbau, S. 48–71, in diesem Band. Siehe hierzu und zu Folgendem auch Matschoss, *Das Deutsche Museum,* 1925, S. 51–83; Füßl, *Gründung,* 2003.
42 Füßl, *Oskar von Miller,* 2005.

27 Die Architekten Gabriel (links) und Emanuel von Seidl in ihrem Atelier.

28 Deutsches Museum, Blick in den Ehrensaal im Rohbau.

28a Deutsches Museum, Querschnitt durch die Ausstellungshallen.

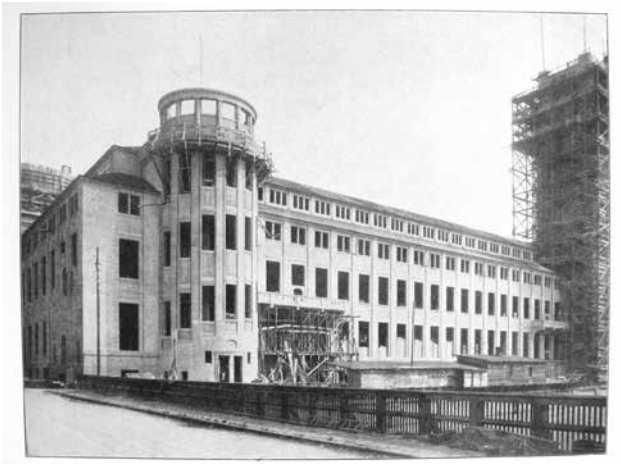
mit einem Zuschlag aus gequetschtem Muschelkalk, innen aus einer 10 cm dicken Bimsbetonschicht. Dazwischen befindet sich die tragende mittlere Schicht aus Beton oder Eisenbeton. Auch die Geschossdecken blieben Sichtbetonflächen, die nach Beseitigung der Unebenheiten mit Kalkfarbe geweißt wurden. Die Außenfassaden wurden steinmetzmäßig bearbeitet (Abb. 29, 29a–d). So erhielten die Sockel eine rustikale Oberfläche durch eine kräftige Bearbeitung mit dem Scharriereisen (Kreuz- und Querschläge), die Wandflächen eine senkrechte Scharrur. Ecken und Kanten wurden mit Randschlägen versehen, so dass die Fassade wie aus Naturstein errichtet aussieht – es fehlt nur der beim Hausteinbau übliche Fugenschnitt. Selbst die 12 Säulen im Vestibül des Ehrensaales wurden in Eisenbeton ausgeführt.[43]

Das Deutsche Museum war der letzte große Münchner Eisenbetonbau vor dem Ersten Weltkrieg und sicherlich der Bau, der das Zusammenspiel von moderner Eisenbetonbauweise und traditioneller Münchner Architektur am besten widerspiegelt. Die Ursache hierfür könnte darin liegen, dass Entwurf und Ausführung in den Händen eines tatkräftigen Ingenieurs – Oskar von Miller – und eines erfahrenen Architekten – Gabriel von Seidl – lagen.

Kommen wir zurück auf die anfangs gestellte Frage nach den Ursachen für die große Anzahl außergewöhnlicher Eisenbetonbauten, die in München zwischen 1895 und 1914 entstanden sind. Eine zeitgenössische Erklärung hierfür findet sich in einem Bericht des städtischen Oberingenieurs Albert Herndl über die Beton- und Eisenbetonbauten auf dem Münchner Ausstellungsgelände von 1908, in dem es heißt: »In keiner Stadt des Deutschen Reiches hat sich die Beton- und Eisenbetonbauweise so früh und rasch eingebürgert wie in München. Der kiesige Untergrund der oberbayerischen Hochebene, auf der München gelegen ist, weist direkt auf die Verwendung des Bodenmaterials zu Betonzwecken hin. Die Beton- und Eisenbetonkonstruktionen wurden aber auch im Einklang mit den Forderungen einer bodenständigen, heimischen Bauweise gebracht. Es lag daher der Gedanke nahe, auch in der Ausstellung München 1908 die Beton- und Eisenbetonbauweise im Verein mit künstlerischem Geschmack, der den Grundton der Ausstellung bildet, zu verwenden.«[44]

Die Idee, dass ein Grund für die Einführung des Eisenbetonbaus die in der Umgebung fehlenden Natursteinvorkommen sein könnten, vertrat auch Eugen Hönig (1873–1945) in seinem Beitrag in »München und seine Bauten« (1912): »Das starke Vorkommen des Kieses bedingt die ausgedehnte Verwendung von Beton zu Mauern und Decken. Außer den Banketten sind die

43 Petry, *Betonwerkstein,* 1913.
44 Beton und Eisen 7 (1908), H. 16, S. 368.

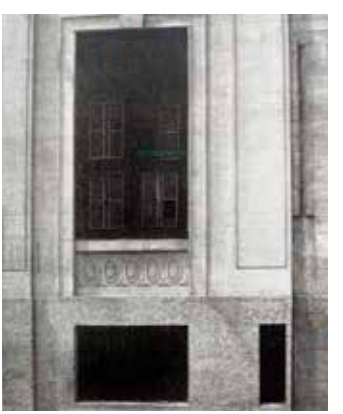


29 Das Deutsche Museum, Museumsinsel (1906–1916). Blick auf die westliche Saalbauanlage entlang der Isar. Ausführung durch die Firma Rudolf Wolle, Leipzig. Rechts der Turm, Ausführung Gebrüder Rank, München.

29a Deutsches Museum, Giebelanbau an der Westseite im fertigen Zustand. Ausführung durch die Firma Dyckerhoff & Widmann, München.

29b Deutsches Museum, Sichtbetonfassade auf der Ehrensaalseite. Sockel- und Erdgeschoss.

29c Deutsches Museum, Sichtbetonfassade auf der Ehrensaalseite. Sockel- und Erdgeschoss.



29d Deutsches Museum, Sichtbetonfassade auf der Nordseite. Sockel- und Erdgeschoss.

Umfassungswände der Untergeschosse meistens betoniert und sichtbar bleibende Sockel gewöhnlich in feinerem sogenannten Vorsetzbeton ausgeführt und gestockt. Eine umfangreichere Verwendung von sichtbar bleibendem Betonmauerwerk findet sich vereinzelt bei Geschäftshäusern, meistens jedoch nicht über die Höhe des untersten Stockwerks hinaufreichend. In neuester Zeit sind auch einige Geschäftshäuser ganz aus Eisenbeton in sichtbar bleibender Materialwirkung errichtet worden.«[45]

Andere Erklärungen zielen auf die besonders gute Zusammenarbeit von Architekt und Ingenieur in der Stadt. So schreibt der Berliner Regierungsbaumeister O. Neubauer im »Handbuch für Eisenbeton« (1915): »In München liegt das Feld für die künstlerische Ausbildung des Betonbaus besonders günstig, weil dort, was unseres Wissens sonst nirgends der Fall ist, sehr bedeutende Architekten zugleich Unternehmer von Betonbauten sind. Es ist klar, daß dadurch ein tieferes Eindringen in die künstlerischen Probleme erfolgt, als wenn der Architekt und Ingenieur, wie es sonst üblich ist, nur gegenseitig beraten, wobei es dem einen schwer fällt, sich in die konstruktiven Bedingungen, dem anderen sich in die künstlerischen Anschauungen hineinzufinden.«[46] Diese Argumentation macht Sinn, denn in keiner anderen Stadt gab es Firmen wie die Eisenbeton-Gesellschaft, die auf einer Zusammenarbeit zweier so bedeutender Persönlichkeiten – und der von ihnen vertretenen Firmen – wie G. A. Wayss und Max Littmann beruhten. Auch die Gebrüder Rank hatten ihrem Baugeschäft ein Architektur- und ein Ingenieurbüro angegliedert, gewannen Architekturwettbewerbe und erfanden neuzeitliche Konstruktionen in Eisenbeton.

Aber München zeichnete sich auch durch ein sehr engagiertes Städtisches Bauamt aus, in dem Persönlichkeiten wie Richard Schachner wichtige Bauaufträge erhielten und auf der Grundlage der Kenntnisse und Erfahrungen der ortsansässigen Baufirmen neuzeitliche Konstruktionsideen durchsetzen konnten. Darüber hinaus ermöglichte die Münchner Bauordnung von 1895 die Genehmigung »eigentümlicher« Konstruktionen und Baustoffe durch die Lokalbaukommission, wenn der Nachweis in Bezug auf Festigkeit und Stabilität erbracht war.[47] Unter diesen Passus fielen auch die Beton- und Eisenbetonkonstruktionen, deren Festigkeit und Stabilität durch die Versuche von G. A. Wayss und die Untersuchungen Bauschingers 1887 nachgewiesen worden waren. Außerdem gab es, herausgegeben vom Verband Deutscher Architekten- und Ingenieur-Vereine und vom Deutschen Beton-Verein, seit 1904 die »Vorläufigen Leitsätze für die Vorbereitung, Ausführung und Prüfung von Eisenbetonbauten«, die eine Grundlage für die baupolizeiliche Prüfung bil-

45 Bayerischer Architekten- und Ingenieur-Verein, *München,* 1912, S. 796.
46 Emperger/Förster/Saliger, *Handbuch,* Bd. XI, 1915, S. 583.
47 Wiedenhofer, *Entwicklung,* 1916, S. 136.

deten. Zudem spielte der Einfluss Theodor Fischers eine entscheidende Rolle, der 1893 bis 1901 Leiter des Stadterweiterungsbüros war und auf dessen Vorarbeit und Initiative hin 1904 die »Staffelbauordnung« erlassen wurde – und der 1906 bis 1910 die Garnisonskirche in Ulm als ersten Kirchenbau in Eisenbetonbau errichtete.

Die Prinzregentenzeit war für München eine Zeit der Entfaltung kreativer Energien, die die Stadt entscheidend veränderten. Münchens Ruf als »Kunststadt«, den Ludwig I. Anfang des Jahrhunderts begründet hatte, konnte sich auch während der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts halten. Darüber hinaus entwickelte sich München – im Gegensatz zu Berlin – zu einer Großstadt modernen Zuschnitts, ohne das besondere Münchnerische dabei zu verlieren. Durch die von der Lokalbaukommission betriebene »Stadtbildpflege« traten die neuen Bauten nicht aufdringlich in den Vordergrund, sondern die städtische Erneuerung fand – fast unmerklich – in heimatlichen, traditionellen Formen statt. Hinter den Fassaden jedoch wurde der Backsteinbau durch den neuzeitlichen Eisenbetonbau abgelöst. Außerdem entstanden neue Bautypen, die keine »historischen« Fassaden mehr benötigten und den Sichtbeton, leicht veredelt durch den Steinmetz, demonstrativ zeigen konnten. Es waren viele Einflüsse, die München damals zu einem Zentrum des Eisenbetonbaus im Deutschen Reich werden ließen. Doch war es leider nur eine kurze Zeit, in der »München leuchtete«.[48]

Literatur

Basiner, Paul; Basiner, Katrin (Hrsg.): 150 Jahre Rank: Fünf Generationen 1862–2012. München 2012.

Bauer, Richard: Geschichte der Stadt München. München 1992.

Bayerischer Architekten- und Ingenieur-Verein (Hrsg.): München und seine Bauten. München 1912.

Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege (Hrsg.): Vom Glaspalast zum Gaskessel. Münchens Weg ins technische Zeitalter. Arbeitsheft 3 des Bayerischen Landesamtes für Denkmalpflege. München 1978.

–: (Hrsg.): Bauen in München, 1890–1950. Eine Vortragsreihe in der Bayer. Akademie der schönen Künste. Arbeitsheft 7 des Bayerischen Landesamtes für Denkmalpflege. München 1980.

Bosch: Brücke über den Nymphenburger Kanal der Ludwig-Ferdinand-Straße. In: Beton und Eisen 13 (1914), S. 253–254.

Christoph, P.: Der Eisen-Beton und seine Anwendung im Bauwesen. Berlin 1905.

Eichbauer, G.: Der Kuppelbau im Neubau des Kgl. Bayerischen Verkehrsministeriums. In: Beton und Eisen (1914), H.13, S. 75–80; S. 112–115.

Emperger, Fritz; Förster, Max; Saliger, Rudolf (Hrsg.): Handbuch für Eisenbetonbau. Bd. I. Berlin 1912 (2. Aufl.); Bd. III. Berlin 1910 (2. Aufl.); Bd. IV. Berlin 1908; Bd. VI. Berlin 1910 (2. Aufl.); Bd. XI. Berlin 1915 (2. Aufl.).

Füßl, Wilhelm: Gründung und Aufbau 1903—1925. In: Füßl, Wilhelm; Trischler, Helmuth (Hrsg.): Geschichte des Deutschen Museums. Akteure, Artefakte, Ausstellungen. München 2003, S. 59–101.

48 »München leuchtete.« Mit diesem kurzen Satz beginnt die Erzählung »Gladius Dei« von Thomas Mann über den Münchner Kunstbetrieb der Prinzregentenzeit.

– : Oskar von Miller (1855–1934). Eine Biografie. München 2005.
Gebrüder Rank (Hrsg.): Zum 50-jährigen Bestehen der Baufirma Rank. München 1912.
– : Hundert Jahre Rank, erzählt von Max Rank. München 1962.
– : 125 Jahre Rank. München 1987.
Götz, Norbert; Schack-Simitzis, Clementine (Hrsg.): Die Prinzregentenzeit. Katalog der Ausstellung im Münchner Stadtmuseum (15. Dezember 1988 bis 16. April 1989). München 1988.
Habel, Heinrich: Das Bayerische Armeemuseum in München. In: Arbeitshefte des Bayerischen Landesamts für Denkmalpflege, Arbeitsheft 10. München 1982.
–: Späte Phasen und Nachwirken des Historismus. In: Bauen in München 1890–1950. Arbeitshefte des Bayerischen Landesamts für Denkmalpflege, Arbeitsheft 7. München 1980.
Hackelsberger, Christoph: München und seine Isar-Brücken. München 1981.
Heilmann, Jacob; Littmann, Max: Das königliche Hofbräuhaus in München. Entworfen und ausgeführt von Heilmann & Littmann. München 1897.
Herndl, Albert: Beton- und Eisenbetonbauten der Ausstellung München 1908. In: Beton und Eisen 7 (1908), H. 5, S. 116–119; H. 6, S. 146–148.
Hocheder, Karl (Hrsg.): Der Neubau des K. B. Verkehrsministeriums in München. Berlin 1916.
Huberti, Günter: Die erneuerte Bauweise. In: Haegermann, Gustav (Hrsg.): Vom Caementum zum Spannbeton. Band I, Teil B. Wiesbaden/Berlin 1964.
Huse, Norbert: Kleine Kunstgeschichte Münchens. München 1990.
Kaiser: Die Eisenbetonkonstruktionen des Hauptzollamtsneubaues in München. In: Beton und Eisen 12 (1913), H. 3, S. 45–51.
Matschoss, Conrad: Das Deutsche Museum. Geschichte – Aufgaben – Ziele. Berlin/München 1925.
Klette, F.: Bau der Halle III in Eisenbetonkonstruktion auf dem Ausstellungspark Theresienhöhe in München. In: Beton und Eisen 7 (1908), H. 16, S. 381–385.
Kurrer, Karl-Eugen: Geschichte der Baustatik. Berlin 2003.
Lucks, Kai: Die Münchner Isarbrücken im 19. und frühen 20. Jahrhundert. Diss. TU München 1976.
Mebes, Paul (Hrsg.): Um 1800. Architektur und Handwerk im letzten Jahrhundert ihrer traditionellen Entwicklung. München 1908.
Mörsch, Emil: Der Eisenbetonbau, seine Theorie und Anwendung. Stuttgart 1906.
Petry, Wilhelm: Betonwerkstein und die künstlerische Behandlung des Betons. München 1913.
–: Der Beton- und Eisenbetonbau 1898–1923. Ein Bild technischer Entwicklung. Obercassel 1923.
Pogacnik, Marco: Das Anatomiegebäude von Heilmann & Littmann in München. Wie sich Sachlichkeit und Stil verbinden lässt. In: Kaiser, E. (Hrsg): 100 Jahre Anatomische Anstalt München. München 2008.
Prinz, Friedrich; Krauss, Marita (Hrsg.): München – Musenstadt mit Hinterhöfen. Die Prinzregentenzeit 1886–1912. München 1988.
Rädlinger, Christine: Lokalbaukommission München 1805 bis 2005. Geschichte der Münchner Bauaufsicht. München 2005.
Sager & Woerner 1864–1964. Arbeit – Erfolg – Verluste. 1. Teil. München 1964.
Schachner, Richard: Die neue Großmarkthalle in München. In: Der Industriebau 3 (1912) H. 6, S. 121–144.
Schmidt, Hartwig; Pichler, Gerhard: Die Flugzeughallen des ehemaligen Militärflughafens Berlin-Friedrichsfelde. In: Beton- und Stahlbetonbau 98 (2003), H. 12, S. 682–692.
Siegfried: Der Neubau der Kgl. Anatomie in München. In: Beton und Eisen 7 (1908), H. 5, S. 116–119; H. 6, S. 146–148.

Technische Hochschule München (Hrsg.): 100-Jahrfeier 1968 (1868–1968). München 1968.
Thiersch, Heinz: German Bestelmeyer. Sein Leben und Wirken für die Baukunst. München 1961.
Wayss, G. A.: Das System Monier (Eisengerippe mit Cementumhüllung) in seiner Anwendung auf das gesammte Bauwesen. Unter Mitwirkung namhafter Architekten und Ingenieure, herausgegeben von G. A. Wayss, Ingenieur, Inhaber des Patents »Monier«. Berlin 1887.
Wayss & Freytag: Festschrift aus Anlass des fünfzigjährigen Bestehens der Wayss & Freytag A.G. 1875–1925. Stuttgart 1925.
Wetzk, Volker: Vor 100 Jahren eröffnet — Die alte Isarbrücke bei Grünwald. In: Beton und Stahlbetonbau 100 (2005), H. 3, S. 253–256.
Wiedenhofer, Joseph: Die bauliche Entwicklung Münchens vom Mittelalter bis in die neueste Zeit im Lichte der Wandlungen des Baupolizeirechtes. Eine baupolizeiliche Studie. München 1916.
Wolf, Georg Jacob: Ingenieur J. Heilmann und das Baugeschäft Heilmann und Littmann. Ein Rückblick auf vierzig Jahre Arbeit. München 1911.
–: Max Littmann 1862–1931. Das Lebenswerk eines deutschen Architekten. München 1931.

Ein Meisterwerk der Betontechnologie
Der Bau des Deutschen Museums in München (1906–1911) [1]

Dirk Bühler

Der Bau des sogenannten Sammlungsbaus des Deutschen Museums in München zwischen 1906 und 1911 stellt – nicht nur für Bayern – ein bedeutendes Ereignis in der Geschichte des Bauens mit Beton dar. Vor allem bei den Bemühungen um die Verbesserung von Betonbauverfahren gilt das Gebäude als Meilenstein. Die Stadt gehörte um die Jahrhundertwende bei der Entwicklung und Verbreitung von Betonbautechniken zu den Hauptschauplätzen in Deutschland: Hier wurden dünnwandige Schalen für Kuppeln, wie etwa beim Bayerischen Armeemuseum oder der Königlichen Anatomie, innovative Brücken aus bewehrtem und aus Stampfbeton, Ausstellungshallen und andere weitgespannte Bauwerke entworfen, konstruiert und erprobt.

In ganz Bayern wurden zu dieser Zeit auch zahlreiche wichtige Bauunternehmen gegründet, die breit angelegte Forschungen zur Betontechnologie betrieben, notwendige Anlagen für den Betonbau entwickelten und die grundlegenden Verfahren optimierten. Bedeutende Architekten und Ingenieure in Deutschland und insbesondere Bayern stellten sich ebenfalls der Herausforderung und begannen, den neuen Baustoff einzusetzen.

Der Sammlungsbau des Deutschen Museums war in dieser Zeit eine der größten Baustellen in Europa, auf der fast alle innovativen Konstruktionsmethoden und Werkzeuge modellhaft zum Einsatz kamen. Der gesamte Bauprozess sowie die angewandten Baumethoden und -materialien wurden während der Bauzeit umfänglich dokumentiert. Die Unterlagen sind heute im Archiv des Deutschen Museums einzusehen und ermöglichen eine neue historische Einordnung der damals angewandten Bautechnik.

Die Betonunternehmen

Die Geschichte der industriellen Produktion von Zement und damit der Betonbauunternehmen beginnt in Bayern mit der Eröffnung der ersten Fabrik zur Herstellung des sogenannten Romancements, die 1832 in München von E. Panzer gegründet wurde und bis 1845 zur Errichtung weiterer Zementfabriken im ganzen Land beitrug. Ab 1847 wurde die Kalkfabrik Schwenk in Ulm der Hauptlieferant für Roman- und später Portlandzement in Süddeutschland. Die erste Produktionsanlage in Deutschland, die ausschließlich der Herstellung

1 Dieser Text erschien erstmals in: *Proceedings of the Third International Congress on Construction History,* Brandenburg University of Technology, Cottbus, 20th–24th May 2009. Cottbus 2009, Vol. 1, S. 257–266, unter dem Titel »Building a Masterpiece of Concrete-Technology: The Deutsches Museum in Munich (1906–1911)«. Übersetzung ins Deutsche: Susanne Jany M.A. (Berlin).

von Portlandzement diente, wurde 1855 in Züllchow nahe Stettin gegründet. In Rüdersdorf nahe Berlin hingegen wurde erstmals im Jahr 1884 Portlandzement hergestellt, obwohl man dort seit dem 16. Jahrhundert enorme Kalkvorkommen ausschöpfte, die bis zu diesem späten Zeitpunkt lediglich zur Herstellung hydraulischer Kalke genutzt wurden. Neben der Schwenk-Zementfabrik in Ulm leistete die im Jahr 1865 eröffnete Zementfabrik in Amöneburg nahe Mainz unter der Leitung von Wilhelm Gustav (1805–1894) und Eugen Dyckerhoff (1844–1924) einen grundlegenden Beitrag zur Zementversorgung in Süddeutschland. Nur eine Generation später gründeten Mitglieder einer Dynastie von Fabrikbesitzern das damals bedeutendste Bauunternehmen. Das Unternehmen Dyckerhoff & Widmann AG (DYWIDAG) beschäftigte spätere Pioniere der modernen Betonanwendung, darunter die Ingenieure Franz Dischinger (1887–1953) und Ulrich Finsterwalder (1897–1988).[2] Später baute die Dyckerhoff & Widmann AG die Halle III des Ausstellungsparks auf der Theresienhöhe (1907–1908), die heute das Verkehrszentrum des Deutschen Museums beherbergt, und beteiligte sich an der Realisierung des Hauptgebäudes des Museums.

Der Baustoff Beton, gemeinsam mit neuen Methoden der Schalung, des Stampfens und der Bewehrung, brachte ein breites Feld innovativer Anwendungsmöglichkeiten mit sich. Dies galt vor allem für den Brückenbau, der sich insbesondere infolge einer Überschwemmung in München im Jahr 1899, die zahlreiche Isarbrücken zerstört hatte, neuester Bautechnik bediente. Zuvor schon war im Jahr 1892 die erste Betonbrücke über den Nymphenburger Kanal von der Beton- und Monierbau Aktiengesellschaft aus Berlin errichtet und 1898 der sogenannte Kabelsteg von der Wayss & Freytag AG in München gebaut worden. Was die architektonische Gestaltung betraf, orientierte man sich nach wie vor an den stilistischen Regeln und Imperativen der Zeit. Das neue Material sollte vom Betrachter nicht wahrgenommen werden und wurde daher fast immer mit dem typischen bayrischen Kalkstein verkleidet.

Unter den für den Sammlungsbau bedeutenden Baufirmen konnten alle bereits auf wichtige Erfahrungen im Betonbau zurückgreifen, die schließlich dem Museumsbau zugutekamen.[3] Auf dem Gebiet des Hochbaus errichteten Heilmann & Littmann 1896 bis 1897 für das Hofbräuhaus in München das erste Eisenbetongewölbe. 1902 erwarb das Gebrüder-Rank-Unternehmen die Lizenz für das Hennebique-System und begann Einfamilienhäuser mit Betondecken zu bauen; später kamen mehrere Bürohäuser und öffentliche Gebäude hinzu.[4] 1903 wurde durch Fusion der Unternehmen Heilmann & Littmann mit Wayss & Freytag die Eisenbeton-Gesellschaft gegründet. Diese erhielt

2 Bühler, *Illerbrücken*, 2003, S. 475.
3 Siehe dazu ausführlich den Beitrag von Hartwig Schmidt, S. 10–47, in diesem Band.
4 Basiner/Basiner, *150 Jahre Rank*, 2012.

eine größere Anzahl an Aufträgen für Bildungseinrichtungen und öffentliche Gebäude wie etwa 1903 für die Planung der Psychiatrischen Universitätsklinik. Die Eisenbeton-Gesellschaft realisierte zwischen 1903 und 1914 Kirchen, Silos und mehrere Büro- und Handelsgebäude in München. Zwei der bedeutenderen Konstruktionen, die von der Eisenbeton-Gesellschaft errichtet wurden, sind die Kuppeln des Bayerischen Armeemuseums (1903–1904) und der Königlichen Anatomie (1905–1907). Zu den führenden Unternehmen gehörte weiterhin die Firma Leonhard Moll, die mit der Realisierung des neuen Anbaus des Universitätsgebäudes (1906–1909) von German Bestelmeyer (1874–1942), der Markthallen (1911–1912) sowie des Dickhäuterhauses im Münchner Zoo (1914) beauftragt wurde.

Oskar von Miller und seine Bezüge zum Bauen mit Zement und Beton

Der Gründer des Deutschen Museums, Oskar von Miller (1855–1934), wollte nicht nur authentische Meisterwerke auf den Gebieten der Naturwissenschaft und Technik sammeln und ausstellen, sondern auch das Museumsgebäude selbst sollte den neuesten Stand der Bautechnik repräsentieren und zugleich weniger ein Meisterwerk der modernen Architektur als vielmehr des Bauingenieurwesens werden. Miller, der selbst Bauingenieurwesen in München studierte hatte, arbeitete in vielen verschiedenen Projekten lange und eng mit der Zementindustrie und den führenden Betonbauunternehmen zusammen. Es war daher klar, dass das neue Museum ein modernes Bauwerk aus Beton werden würde und die neuesten Techniken, Systeme und Werkzeuge zur Anwendung kämen. Die beteiligten Unternehmen stifteten eine große Menge Material und eine Vielzahl an Werkzeugen, während sich Miller im Gegenzug verpflichtete, für den Zement- und Betonbau in Süddeutschland einzutreten. Zusätzlich zur Bedeutung des Gebäudes selbst als Meisterwerk der Ingenieurskunst sammelte der Museumsgründer wichtige, heute einzigartige Objekte, die im Zusammenhang mit dem Betonbau standen, und präsentierte sie in seinen Ausstellungen.

Der Bauingenieur Oskar von Miller war also bereits lange vor der Planung des Museums mit der Anwendung und Handhabung von Beton vertraut. Trotzdem war seine Begeisterung für das Baugeschäft begrenzt, wie Miller 1878 während seiner kurzen Zeit als praktizierender Bauingenieur selbst zugibt. Er war damals im Auftrag der bayrischen Regierung als leitender Bauingenieur für die Konstruktion von Eisenbahntrassen, -tunneln und -brücken verantwortlich. Entgegen seiner ursprünglichen Ausbildung verspürte Miller jedoch die

besondere Berufung, sich für die Elektrifizierung seines Landes zu engagieren. Diese Entscheidung lenkte seine berufliche und unternehmerische Zukunft zwar in eine völlig andere Richtung, am Ende allerdings war seine Karriere als Förderer und Pionier der Elektrifizierung doch wieder mit der Zementherstellung verbunden. Es sollte nämlich gerade eine Portlandzementfabrik sein, die den ersten Strom für eine Fernübertragung lieferte. Millers Biograf Wilhelm Füßl beschreibt, wie der Museumsgründer erste konkrete Überlegungen anstellte, die Möglichkeiten der Übertragung elektrischen Stroms über eine große Distanz zu versuchen.[5] Seit 1888 war das Württembergische Portland-Cementwerk in Lauffen am Neckar in Betrieb. Doch die dort vorhandene, zur Stromerzeugung genutzte Wasserkraft übertraf den Bedarf des Werkes bei weitem. So kam Miller auf den Gedanken, die überschüssigen Kräfte in das 10 Kilometer entfernte Heilbronn zu übertragen, um die Stadt mit elektrischer Beleuchtung und Antriebskraft für Motoren zu versorgen. Nach diesem erfolgreich verlaufenen Versuch führte Miller die Stromübertragung über größere Distanzen auf der Internationalen Elektrotechnischen Ausstellung von 1891 in Frankfurt erstmals und aufsehenerregend in aller Öffentlichkeit vor.

Allerdings waren die Projekte, die ausschließlich die Wasserwirtschaft oder den Wasserbau betrafen, nicht das Hauptgeschäft des Technischen Bureaus Oscar von Miller in München (später Ingenieurbüro Oskar von Miller). Für den Bau des Elektrizitätswerks in Hermannstadt im Jahr 1894 etwa wurde folgende Arbeitsteilung vereinbart, die auch für andere Projekte typisch war. Das Technische Bureau Oscar von Miller übernahm als Generalunternehmer die Lieferung und Ausführung des gesamten maschinellen und elektrischen Teils, während hier die Wiener Firma Pittel & Brausewetter die Bauarbeiten ausführte. In diesem Zusammenhang wurde auch ein Betonkanal erwähnt, der jedoch sicher nicht der einzige Teil des Gebäudes war, der aus diesem Material bestand.

Um die Elektrifizierung seines Landes voranzubringen, unternahm Miller unzählige Geschäftsreisen, warb überall für seine Ideen und ermutigte Behörden und Geschäftsleute zum Bau von Wasserkraftwerken. Während dieser Reisen wurde er von Bauunternehmern und Planern begleitet, denn er wollte, dass diese Unternehmen Kraftanlagen, Kanäle, Dämme oder Stauanlagen bauten, die Miller dann mit der elektrischen Betriebseinrichtung ausrüstete. Für fast alle diese Bauten vertrauten die Bauunternehmen und Planer auf den neuartigen und kostengünstigen Baustoff Beton – ein Material, dessen technische Möglichkeiten und innovative Anwendungen systematisch erkundet und dessen Gebrauch ständig verbessert wurde.

5 Siehe hierzu und zu Folgendem: Füßl, *Oskar von Miller,* 2005, S. 96, 99, 157, 121.

Das Bauunternehmen Kunz aus Kempten unterhielt engen Kontakt zu Miller.[6] Gemeinsam planten und realisierten sie mehrere Wasserkraftwerke in Mittenwald, Dachau und Schwandorf (Oberpfalz) – natürlich alle unter der Verwendung von Beton.[7] Zusammen mit Kunz brachte Oskar von Miller den Bau von Wasserkraftwerken in Bayern und Baden-Württemberg voran.[8] Die Kooperation der beiden Unternehmer wurde schließlich durch den Bau des Walchenseekraftwerks, an dem auch andere Firmen beteiligt waren, gekrönt.[9] Für dieses Großprojekt ging 1907 zunächst das Bauunternehmen Dyckerhoff & Widmann mit seinem Entwurf, der gemeinsam von der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg AG und den Siemens-Schuckertwerken eingereicht wurde, als Sieger aus einem Architekturwettbewerb hervor. Doch es war viel Überzeugungs- und Planungsarbeit notwendig, bis 1918 die Entscheidung getroffen wurde, das Kraftwerk zu bauen. Am 24. Januar 1924 konnte die Anlage schließlich eingeweiht werden.

Durch die geschäftlichen Beziehungen und die sachliche Verquickung von Zementherstellern und Betonbaufirmen bei der Nutzung von Wasserkraft für den Ausbau der Stromversorgung im Lande hatten Oskar von Miller und sein technisches Büro schon im Vorfeld wesentliche Grundlagen für das Projekt des Sammlungsbaus des Deutschen Museums gelegt. Nur der moderne Baustoff Beton konnte den Ansprüchen des Gründers an fortschrittliche Technik und Wirtschaftlichkeit für den Sammlungsbau genügen, und es sollten auch gerade diese Firmen sein, die als Stifter einen Beitrag zum Gelingen des Projekts leisten konnten.

Grundriss und Gestaltung des Deutschen Museums

Eine Interpretation von Grundriss und Gestaltung des Museums muss die historischen Zusammenhänge berücksichtigen: So muss sowohl das Museumsgebäude in den Kontext der zeitgenössischen architektonischen Stile in München gestellt werden als auch müssen andere Museums- und Messegebäude in den Blick genommen werden, die als Vorbilder für das geplante Museum dienten.

Die Stadt München hatte die Kohleninsel, die so genannt wurde, weil dort die Flöße mit Brennholz ankamen, das vor Ort zu Holzkohle weiterverarbeitet wurde, mit einer Fläche von ungefähr 36 000 qm für den Museumsbau zur Verfügung gestellt. Die Insel befand sich an einem privilegierten Ort innerhalb der expandierenden Stadt und wurde schon zuvor hin und wieder als Gelände für Messen und Ausstellungen genutzt. Theodor Fischer, berühmter Stadtplaner im damaligen München, hatte bereits Pläne für ein monumentales Museum

6 Bühler, *Illerbrücken,* 2003, S. 483.
7 Alfred Kunz GmbH & Co., *100 Jahre,* 1982, S. 10.
8 Ebd., S. 93–94.
9 Ebd., S. 103.

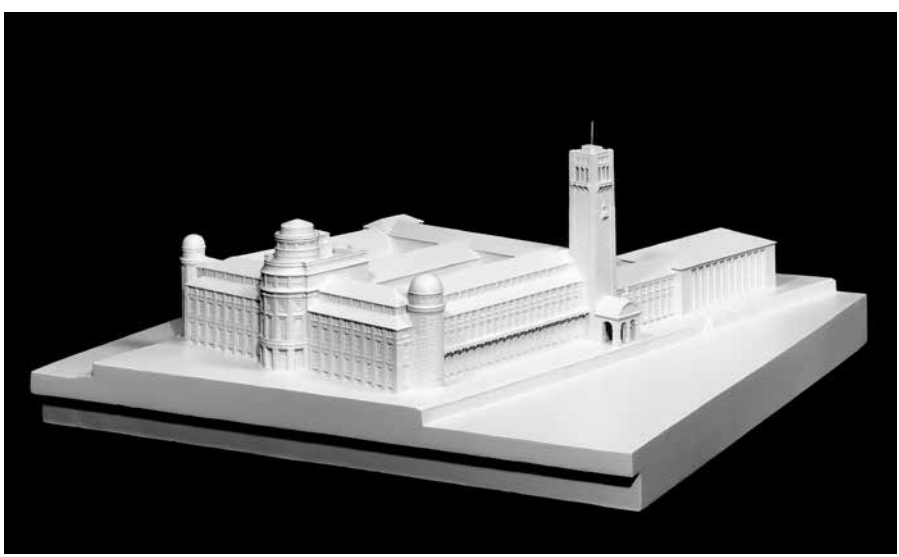
an diesem Ort gemacht, die jedoch vom späteren Architekten des Museums, Gabriel von Seidl (1848–1913), durchkreuzt wurden.[10] Die Architektur des Deutschen Museums ebenso wie die des Bayerischen Nationalmuseums und des Armeemuseums wurde als monumental bewertet und musste deshalb zunächst von der »Monumentalbaukommission«, die 1902 von Prinzregent Luitpold ins Leben gerufen wurde, bewilligt werden.[11]

Das Stadtbild Münchens wurde zu dieser Zeit noch durch den Einfluss und die Autorität Friedrich von Thierschs (1852–1921) bestimmt: Er war Professor an der Technischen Hochschule und einer der Hauptvertreter des Historismus in Deutschland. Zu Beginn des 20. Jahrhunderts – der Jugendstil war fast schon wieder aus der Mode gekommen – sollte der Historismus die bestmögliche Reproduktion eines einzigen historischen Stils erschaffen: Der neobarocke Justizpalast (1890–1897) ist eines der bedeutendsten noch erhaltenen Beispiele dafür in München.[12] Bald jedoch waren auch diese Theorien wieder überholt und es folgte eine Periode, die eine offenere Interpretation historischer Stile erlaubte, indem sie die Kombination verschiedener Stile an verschiedenen Teilen des Gebäudes vorsah.[13]

Gabriel von Seidl bediente sich einer dieser Optionen bei der Gestaltung seines Bayerischen Nationalmuseums (1895–1900), das eine neue Interpretation des Historismus darbot. Es war dieser berühmte Münchner Architekt und enge Freund Millers, der mit der Planung des neuen Museums beauftragt werden sollte. Zuvor hatte Seidl mit den Messehallen auf der Theresienhöhe (1907–1908) einmal mehr ein Wahrzeichen für das industrielle Bauen in München gesetzt. Miller beauftragte ihn, ein Vorprojekt zu erstellen. Dieses sollte das Grundkonzept des Gebäudes umsetzen, das 1905 von der Baukommission in München bewilligt worden war. Allerdings bestand die Stadtverwaltung darauf, weitere Architekten zu einem offiziellen Wettbewerb für das monumentale Gebäude einzuladen. Nicht unerwartet ging Seidls Vorschlag als Sieger aus den 31 eingereichten Entwürfen hervor, die in mehreren Heften der Deutschen Bauzeitung des Jahres 1906 vorgestellt und ausführlich kommentiert wurden. Seidl erfuhr jedoch von der Entscheidung der Prüfungskommission zu seinen Gunsten erst zwei Tage vor der Grundsteinlegung für den Sammlungsbau am 13. November 1906. Anschließend begann eine zweijährige intensive Phase der Detailplanung. In dieser Zeit wurde Gabriel von Seidls Originalentwurf – zu dessen großem Missfallen – immer wieder geändert, weil Miller auf die Operativität und Funktionalität des Museums beharrte.[14] Zur gleichen Zeit präsentierten die beauftragten Bauunternehmen ihre Kostenvoranschläge und technischen Angebote. Der ursprüngliche Entwurf Seidls

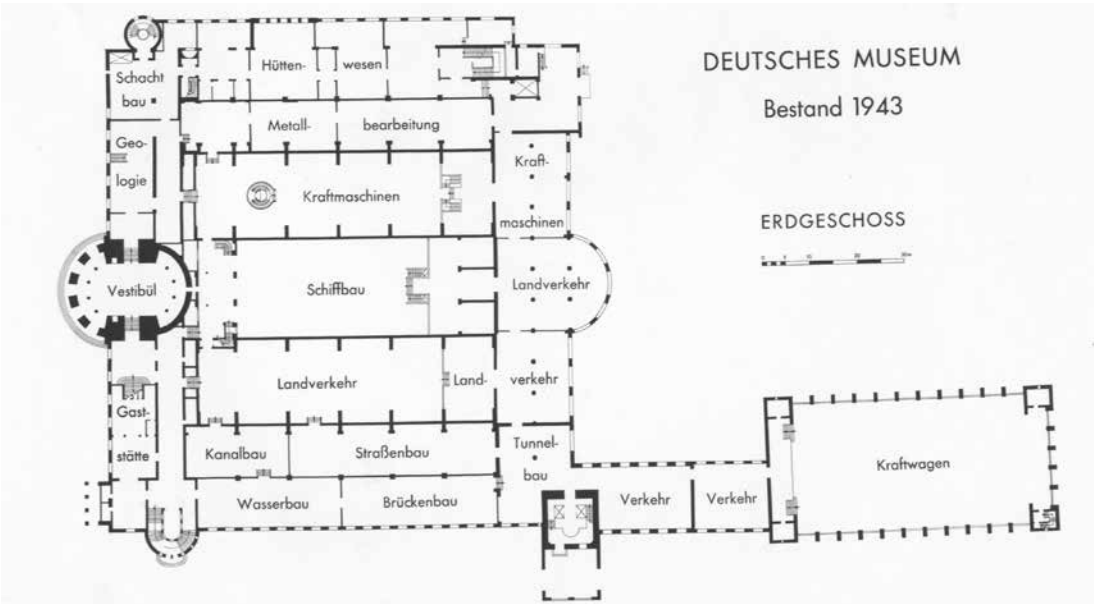
10 Nerdinger, *Theodor Fischer,* 1988, S. 13.
11 Albers, *Theodor Fischer,* 1980, S. 18.
12 Habel, *Phasen,* 1980, S. 26.
13 Ebd., S. 30.
14 Pilsak, *Architektur,* 1989, S. 36–38.

für ein genuin historistisches Museum wurde im Hinblick auf eine funktionalere Gestaltung entschlackt, ohne dass man die Expressivität eines wirklich modernen Gebäudes erreichte [15] (Abb. 1 und 2). Die Meinungen und Kritiken, die sich auf den architektonischen Stil, die Intentionen und das Ergebnis bezogen, waren durchaus kontrovers.[16] Als Fazit der Debatten lässt sich festhalten, dass die Gestaltung des Gebäudes hinter den damaligen Möglichkeiten zurückblieb, wohingegen sich die Bautechnologie tatsächlich auf dem neuesten Stand befand. Als Gabriel von Seidl am 27. April 1913 starb, übernahm sein Bruder Emanuel (1856–1919) die Arbeit. Er vermochte jedoch vor dem Ausbruch des Ersten Weltkriegs lediglich, den Rohbau entsprechend den Plänen seines Bruders fertigzustellen.



1 Modell des Sammlungsbaus aus den 1950er Jahren.

15 Preiß, *Museum,* 1992, S. 134.
16 Nerdinger, *Strömungen,* 1980, S. 47.

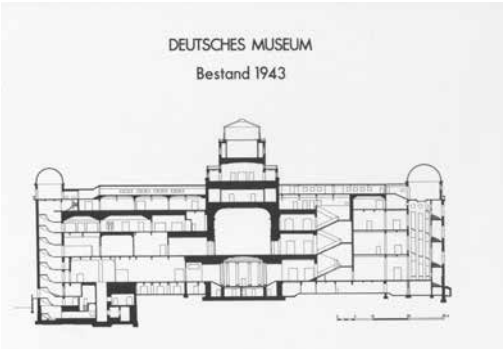


2 Grundriss des Sammlungsbaues, Erdgeschoss (1943).

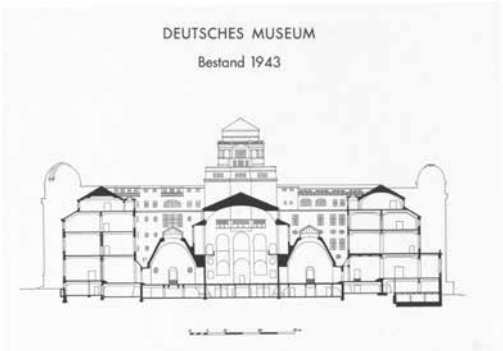
Der letztgültige Plan des Sammlungsbaues (Abb. 3–7) sieht vier jeweils viergeschossige Flügel vor, die auf einem rechteckigen Gebäudegrundriss um einen Innenhof gruppiert sind, der eine Haupt- und zwei Nebenhallen umschließt. Der Hauptflügel ist der nördliche, der in seinem ovalen Zentrum die ansprechende Eingangshalle, im ersten Geschoss den repräsentativen Ehrensaal und im zweiten Geschoss das Planetarium umfasst. Verbunden sind diese Räume durch einen monumentalen Treppenaufgang. Vier zusätzliche Treppen finden sich in den Ecken des Gebäudes, eine von ihnen innerhalb des Turms, dem Wahrzeichen der Insel.

Auch wenn der Krieg schon früher endete, konnte der Sammlungsbau erst 1925 eröffnet werden. Der Bibliotheksbau wurde 1932 und der Kongresssaal nach den Plänen German Bestelmeyers (1874–1942) im Jahr 1935 beendet. 1937 schließlich fand die Einweihung der Autohalle statt. Diese Bauten folgten jedoch bereits neuen gestalterischen und technischen Konzepten.

3 Die Hauptfassade des Sammlungsbaus (1943).

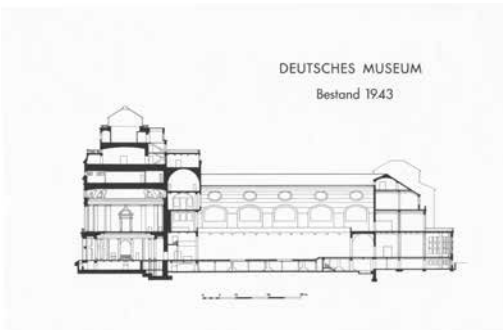


4 Querschnitt durch den Nordtrakt des Sammlungsbaus mit Blick auf die Eingangshalle, Ehrensaal und Planetarium in der Mitte und die seitlichen Treppenhäuser (1943).



5 Schnitt durch den Ost- und Westtrakt und durch die drei Hallen im Innenhof (1943).

6 Die Südfassade des Sammlungsbaus (1943).



7 Längsschnitt durch den Nord- und Südtrakt sowie durch die zentrale Halle (1943).

Museumskonzepte

Das dem Deutschen Museum zugrunde liegende Konzept muss einerseits vor dem Hintergrund einer sich in den 1900er Jahren im Umbruch befindenden Museologie gesehen werden: Die Veränderungen waren motiviert durch Forderungen nach einem national einheitlichen Bildungssystem sowie durch einen unerschütterlichen Glauben an Fortschritt und Technik, der die Kommerzialisierung und Popularisierung der technischen Produkte einschloss. Im Einklang mit den Ideen eines reformierten Museums sollten Kunst, Wissenschaft und Technik nicht mehr in separate Sammlungen aufgeteilt werden, z. B. indem man die Studiensammlung für Wissenschaftler von der öffentlichen Schausammlung schied. Alle kulturellen Errungenschaften waren auch der Öffentlichkeit zugänglich zu machen, wie es bei den damals immer populärer werdenden Messen bereits der Fall war.[17] Entsprechend beeinflusste die Messehallenarchitektur auch den Bau des Deutschen Museums. Die Möglichkeiten des Bauherrn, Einfluss auf die architektonischen Lösungen zu nehmen, wurden zu dieser Zeit zunehmend größer.[18] In dieser Hinsicht bezeugt Millers Konflikt mit Seidl zugleich eine neue Qualität in der Beziehung zwischen den Museumsleitern und ihren Architekten.

Andererseits ist das Deutsche Museum in die Tradition eines Musée des Arts et Métiers in Paris eingebunden, das seit 1799 als wissenschaftliche Sammlung des Polytechnikums Conservatoire des Arts et Métiers besteht. Aber auch die Debatte über andere technische und wissenschaftliche Museen, die um 1900 entstanden, sowie der Wettbewerb unter ihnen, stimulierten den Aufbau und Erfolg des Deutschen Museums. Vor diesem Hintergrund ist die Gründung des Museums ein herausragendes Ereignis: nicht nur wegen des Elans, mit dem es realisiert wurde, sondern vor allem wegen seiner einmaligen physischen Größe, seines komplexen Grundrisses, der Qualität der Sammlung und der neuartigen interaktiven Experimentalvorführungen, die Oskar von Miller in das Museumskonzept integrierte. Bei diesen Themen ist das Deutsche Museum nach wie vor das international vielfältig kopierte Vorbild. Andere Länder kopierten diesen Prototypen des technischen Museums, das Sammlungen umfasste, die alle Felder der Wissenschaft abdeckten und technische Meisterwerke ausstellten: das Technische Nationalmuseum in Prag (1910), das Technische Museum in Wien (1918) und der berühmteste Konkurrent: das Science Museum in London, gebaut von 1914 bis 1918 nach den Plänen von Richard Allison (1869–1958), sowie das Museum of Science and Industry in Chicago (1940), im ehemaligen Palace of Fine Arts der Weltausstellung von 1893.[19]

17 Preiß, *Museum,* 1992, S. 54. Siehe hierzu und zum Folgenden ausführlich: Füßl, *Gründung,* 2003, und Füßl, *Oskar von Miller,* 2005.
18 Preiß, *Museum,* 1992, S. 55.
19 Finn, *Einfluss,* 2003.

Der Bau des Museums

Die bautechnischen Innovationen, die während der Errichtung des Sammlungsbaues zum Einsatz kamen, werden über eine Auswahl an Fotografien und Zeichnungen aus der umfangreichen Dokumentation im Museumsarchiv anschaulich. Sie sind das Resultat von Millers überaus enger Beziehung zur Zementindustrie, über die auch das Wochenjournal »Zement und Beton« in seiner Ausgabe vom 2. Oktober 1908 berichtet:

»Für das Deutsche Museum in München hat die deutsche Zementindustrie bekanntlich die Stiftung des erforderlichen Zementes beschlossen und bis jetzt 450 Waggons Portlandzement im Fabrikationswert von 120 000 RM als Stiftung der einzelnen Firmen angemeldet. Die Beton- und Eisenbetonfirmen haben die Ausführung der Bauarbeiten bezw. die Heizungs- und Lüftungsanlagen teils als Stiftung, teils gegen Verrechnung der Selbstkosten zugesichert.«[20]

Auf diese Weise konnten beim Bau des neuen Museums von Meisterwerken der Naturwissenschaft- und Technik innovative und vielversprechende Baustoffe zur Anwendung kommen und Millers Ziel, den Bau selbst als ein technisches Meisterwerk zu errichten, verwirklicht werden. Conrad Matschoss beschreibt 1925 für den Verein Deutscher Ingenieure (VDI)[21] anlässlich der Eröffnung des Sammlungsbaus das Gebäude und seine Entstehung. Das Ziel des Bauherren sei es, betont er, bereits mit dem Rohbau ein optimales, dem damaligen Stand der Bautechnik entsprechendes Meisterwerk zu errichten. Schon für die Erstellung der Angebote wurden nur Spezialfirmen für Eisenbetonbau zugelassen, die außerdem ihre – meist betriebseigenen und geheimen – Bauverfahren mit allen zum Verständnis erforderlichen Details dem Bauherrn, aber auch den anderen Firmen gegenüber offenlegen sollten.

Die Angebote, die die Firmen schließlich eingereicht hatten, wurden nicht nur von der Museumsleitung, sondern auch von Spezialisten auf dem Gebiet des Eisenbetons eingehend begutachtet und bewertet. Alle Bieter waren verpflichtet, gemeinsam an der Sitzung der Prüfungskommission teilzunehmen und mussten sogar ihre Geschäftsgeheimnisse offenlegen, um »die zweckmäßigste Ausführung und Konstruktion aller Bauteile, die Wahl des Materials und die Baueinrichtungen« zu erzielen.[22]

Die Entscheidung, das Museum aus Beton zu bauen, war schon relativ früh gefallen. Ob der Brandschutz der ausschlaggebende Grund dafür war oder die großzügige Stiftung der Zementindustrie, ist nicht mehr zu rekonstruieren. Es ist jedoch anzunehmen, dass beides zumindest zum Entschluss beigetragen hat. Realisiert wurde der Bau schließlich von denjenigen Unternehmen mit der längsten Tradition und denen, die sich dem Betonbau verpflichtet hatten wie

20 Zement und Beton 7 (1908), Nr. 40, S. 637.
21 Die folgenden Abschnitte beruhen auf dem Bericht von Matschoss, *Das Deutsche Museum,* 1925.
22 Ebd., S. 56.

die Firma Dyckerhoff & Widmann AG, die zugleich eine Zementfabrik besaß, sowie andere Unternehmen, darunter Wolle aus Leipzig und die Gebrüder Rank in Kooperation mit Ed. Züblin aus Straßburg. Letztere waren ausschließlich Betonbaufirmen.

Das Fundament

Die Gründungsarbeiten für das neue Gebäude wurden in Übereinstimmung mit den letztgültigen autorisierten Plänen ausgeführt, die modernste Betonbautechniken vorsahen, darunter die frisch patentierte Strauss-Pfahlgründung. Die Pfahlgründungsarbeiten konnten erst am 31. Juli 1909 beginnen, nachdem die vorhergehende langwierige Erkundung des Baugrundes im glazialen Kiesboden der Isarinsel abgeschlossen war. Die folgenden Methoden der Pfahlgründung kamen zur Anwendung: Das Rammpfahlsystem Wolle (Abb. 8 und 9) bestand aus fünfeckigen Pfählen mit einem Querschnitt von 30 × 30 cm und einer Maximallänge von 7 m. Die Pfähle hatten eine jeweilige Tragfähigkeit von 700 kN und wurden in Schalungen außerhalb der Baugrube gefertigt. Nach sechswöchigem Abbinden wurden sie in ihre Befestigungen gerammt, die sich im Westflügel inklusive Turm, um den Südflügel herum und im Westteil des Nordflügels befanden. Die erforderliche Länge der Pfähle war zuvor durch Spülbohrungen ermittelt worden.

900 dieser Pfähle wurden durch die Bauunternehmen Wolle und Züblin verarbeitet. Zu Testzwecken wurden einige dieser Pfähle bis zur Bewehrung wieder freigelegt (Abb. 10). Für die bewehrten Betonpfähle kamen Dampframmen (Abb. 11) zum Einsatz. Das Fundament des Turms bestand aus 123 Züblin-Pfählen mit einer Länge von je 6 bis 9 m auf einer Fläche von 14 × 14 m. Das abschließende Fundament des Turms, das über diese Pfähle hinausreichte, bestand aus einer bewehrten Betondeckenplatte mit einer Dicke von 1,5 m. Das Fundament konnte im Oktober 1910 abgeschlossen werden (Abb. 12 und 13).

8 Fertige Bewehrung für einen Wolle-Pfahl.

9 Vorfertigung von Wolle-Pfählen in der Schalung.

10 links Freigelegte Bewehrung bei einem Wolle-Pfahl.

11 rechts Dampframmen bei der Arbeit mit Wolle-Pfählen.

12 unten links Die Köpfe der Züblin-Pfähle für das Turmfundament sind noch gut zu erkennen.

13 unten rechts Das Turmfundament ist fertig.

14+15 Manuelle Bohrarbeiten für Strauss-Pfähle.

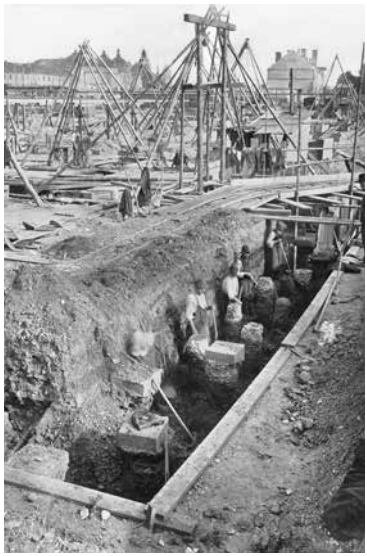
Der zweite Pfahltyp, der zum Einsatz kam, war der erwähnte Strauss-Pfahl, der 1903 von Anton Strauss (1858–unbekannt] in Kiew patentiert worden war.[23] Diese Strauss-Pfähle wurden von der Firma Dyckerhoff & Widmann AG eingesetzt. Eisenrohre mit einem Durchmesser von 30 cm mussten dafür manuell in einem Abstand von 80 bis 100 cm und einer Tiefe von 6 m in den Boden gebohrt werden (Abb. 14 und 15). Das Erdmaterial im Inneren der Rohre wurde mit Bohrköpfen oder Kiespumpen entfernt. Den Hohlraum füllte man mit Stampfbeton, während das Eisenrohr Schritt für Schritt von oben wieder herausgezogen wurde. 637 dieser Pfähle wurden im Fundament der östlichen Längsseite des Museums (Abb. 16) und in den östlichen Querflügeln verarbeitet. Um das Ergebnis und die Wirksamkeit des Strauss-Pfahlsystems bewerten zu können, wurden einige Betonpfähle nach dem Gießen und Abbinden wieder ausgegraben (Abb. 17). Ihre Tragfähigkeit erreichte 400 kN. Eine Nachbildung dieser Pfähle kann heute in der Ausstellung zur Museumsgeschichte bewundert werden.

Die Pfahlgründung wurde am 5. April 1910 beendet. Für das Fundament des Museumsgebäudes wurden insgesamt 1500 Pfähle der verschiedenen Systeme genutzt, deren Gesamtlänge sich auf 8100 m addierte. Das abschließende Fundament über den Pfählen wurde im April 1910 aus Eisenbeton gegossen.

Das Gebäude

In Abhängigkeit vom Gebäudegrundriss wurden verschiedene Konstruktionsweisen eingesetzt und genauestens dokumentiert. Mehr noch, sogar ganz alltägliche Arbeitsvorgänge wurden von den Fotografen festgehalten. Sie fotografierten u.a. Arbeiter, die die eisernen Bügel für die Bewehrung bogen (Abb. 18), aber auch Schalungen für Decken, Eisenarmierungen für Träger oder Betonmischer mit ihren Materialwinden (Abb. 19).

23 Patentnr. 189182, dat. 6.12.1903, veröffentlicht 2.11.1907.



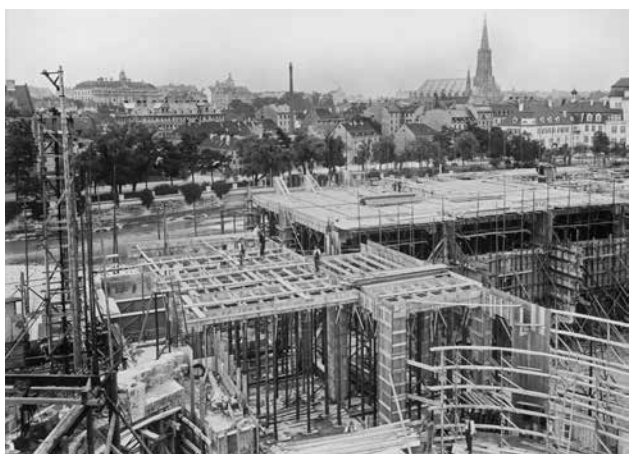
16 Bereits eingebaute Strauss-Pfähle.

17 Ausgegrabene Strauss-Pfähle.

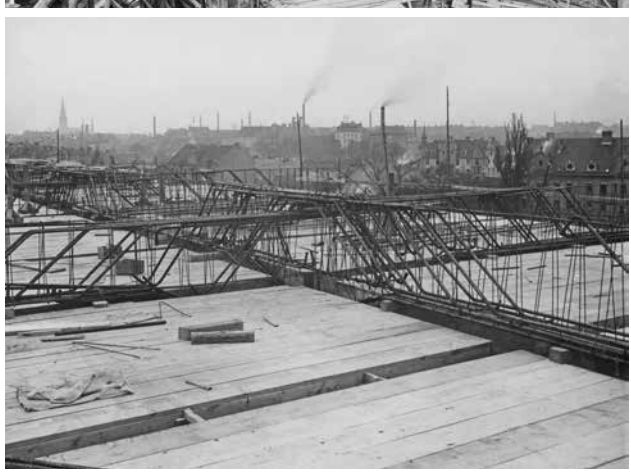
18 Ein Eisenbieger bei der Arbeit.

19 Betonmischer und Winde.

Die Errichtung der vier den Innenhof umgebenden Flügel mit ihren vier Obergeschossen und Untergeschoss (als Werkstätten und Lagerräume genutzt) war dem Hennebique-System ähnlich, das zuvor durch das Unternehmen Gebrüder Rank patentiert worden war (Abb. 20–22, 24). Die Galerien waren als große, offene Mehrzweckhallen geplant, die durch Säulenreihen gestützt wurden. Leider verkleidete man die Konstruktion bei der Ausstellungsgestaltung häufig wieder. Der einzige verbolzte Eisenträger im Sammlungsbau ist im Bergwerk erhalten, da diese Ausstellung ohne Pfeiler, Säulen und anderen Stützkonstruktionen auskommen musste. Dieser Walzeisenträger hat eine Länge von 17 m und eine Höhe von 1,70 m (Abb. 23).



20 Rüstung der Säulen und Decken im 1. Obergeschoss des Osttrakts.



21 Bewehrung für einen Deckenträger.

22 Decke des ersten Geschosses mit dem Hennebique-ähnlichen Deckensystem.

23 Im Untergeschoss: der einzige Eisenträger im Sammlungsbau.

24 Blick auf den noch eingerüsteten Nordtrakt am 21. November 1910 mit dem Klettergerüst.

Der charakteristische Turm des Museums ist hingegen aus Stampfbeton errichtet. Die Dachkonstruktion im äußeren viergeschossigen, rechteckigen Teil des Sammlungsbaues besteht ebenfalls aus Eisenbetonträgern, die in Holzschalungen vorgefertigt wurden (Abb. 25–27).

Die Ausstellungshallen auf der West- und Ostseite im Innenhof sind 62 m lang und haben eine Höhe von 13,5 m. Die zentrale Halle hat die gleiche Länge bei einer Höhe von 22,5 m. Die Nebenhallen sind mit einem offenen Betongewölbe überdeckt, das eine freie Spannweite von 17,5 m aufweist (Abb. 28). Die zentrale Halle mit einer Spannweite von 20,5 m ist durch eine Eisenkonstruktion überdacht. Gestützt wird sie durch parabelförmige Eisenbetonbinder. Dazu schreibt Matschoss:

»Die Hallen sind in Eisenbeton in Form von Fachwerken, bestehend aus einer Reihe von Eisenbetonbindern mit Betonausmauerung, aufgebaut. Die Binder der Seitenhallen sind in Parabelform ausgeführt und mit den Bindern der Mittelhalle sowie mit den Pfeilern der West- und Ostflügel der Saalbauten durch Kämpfergelenke verbunden. [...] Unter der Eisendachkonstruktion, und an dieser aufgehängt, ist ein Rabitzgewölbe in Tonnenform als oberer Abschluss der Mittelhalle angebracht.«[24]

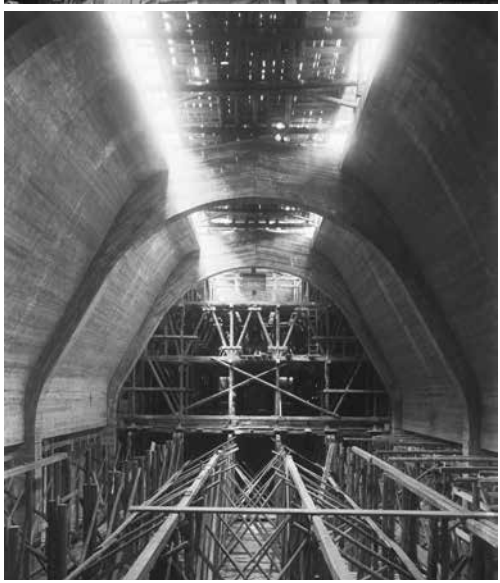
Ein weiterer bautechnischer Höhepunkt ist das Treppenhaus in der nordöstlichen Ecke (Abb. 29): Es besteht aus auskragenden Eisenbetonplatten, die in die umgebende Mauer eingelassen sind. Die Spindel der Treppe und der Ring haben keine stützende Funktion, denn alle Stufen sind ausschließlich als Kragelemente ausgebildet.

25 Der Blick auf die Baustelle vor dem Betonieren der Decke im 1. Obergeschoss.

26 Rüstung für die Dachkonstruktion.

24 Matschoss, *Das Deutsche Museum*, 1925, S. 78.

27 Schalung und Bewehrung für das Dach.



28 Betongewölbe der Nebenhalle.

29 Die hohle Spindeltreppe im Osttreppenhaus von oben.

Besondere Konstruktionen waren für die Decken des Vestibüls, der heutigen Eingangshalle, und den Ehrensaal erforderlich. Diese Decken wurden aus bewehrten Betonträgern mit 17 m Spannweite zusammengefügt und mit geringen Zwischenräumen angeordnet sowie in flacher Wölbung muldenartig konstruiert und auf einer Reihe von runden, kannelierten und fein gegliederten Säulen aus Kunstbeton gelagert (Abb. 30 und 30a)[25]. Der Blick aus dem zweiten Geschoss von Süden aus auf den Nordflügel (Abb. 23, s. S. 65) zeigt die Konstruktion des Ehrensaals mit dem Klettergerüst und der nüchternen Originalkonstruktion.

Die Komposition der Außenwände bezeugt die Kreativität der frühen Betonkonstrukteure: Während der Kern der Mauern aus Eisenbeton besteht, wurde die sichtbare Fassade mit Vorsatzbeton abgeschlossen. Um eine »lebhaftere, wärmere Tönung«[26] für das Äußere zu erhalten, wurde der Vorsatzbeton mit Muschelkalkquetschmaterial gemischt. Nach Abschluss der Arbeiten erhielt der Sichtbeton seine endgültige Textur durch eine Behandlung mit Meißeln bzw. Stöcken (Abb. 33).

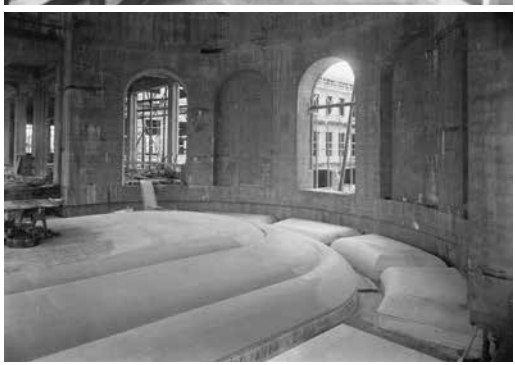
Auf der Innenseite der Wände wurde eine 10 cm dicke Schicht Bimsbeton aufgetragen, um die Wärmedämmung zu verbessern und das Einbringen von Nägeln zu erleichtern.

Nur wenige Teile des Gebäudes, wie die Hauptfassade mit Eingangshalle und Ehrensaal und die äußeren Treppenhäuser, sind mit echten Muschelkalk-, Tuffstein- oder Basaltplatten verkleidet.

Bis zum Richtfest am 5. Oktober 1911 (Abb. 31 und 32) wurden für den Bau 12 000 m^3 Holz, 60 000 m^3 Kies und Sand, 3000 Tonnen Eisen, 400 Eisenbahnwagen Kalk und schließlich 1 700 Eisenbahnwagen Zement verarbeitet. Die letzten Arbeiten für die Vollendung des Gebäudes wurden nicht sofort nach Ausbruch des Krieges unterbrochen. Jedoch verringerte sich die Zahl der Arbeiter sukzessiv, da diese nach und nach zum Kriegsdienst eingezogen wurden. Als auch das Material immer knapper wurde, mussten die Arbeiten im Dezember 1916 abgebrochen werden (Abb. 34, s. S. 70). Am 9. Juni 1917 wurden die Bauarbeiten nach offizieller Anweisung endgültig beendet, mehr noch: Die Kupferbleche für die Kuppel wurden wieder entfernt, um sie für militärische Zwecke zu nutzen. Nur wenige Jahre nach dem Ende des Weltkriegs nahm man die Arbeiten ohne größeres Aufsehen oder weitere Zwischenfälle wieder auf. Das vollendete Gebäude samt seiner Ausstellungen konnte am 5. Mai 1925 eingeweiht werden, zwei Tage vor Millers 70. Geburtstag.

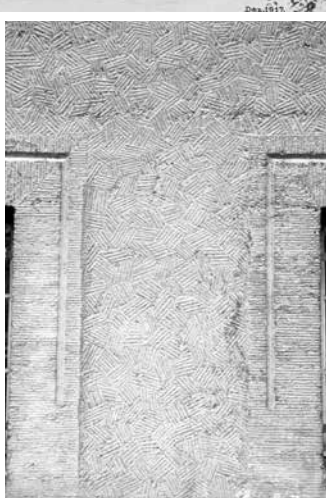
25 Ebd., S. 69.
26 Ebd., S. 68.

30 Der Ehrensaal im Rohbau.



30a Deckenkonstruktion des Ehrensaals von oben gesehen.

31 Ein Blick von Nordwesten auf den fertigen Rohbau.



32 links Zum Richtfest am 5. Oktober 1911 war das Gebäude festlich geschmückt.

33 rechts Details der Endfertigung der Oberfläche an der Westfassade.

34 Luftaufnahme der Museumsinsel von Südosten aus gesehen im Jahr 1914.

Die Objekte der Betonbausammlung

Miller realisierte seine Ideen zum Beton nicht nur im Gebäude selbst, er sammelte auf systematische und weitsichtige Weise Objekte, die mit der Herstellung und Qualitätskontrolle von Zement und Beton zu tun hatten. Daher ist das Museum heute im Besitz einzigartiger Modelle früher Betonbauten, von Betonrohren, Ornament- und Skulpturrepliken, Zement- und Betonprüfgeräten sowie den zugehörigen Prüfstücken. Die Firma DYWIDAG stiftete seit 1906 Objekte, etwa den Zerreißapparat von John Grant für Zementqualitätsprüfungen oder das Bild eines Portlandzementofens von Dyckerhoff. Hennebique-Bauweisen waren nicht nur in der Gebäudekonstruktion präsent, sondern auch in Form eines Gemäldes zum Thema, das neben dem Bild eines bewehrten Betonbaus von Josef Monier ebenfalls zur Sammlung gehört. Die berühmte Hundehütte, die die Freytag-Familie dem Museum 1933 schenkte, ist – als erster in Deutschland hergestellter Eisenbetonbau – ein wahres Highlight der Sammlung. In diesem Sinne beherbergt das Museum das umfassendste und in seiner Zusammenstellung einmalige Erbe des Betonbaus um 1900.[27]

Auf der Grundlage der reichhaltigen zeitgenössischen Dokumentation im Museumsarchiv lässt sich die Entstehungsgeschichte des Sammlungsbaus des Deutschen Museums auf verschiedenen Ebenen rekonstruieren. Es zeigte sich, dass die Akteure aus Wirtschaft und Industrie durch die Verwendung moderner Baustoffe und -techniken in der Lage waren, die Vorstellungen

27 Siehe dazu auch den Beitrag über die Sammlung des Deutschen Museums, S. 80–137, in diesem Band.

Oskar von Millers von einem Museumsgebäude als Meisterwerk des Betonbaus umzusetzen, das heute Denkmalwert besitzt und unter Denkmalschutz steht. Retrospektiv ist das Bauwerk als ein beredtes und zentrales Dokument der Bautechnikgeschichte zu werten. Allerdings nahm die Entwicklung des Betonbaus – wohl nicht zuletzt auch aufgrund der Erfahrungen beim Museumsbau – nach der Fertigstellung des Rohbaus 1911 eine derart rasante Entwicklung, dass das Museum, als es 1925 eröffnet wurde, schon nicht mehr den aktuellsten Stand der Betonbautechnik repräsentierte: ein Umstand, der heute im Rahmen der Sanierungsmaßnahmen ernste konstruktive und konservatorische Probleme offenbart. Die ab 1928 von German Bestelmeyer geplante Bibliothek (fertiggestellt 1932) und Kongresshalle (fertiggestellt 1935) wurden schließlich bereits als modernere Stahlskelettbauten errichtet. Auch die 1937 eröffnete Automobilhalle ist im Wesentlichen ein Stahlbau und entspricht damit schon den nach dem Ersten Weltkrieg verwendeten Bauverfahren. Nur die Fassade ist, im Gegensatz zu den anderen Erweiterungsbauten, noch mit Sichtbeton verkleidet.

Literatur

Albers, Gerd: Theodor Fischer und die Münchener Stadtentwicklung bis zur Mitte unseres Jahrhunderts. In: Bauen in München 1890–1950. Arbeitshefte des Bayerischen Landesamts für Denkmalpflege, Arbeitsheft 7. München 1980, S. 6–25.

Alfred Kunz GmbH & Co. (Hrsg.): 100 Jahre Baugeschichte aktiv mitgestaltet. 1882/1982. München 1982.

Basiner, Paul; Basiner, Katrin (Hrsg.): 150 Jahre Rank: Fünf Generationen 1862–2012. München 2012.

Bühler, Dirk: Die Illerbrücken in Kempten: Beton in der Bautechnik um 1903. In: Hashagen, Ulf; Blumtritt, Oskar; Trischler, Helmuth (Hrsg.): Circa 1903. Artefakte in der Gründungszeit des Deutschen Museums. München 2003, S. 474–498.

–: Münchner Isarbrücken. In: Kultur & Technik 32 (2008), H. 3, S. 14–19.

Finn, Bernard S.: Der Einfluss des Deutschen Museums auf die internationale Landschaft der Wissenschafts- und Technikmuseen. In: Füßl, Wilhelm; Trischler, Helmuth (Hrsg.): Geschichte des Deutschen Museums. Akteure, Artefakte, Ausstellungen. München 2003, S. 397—405.

Füßl, Wilhelm: Gründung und Aufbau 1903—1925. In: Füßl, Wilhelm; Trischler, Helmuth (Hrsg.): Geschichte des Deutschen Museums. Akteure, Artefakte, Ausstellungen. München 2003, S. 59—101.

–: Oskar von Miller (1855–1934). Eine Biografie. München 2005.

Habel, Heinrich: Späte Phasen und Nachwirken des Historismus. In: Bauen in München 1890–1950. Arbeitshefte des Bayerischen Landesamts für Denkmalpflege, Arbeitsheft 7. München 1980, S. 26–40.

Matschoss, Conrad: Das Deutsche Museum – Geschichte – Aufgaben – Ziele. Berlin/München 1925.

Nerdinger, Winfried: Neue Strömungen und Reformen zwischen Jugendstil und Neuer Sachlichkeit. In: Bauen in München 1890–1950. Arbeitshefte des Bayerischen Landesamts für Denkmalpflege, Arbeitsheft 7. München 1980, S. 41–64.

–: Theodor Fischer, Architekt und Städtebauer. Berlin 1988.

Pilsak, Angelika: Die Architektur des Deutschen Museums München (Magisterarbeit, Philosophische Fakultät der LMU München). München 1989.

Preiß, Achim: Das Museum und seine Architektur. Wilhelm Kreis und der Museumsbau in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts. Bonn 1992.

Deutsches Museum

BRÜCKENBAU WASSERBAU

Nach 8. Mai 1998, täglich geöffnet von 9 bis 17 Uhr, außer 1. Januar, Fastnachtsdienstag, Karfreitag, 1. Mai, Fronleichnam, 1. November, 24., 25. und 31. Dezember

Die Ausstellungen über Beton im Deutschen Museum

Dirk Bühler

Das Bauwesen spielte in der Gründungszeit des Museums noch eine weitaus wichtigere Rolle in den Ausstellungen als heute. Die Dynamik der technischen Neuerungen beim Bauen und Wohnen war enorm und sollte im Museum vermittelt werden. Darunter waren auch jene naturwissenschaftlich-technischen und sozialen Entwicklungen, die wesentlichen Einfluss auf das Bauwesen in dieser Zeit hatten: die beginnende Elektrifizierung, die mit der Entwicklung moderner Haushalts- und Beleuchtungstechniken einherging und für die neuartige Kraftwerke gebaut werden mussten; die umwälzenden Erkenntnisse auf dem Gebiet der Chemie und Medizin, in deren Folge moderne Hygieneeinrichtungen, beginnend bei einer akzeptablen Wasserver- und -entsorgung bis hin zu öffentlichen und privaten Bädern, geschaffen werden konnten; das Wachstum der Städte und die Schaffung des erforderlichen Wohnraums sowie der wachsende Bedarf an Infrastruktur und Industrieanlagen, die ebenfalls eng an das Bauwesen gekoppelt waren. Kurzum: Bautechnik und Bauindustrie wurden eine enorme Innovationskraft abverlangt, und diese machten sie zu einem wichtigen Thema für das sich selbst gerade erst im Aufbau befindliche Museum.

Bereits im »Gruppenverzeichnis und Referentenliste« von 1905, die Oskar von Miller für sein Museum zusammenstellte, sind auffallend viele Wissenschaftler aus dem Bauwesen und seinem Umfeld aufgeführt, darunter etwa Wilhelm Dietz von der Technischen Hochschule in München (Brückenbau und Eisenhochbau) und Ludwig Prandtl von der Universität Göttingen (Physikalische und Technische Mechanik). Für die Baumaterialien war Max Gary zuständig, Abteilungsvorstand der Kgl. Mechanisch-Technischen Versuchsanstalt in Groß-Lichterfelde West. Auch die folgende Wunschliste für die Ausstellungen von 1905 lässt in puncto Bauwesen nichts zu wünschen übrig und offenbart die ehrgeizigen Pläne der Museumsleitung für das groß angelegte Projekt. Gelistet sind z. B. unter dem Thema Bindemittel schon Modelle von Zementfabriken, aber auch der Betonmischer von Kunz; unter den Materialprüfgeräten finden sich die Apparate von Vicat, Bauschinger und Michaëlis – Objekte, die im Beitrag über die Sammlungen vorgestellt und besprochen werden. Bei den Betonbauten ist bereits an Exponate aus der Römerzeit gedacht. Modelle und Zeichnungen »hervorragender Beispiele für die Verwendung von Stampfbeton« sollten mit Detailkonstruktionen, Rüst- und Schalvorrichtungen gezeigt, Eisenbetonbauten zunächst durch Versuche zur Wirkung der

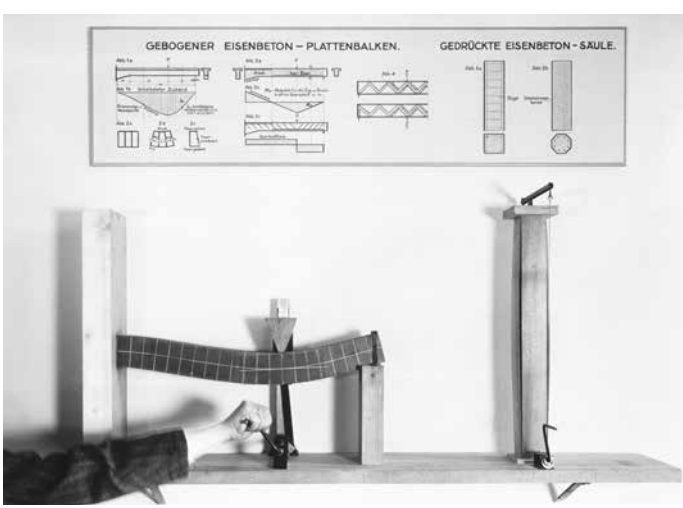
Armierung und schließlich mit vielen Beispielen und Details erklärt werden. Als Stifter sind neben wenigen kleineren Baufirmen aus dem Reich vor allem die Firmen Dyckerhoff & Widmann sowie Wayss & Freytag notiert.

So gab es denn auch schon 1906 in den provisorischen Ausstellungen im ehemaligen Bayerischen Nationalmuseum (heute: Museum Fünf Kontinente) Räume für den Straßenbau, den Wasserbau und den Kanalbau, und ab 1909 in der Schwere-Reiter-Kaserne gegenüber der Museumsinsel (heute: Deutsches Patent- und Markenamt) weitere Bauausstellungen wie etwa zum Beleuchtungswesen, zu Baumaterialien und Materialprüfwesen im Erdgeschoss des Gebäudes sowie über Brückenbau, Technische Akustik, Wohnbau, Wasserversorgung, Kanalisation, Badewesen, Heizung und Lüftung im Obergeschoss.[1]

In diesen ersten Museumsjahren zwischen 1906 und 1913 wurden Materialproben aus Zement und anderen Zuschlagstoffen, aber auch Probewürfel aus Beton sowie aktuelle Produkte, etwa verschiedene Arten von Betonrohren, gesammelt. Hinzu traten Darstellungen zum Herstellungsprozess von Zement auf Schautafeln und Gemälden[2] (Abb. 1 und 2) und auch Demonstrationen zum Tragverhalten von Bauteilen aus Beton. Überliefert ist das Bild eines einfachen, aber eindrucksvollen Experiments, das die Durchbiegung eines Plattenbalkens in verschiedenen Lastfällen und die Verformung seiner Stütze unter senkrecht wirkender Last zeigt (Abb. 3). Bei seinem Rundgang durch die Sammlungen weist Matschoss vor allem auf die Originalmaschinen von August Wöhler (1819–1914) zur Prüfung von Eisen und Stahl hin.[3] Die Bauweise von Hennebique wurde in den Ausstellungen mit einem Bild[4] erläutert, denn immerhin waren die Ausstellungshallen mit einem ähnlichen System gebaut worden. Auch ein Bild des »ersten Eisenbetonhauses von Monier« muss es gemäß der Museumsobjektdatenbank gegeben haben. Vermutlich handelt es sich um ein Gemälde, das 1913 im Deutschen Museum angefertigt wurde, aber 1929 leider verloren ging. Firmen wie etwa die DYWIDAG stifteten bereits 1906 erste Objekte, unter anderem einen Betonblock aus Stettiner Portlandzement, einen Rammapparat für Zementmörtel, einen – im Objektverzeichnis sogenannten – »Zerreißungsapparat von John Grant mit Form zur Prüfung von Zement« und das Gemälde eines »oblongen« (rechteckigen) Ringofens zum Brennen von Portlandzement von Dyckerhoff, wie er im 1864 gegründeten Zementwerk der Firma in Amöneburg bei Mainz verwendet wurde. Über viele Jahrzehnte hinweg erhielt das Deutsche Museum Objekte aus Beständen des Unternehmens. Nach dem Konkurs von DYWIDAG konnte es erfreulicherweise Firmenarchiv, Bücher und Brückenmodelle übernehmen.

1 Deutsches Museum, *Führer,* [1908].
2 Mayring, *Bilder,* 2008, Kat.-Nr. 310–311, S. 214–215.
3 Matschoss, *Besuch,* 1909, S. 8.
4 Die Objektdatenbank des Museums verzeichnet bis etwa 1925 jede Art von Abbildung als »Bild«, ob es sich dabei um eine Fotografie, eine Zeichnung oder ein Gemälde handelt, wird nicht weiter definiert.

1+2 Innenansichten einer Portlandzementfabrik, Aquarelle auf Karton von Wilhelm Kunz, ohne Datum.



3 Das Trag- und Verformungsverhalten von horizontalen und vertikalen Bauteilen wurde mit diesem einfachen Experiment erklärt.

Nach der Fertigstellung des Ausstellungsgebäudes 1925 und dem Umzug in den Neubau waren dem Straßenbau, dem Tunnel- und Brückenbau, dem Wasserbau mit Wasserstraßen und Hafenbau, den Baumaterialien mit Wohn- und Städtebau, der Wasserversorgung und Abwasserreinigung, Heizung und Lüftung sowie dem Beleuchtungswesen jeweils noch eigene Ausstellungen gewidmet.

Bei der Eröffnung des Sammlungsbaus mit einem Festzug am 5. Mai 1925 waren jedoch die Ausstellungen zu den Baumaterialien und zum Wohn- und Städtebau noch nicht vollständig für die Öffentlichkeit freigegeben. Sie wurden noch bis in die 1930er Jahre hinein fertiggestellt. Einleitend zu den Räumen 222–241 im 2. Obergeschoss ist im Amtlichen Führer durch die Sammlungen von 1925 zu lesen:

»Diese beiden Ausstellungen werden erst nach Eröffnung des Museums im Westtrakt des 2. Stockwerks eingerichtet. Die erste behandelt Vorkommen, Gewinnung, Transport, Verwendung und Eigenschaften der wichtigsten Bauhölzer und der natürlichen und künstlichen Steine. Die zweite zeigt die Entwicklung der menschlichen Wohnstätten von der ältesten bis auf die heutige Zeit.«[5]

Zu den zukünftig auszustellenden Baumaterialien, hier: des Betons, seiner Anwendung und Prüfung, heißt es:

»Die nächste Gruppe zeigt die Aufbereitung und Verwendung von Beton und Eisenbeton. An zahlreichen Abbildungen und Modellen, einfachen Decken, Gewölben, Konstruktionen von Kirchen und Theatern lassen sich die ungeheuren Fortschritte auf diesem Gebiet der Bautechnik erkennen. Hieran anschließend wird die Prüfung von Zement, Beton und Eisenbeton gezeigt. Bemerkenswert sind hier verschiedene Originalapparate, z. B. der Apparat zur Abbind-Prüfung von Tetmajer und Goodman, der Zerreißapparat von J. Grant (1860) und von Michaëlis und Reusch (1880). Besonders zu erwähnen ist der Bach'sche Apparat zur Elastizitätsprüfung von Betonkörpern.«

Zu Beginn der 1930er Jahre hatte es sich der Deutsche Betonverein gemeinsam mit dem Bund der Deutschen Betonwerke auf Wunsch der Museumsleitung zur Aufgabe gemacht, den Raum »Beton« auf eigene Kosten neu zu gestalten. Unter den Mitgliedern des 1898 in Oberkassel bei Bonn gegründeten Betonvereins waren die großen deutschen Zementhersteller und Baufirmen und damit viele der bedeutendsten Stifter des Museums.[6] Der Sitz des vom NS-Regime gleichgeschalteten Vereins wurde erst am 1. April 1936 nach Berlin verlegt.

5 Laskov/Hofmann/Barkemeyer, *Deutsches Museum,* 1925.
6 Siehe dazu Kraus, *Repräsentation,* 2013.

Der Betonverein übergab dem Museum am 9. September 1931 eine erste, umfangreiche Stiftung. Sie umfasste Abgüsse von Reliefs, eines Frieses, einer Säulenbasis und eines Kapitells, aber auch zwei Muster aus römischem Beton, ein Wasserrohr und ein Bruchstück aus der Eifel-Wasserleitung. Durch Vermittlung des Betonvereins oder durch Zukauf des Vereins kamen darüber hinaus noch andere Exponate in die Ausstellung wie das Modell des Stadioncafés in Nürnberg, das Gegenstand des Beitrags über die Sammlung in diesem Band ist.

Aus einer Darstellung der noch im Aufbau befindlichen Ausstellung »Zement und Beton« in der Museumspublikation von Conrad Matschoss aus dem Jahr 1933[7], in der die Herstellung, die Grund- und Zuschlagstoffe und die Verwendung des Baustoffs ausführlich beschrieben werden, wissen wir, dass der Verein Deutscher Portlandzementfabrikanten mit verschiedenen Modellen von Portlandzementwerken zur Ausstellung beigetragen hat. Eines davon war bedeutend genug, um sogar in der Veröffentlichung abgebildet zu werden.

Der Rundgang durch die Sammlungen von 1942[8] lässt allerdings auf eine veränderte Ausstellungskonzeption des Raumes 233 zum Beton- und Eisenbetonbau schließen, denn die Beschreibung des jetzt wohl endgültig eingerichteten Raumes unterscheidet sich inhaltlich in einigen Punkten von der Darstellung von 1933. Nach einer kurzen Erläuterung der Bestandteile und der Eigenschaften von Beton und Eisenbeton, die auf Tafeln mit Texten und Bildern ausgestellt waren, heißt es: »Dargestellt sind neben Betonproben, Betonwerksteinen und Betonwaren, besonders kennzeichnende Betonbrücken, Talsperren, Schleusen, Industrieanlagen, Festhallen usw. In der Saalmitte steht ein Übersichtsmodell des Kachlet-Werkes[9] oberhalb von Passau während der Bauarbeiten im Jahre 1926. Es zeigt die vielgestaltige Verwendung des Betons beim Bau des Wehres, des Kraftwerks, des Einlaufbauwerks und der Schifffahrtsstraße.«

Leider ist weder die Eröffnung dieser Ausstellung, die um 1933 stattgefunden haben muss, noch die Ausstellung selbst dokumentiert. Allerdings finden drei Sonderausstellungen aus der NS-Zeit Erwähnung.

Nach einer kleinen Ausstellung über »Deutsche Werksteine« aus dem Jahr 1934 im Vorraum des Bibliotheksgebäudes, einem Baustoff, den der »Führer« für seine NS-Bauten vehement – oft auch zum Unmut der Bauingenieure – bevorzugte, folgte im Jahr 1935 eine Sonderschau über neue Werkstoffe mit dem Titel »Neue Werkstoffe – Neue Wege«, die das gesamte 1. Obergeschoss des Bibliotheksbaus in Anspruch nahm. Sie war hochpolitisch im Sinne der neuen NS-Werkstoffideologie motiviert[10] und konzentrierte sich auf die Stoff-

7 Gut, *Hochbauwesen,* 1925. Albert Gut (1883–1947) war Stadtbaudirektor in München und durch seine Mitarbeit am Münchner Wohnungsbauprogramm von 1928 bis 1930 bekannt geworden.

8 Conzelmann, *Deutsches Museum,* 1942.

9 Dieses zentrale Modell hatte die Inv.-Nr. 64124 und wurde dem Museum von der Baufirma *Grün & Bilfinger AG,* Mannheim, gestiftet; es wurde allerdings im Krieg so sehr beschädigt, dass es abgeschrieben werden musste.

10 Siehe dazu ausführlich: Vaupel, *Anpassung,* 2010.

gruppen Stahl und Eisen, Nichteisenmetalle und elektrotechnische Isolierstoffe.[11] Obwohl der Bauingenieur und damalige Generalinspekteur für das deutsche Straßenwesen und Mitglied des Vorstandsrats des Deutschen Museums, Fritz Todt (1891–1942), sich aktiv an der Forderung nach dieser Ausstellung und an der Auswahl der Themen beteiligte, ist nur eine Ausstellungseinheit »Entwicklungsreihe des Leichtbeton« als Beitrag zur Bautechnik überliefert, die noch heute von technikhistorischem Interesse ist (Abb. 4).

Die Instrumentalisierung von Baustoffen für NS-ideologische Ziele manifestierte sich noch deutlicher in einer Sonderausstellung im Jahre 1941, die das Haus der Deutschen Technik e.V., eine nationalsozialistische Schulungseinrichtung des Nationalsozialistischen Bundes Deutscher Technik, im Rahmen der »Leistungsschau der Deutschen Bautechnik« mit der Unterstützung Münchener Baufirmen veranstaltete. Wie die Sonderschau »Neue Werkstoffe – Neue Wege« von 1935 fand auch diese Ausstellung im 1. Obergeschoss des Bibliotheksgebäudes statt, wo heute die Büros der Museumsmitarbeiter untergebracht sind. Der Zugang zur Ausstellung erfolgte über den Haupteingang des Sammlungsbaus und führte über das damalige Haupttreppenhaus im Nordwesttrakt. Dort verfügte die Ausstellung über einen eigenen Zugang, für den die Projektionsräume für Filme und Lichtbilder kurzerhand umgestaltet worden waren. Dieses Treppenhaus war mit einer Kunstausstellung zur Bautechnik ausgestattet und endete im Obergeschoss mit der geschichtlichen Einführung in die Bautechnik, bevor die eigentliche Ausstellung mit Huldigungen an das NS-Regime begann.

Welche Objekte damals gezeigt wurden, ist in einer Publikation von Hans Biberger in den vom Haus der Technik e.V. herausgegebenen »Mitteilungen« dokumentiert.[12] Aus diesen Beschreibungen geht hervor, dass das Deutsche Museum keine Exponate zur Verfügung gestellt hatte, aber auch keine Exponate aus der Ausstellung als Stiftung für seine Sammlung erhielt. Die Ausstellung war von kurzer Dauer: Sie wurde am 8. September 1941 von Fritz Todt, inzwischen zum Reichsminister für Bewaffnung und Munition aufgestiegen, eröffnet und bereits am 31. Dezember 1941 wieder geschlossen. Sie war nur »begrenzt öffentlich zugänglich« und zeigte in großzügig möblierten Räumen geschichtliche Hintergründe des Bauens sowie moderne Hoch- und Tiefbauten mit Modellen und Dioramen und naturgemäß wenigen Originalen. Ausgestellt waren vor allem Wohnungsbau, Wehrbau und Kriegsbauweise sowie die zukünftigen Bauaufgaben. Wie auf vielen anderen Feldern von Politik, Wirtschaft und Gesellschaft begann das Regime in dieser Phase auch im Bereich des Bauwesens bereits für eine Zeit nach dem vermeintlich erfolgreichen Krieg zu planen.

11 Ebd., S. 545.

12 Biberger, *Leistungsschau,* 1941. Zur Leistungsschau und zur Person Hans Bibergers (1902– unbekannt) siehe ausführlich Uekötter, *Expansionsgelüste,* 2010, S. 229–234.

4 Eine Aufnahme der »Entwicklung von Leichtbeton« anlässlich der Sonderausstellung »Neue Werkstoffe – Neue Wege« von 1935 am Fenster im 1. Obergeschoss des Übergangsbaus zwischen Sammlungs- und Bibliotheksbau.

Beim Wiederaufbau nach dem Zweiten Weltkrieg blieben ab 1962 nur die Ausstellungen zum Brücken-, Straßen-, Wasser- und Tunnelbau als Präsentationen des Bauwesens erhalten, während die ehemaligen Bauausstellungen aufgelöst wurden. Die Objekte wanderten ins Depot und hielten dort bis vor wenigen Jahren, als ein neues Interesse an der Bautechnikgeschichte erwachte, einen Dornröschenschlaf. Dennoch wurde der Objektbestand der baubezogenen Fachgebiete immer wieder mit Neuerwerbungen aktualisiert, die beispielhaft für die Entwicklung der Zement- und Betontechnologie stehen, so dass wir heute über eine der erdweit wichtigsten Sammlungen zum Bauwesen verfügen. Die vorliegende Publikation soll dazu beitragen und auffordern, das Museum – und nicht nur das Deutsche Museum – weiterhin als Quelle zur Geschichte der Bautechnik zu nutzen und vertieft zu erschließen.

Literatur

Biberger, Hans: Leistungsschau der deutschen Bautechnik. Der erste praktische Schritt zur Verwirklichung der Leistungsschau der Deutschen Technik. In: Deutsche Technik 9 (1941), S. 427-432 (1941a).

Bühler, Dirk: Drahtseilakte. Fritz Leonhardts seilverspannte Brücken. In: Kleinmanns, Joachim; Weber, Christiane (Hrsg.): Fritz Leonhardt: Die Kunst des Konstruierens. Stuttgart/London 2009.

Conzelmann, Theodor: Deutsches Museum. Rundgang durch die Sammlungen. 7. und erw. Aufl. München 1942.

Deutsches Museum: Führer durch die Sammlungen, 27. bis 36. Tausend. Leipzig [1908]

Gut, Albert: Das Hochbauwesen. In: Matschoss, Conrad: Das Deutsche Museum. Geschichte – Aufgaben – Ziele. Berlin/München 1933, S. 231-233.

Kraus, Elisabeth: Repräsentation – Renommee – Rekrutierung. Mäzenatentum für das Deutsche Museum. München 2013.

Laskov, Benno; Hofmann, Gustav; Barkemeyer, Joh. Bernhard (Hrsg.): Deutsches Museum: Amtlicher Führer durch die Sammlungen. München 1925.

Matschoss, Conrad: Das Deutsche Museum. Geschichte – Aufgaben – Ziele. Berlin/München 1933.

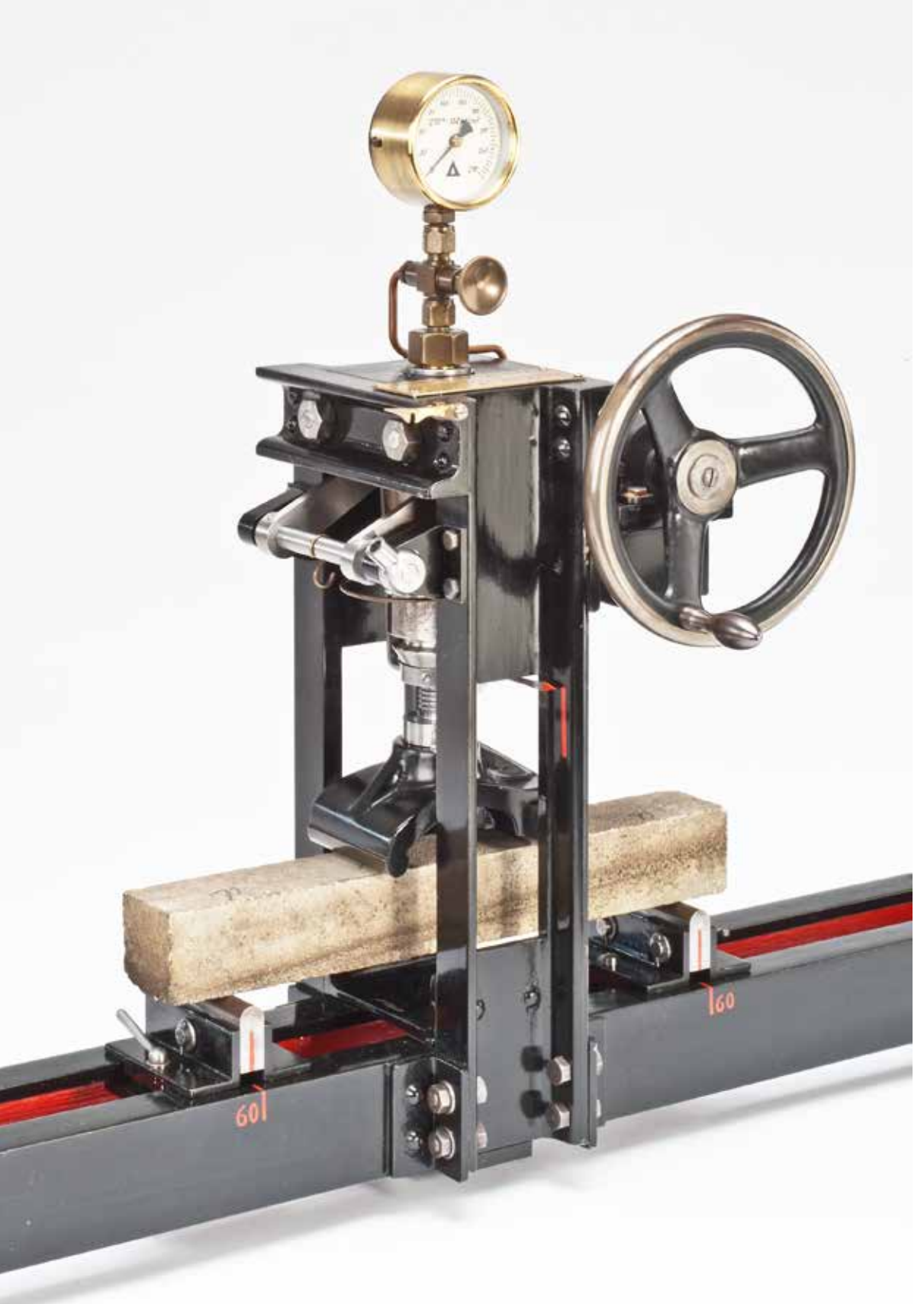
—: Ein Besuch im Deutschen Museum. Abteilung II. Zweibrückenstraße. Sonderdruck aus Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure, Jg. 1909. 19 S.

Mayring, Eva A. (Hrsg.): Bilder der Technik, Industrie und Wissenschaft. München 2008.

Uekötter, Frank: Expansionsgelüste an der Isar. Das Deutsche Museum und die Führung des Dritten Reichs: Adolf Hitler, Fritz Todt und die Pläne für ein Haus der deutschen Technik. In: Vaupel, Elisabeth; Wolff, Stefan L. (Hrsg.): Das Deutsche Museum in der Zeit des Nationalsozialismus. Eine Bestandsaufnahme. Göttingen 2010, S. 195–243.

Vaupel, Elisabeth: Schrittweise Anpassung an den Zeitgeist: Die Sonderausstellung »Neue Werkstoffe – Neue Wege« (1935). In: Vaupel, Elisabeth; Wolff, Stefan L. (Hrsg.): Das Deutsche Museum in der Zeit des Nationalsozialismus. Eine Bestandsaufnahme. Göttingen 2010, S. 535–582.

Vaupel, Elisabeth; Wolff, Stefan L. (Hrsg.): Das Deutsche Museum in der Zeit des Nationalsozialismus. Eine Bestandsaufnahme. Göttingen 2010.


60
60

Die Sammlung des Deutschen Museums
Eine Quelle zur Erforschung der Betonbaugeschichte

Dirk Bühler

Die außergewöhnlich umfassende und historisch weit zurückreichende Sammlung des Deutschen Museums zur Betonbaugeschichte stellt eine ergiebige und vor allem einzigartige Quelle für zukünftige Forschungs- und Ausstellungsprojekte dar. Nur wenige andere Sammlungen reichen an sie heran. Das Museé des Arts et Métiers in Paris, das 1794 gegründete und damit weltweit älteste Technikmuseum, verfügt lediglich über eine kleine Anzahl an Objekten, hauptsächlich Pläne und Bilder mit Bezug zum Beton, aber auch eines der weitverbreiteten Prüfgeräte von Michaëlis, mit dem die Reißfestigkeit von Zement ermittelt werden konnte. Das auf Beton spezialisierte Instituto Torroja [1], gegründet 1949 in Madrid, besitzt keine historischen Betongeräte, und weder das Science Museum noch das Victoria and Albert Museum in London haben ein eigenes Sammlungsgebiet zum Bauwesen. Nicht einmal das National Building Museum in Washington unterhält eine Sammlung von Objekten, die mit Beton in Zusammenhang stehen. Das Betonmuseum in Heidelberg stellt viele Dokumente, einige Modelle, aber keine Prüfapparate oder andere Objekte aus. Im Deutschen Zement-Museum in Hemmoor (Niedersachsen) werden in einer Zementschute aus dem Jahr 1925, einem Schiff, mit dem bis 1960 Zement vom Oste-Hafen Schwarzenhütten über die Elbe nach Hamburg transportiert wurde, Objekte aus der früheren Hemmoorer Zementfabrik ausgestellt. Das Stadtmuseum in Beckum (Nordrhein-Westfalen) zeigt das Modell einer Zementfabrik sowie historische Fotos der dortigen Arbeitsbedingungen. Geräte, Muster, Modelle und Gemälde, wie sie das Deutsche Museum besitzt, sind auch in keinem der relevanten Labore der deutschen Zementindustrie oder der Universitäten zu finden. In der Tat scheint die Besonderheit der Museumssammlung darin zu liegen, dass sie seit der Gründung 1903 wohlüberlegt und mit dem Anspruch auf größtmögliche Vollständigkeit zusammengestellt wurde: In dieser Hinsicht ist sie eine ganz und gar einzigartige Einrichtung. [2]

In diesem Beitrag sollen nun die Sammlungen im Deutschen Museum zum Thema Beton im Überblick vorgestellt werden, wobei die einzelnen Objektgruppen und Objekte jeweils in unterschiedlicher Tiefe dargestellt sind. Durch die Beräumung der Depots im Zuge der Generalsanierung des Deutschen Museums, die als Gesamtmaßnahme 2025 abgeschlossen sein

1 Das Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja wurde von seinem Namensgeber, dem durch seine Bauten und Schriften auch über Spanien hinaus bekannten Bauingenieur Eduardo Torroja (1899–1961), als Zentrum für die Forschung und Lehre zur Bautechnik, insbesondere der Betontechnologie und des Schalenbaus, gegründet. Es gehört heute zum Consejo Superior de Investigaciones Científicas und betreibt überwiegend Materialforschung und -prüfung, wobei Betontechnologie eine wichtige Rolle spielt.

2 Zur Bedeutung von Museen für die Bautechnikgeschichte siehe auch: Bühler, *Outlook*, 2014.

wird, konnten in den vergangenen sechs Jahren viele Objekte wissenschaftlich erschlossen und restauriert werden. Im Folgenden soll nun sowohl der heutige Bearbeitungsstand dokumentiert als auch durch die Offenlegung der Bestände zu neuen Studien angeregt werden. Neben dem Sammlungsschwerpunkt Zement und Beton sind in den Sammlungen des Deutschen Museums aber auch andere Baustoffe durchaus präsent und beachtenswert. So bietet etwa unsere Sammlung keramischer Baustoffe mit allen zu deren Herstellung erforderlichen Geräten durchaus Ansätze für zukünftige Forschungen.

Darüber hinaus sei noch auf die Bestände der Bibliothek und des Archivs als Quelle für die Erforschung der Bautechnikgeschichte verwiesen. Im abschließenden Beitrag dieses Bandes wird Helmut Hilz einen Überblick über die Betonzeitschriften geben. Ebenso enthält das Archiv des Deutschen Museums viele Schätze an Firmenarchiven und Nachlässen und auch das Verwaltungsarchiv und die Plansammlung bieten viele Möglichkeiten zur Forschung.

Die Prüfung des neuen Materials [3]

Die Bezüge des Museumgründers und Bauingenieurs Oskar von Miller zum Thema Beton wurden in den vorhergehenden Beiträgen dargelegt; sie erklären, warum das Deutsche Museum am Anfang des 20. Jahrhunderts zu einem der bedeutendsten Betonbauten in München werden konnte. Aus demselben Grund nehmen Instrumente für Zement- und Betonprüfung, Betonproben sowie Modelle von Baustellen und fertiggestellten Bauten mit 150 Objekten im Fachbereich Bauwesen und zwölf weiteren Objekten im Fachbereich Chemie jeweils einen prominenten Platz ein. Dieser Teil der Sammlung geht auf das späte 19. und beginnende 20. Jahrhundert zurück, als Beton im Bauingenieurwesen und in der Architektur erstmals verstärkt zum Einsatz kam. Die Sammlung veranschaulicht darüber hinaus die anfängliche Skepsis der Ingenieure gegenüber dem neuen Baustoff Beton ebenso wie ihr Bestreben, die bestmöglichen Anwendungen für das neue Material herauszufinden.

Der erste moderne Einsatz von Zement begann mit den Tests, die John Smeaton (1724–1792) mit dem Baumaterial und seinen möglichen Bestandteilen durchführte, bevor er 1759 den berühmten Edystone-Leuchtturm nahe Plymouth baute. In den folgenden Jahrzehnten entwickelten Ingenieure diverse Techniken zur industriellen Produktion von Zement, wie etwa James Parker, dessen 1796 patentierter »Romanzement« auch in Bayern weite Verbreitung fand. 1824 ließ Joseph Aspdin (1779–1855) eine Methode zur Herstellung von

3 Dieses hier leicht überarbeitete Unterkapitel erschien erstmals in: Carvais, Robert u.a. (Hrsg.): Nuts & Bolts of Construction History: Culture, Technology and Society (4th International Congress on Construction History, Paris 2.–7.7.2012), Vol. 1, p. 61–68, unter dem Titel: »The Collection of the Deutsches Museum: A Source for Research on the History of Construction«. Für die Unterstützung bei der Recherche danke ich meiner Kollegin Jutta Schlögl sehr herzlich. Übersetzung ins Deutsche: Susanne Jany M.A. (Berlin).

4 Forty, *Concrete*, 2012.

Portlandzement patentieren, den er deswegen so nannte, weil er sich für seinen Zement die Widerstandsfähigkeit von Portlandstein erhoffte. Von da an belebten der Gebrauch von Zement als Bestandteil von Mörtel und die Anwendung von Beton im Bauwesen die Produktion industriellen Zements immer wieder aufs Neue. Portlandzement wurde zunächst hauptsächlich dazu genutzt, um bis in die späten 1850er Jahre hinein Mauermörtel herzustellen. Bald danach begann jedoch schon der Betonbau aufzukeimen.[4] Da die Qualität von Zement und Beton in Abhängigkeit von ihren Zuschlagstoffen und Mischverhältnissen enorm variieren kann, sind bis heute immer neue Prüfungen und Prüfverfahren notwendig. Dies geschieht nicht nur, um die besten Zusammensetzungen auszutesten, sondern auch, um den Beton, der beim Bauen zur Verwendung kommt, fortlaufend prüfen zu können.

Einige der frühesten in diesem Zusammenhang genutzten Prüfgeräte sind im Deutschen Museum vorhanden. Dazu gehören das Goodman-Gerät (Abb. 1) zur Ermittlung des Schrumpfungsgrades von Zement während des Abbindens sowie ein Rammapparat zur Prüfung des Betons von Tetmajer. Beide Apparate wurden dem Museum 1908 vom Königlichen Materialprüfungsamt in Berlin gestiftet.

1 Der Abbindprüfer nach Goodman.

2 Das Nadelprüfgerät von Vicat.

Ein weiteres Ausstellungsstück ist das Nadelprüfgerät des französischen Ingenieurs Louis-Joseph Vicat (1786–1861)[5] (Abb. 2), das den Widerstand misst, den das erhärtende Material einem eindringenden Stahlstift bietet, um den Hydratationsprozess zementgebundener Baustoffe zu kontrollieren. So einfach dieses Prüfverfahren auf den ersten Blick in der Anwendung aussieht, so unerlässlich ist die exakte Einhaltung zahlreicher Randbedingungen, zumal die Prüfung nur den Erstarrungsbeginn und das Erstarrungsende des Materials erfassen kann.

Dem schottischen Ingenieur John Grant (1819–1888) gelangen als Erstem erfolgreiche Experimente zur Prüfung von Portlandzement, die er durchführte, nachdem er 1856 dem Metropolitan Board of Works in London beigetreten war. Er legte die ersten Regeln für Prüfverfahren fest und entwickelte 1858 ein Instrument zum Test der Zugfestigkeit. Eines seiner Geräte von 1860 ist das älteste Zementprüfgerät in der Museumssammlung (Abb. 3–6).

In den 1870er Jahren wurden an den deutschen Universitäten und polytechnischen Hochschulen vermehrt Materialprüfeinrichtungen gegründet. Eine der frühesten und bedeutendsten war das Mechanisch-Technische Laboratorium von Johann Bauschinger (1834–1893), das ab 1873 in einem eigens errichteten Gebäude betrieben wurde. Bauschinger war von 1868 bis zu seinem Tod Professor für Technische Mechanik an der Technischen Hochschule München. Er hatte Physik studiert und wusste als Ingenieur wie kein anderer um die Wichtigkeit der Materialprüfung für die Entwicklung neuer Konstruktionstechnologien. Das Deutsche Museum besitzt lediglich ein Prüfgerät von Bauschinger, das entworfen wurde, um die Volumenbeständigkeit von Zementen zu bestimmen. Gebaut wurde es – ebenso wie die Geräte von Michaëlis – von seinem Assistenten und Mechaniker Konrad Klebe. Leider ist der Apparat nicht vollständig erhalten.

Der deutsche Chemieingenieur Wilhelm Michaëlis (1840–1911) nutzte die Normen, die Grant entwickelt hatte, und verwendete dessen Prüfgerät ab 1864 als Angestellter in einer Zementfabrik in Wildau nahe Berlin. Später studierte er hydraulische Zemente in den Prüflaboren der Königlichen Bergakademie Freiberg. Michaëlis begann bald darauf, bei der Erstellung von Prüfnormen mit Bauschinger zusammenzuarbeiten. In seiner ersten wegweisenden Abhandlung über hydraulische Mörtel von 1869 nannte Michaëlis Smeaton einen »Leuchtturm im Dunkeln der Nacht«, der die Fehler in den Prüfverfahren und Überlegungen Bernard Forest de Bélidors (1698–1761) korrigiert habe. Michaëlis berief sich auch auf einfachere und nützlichere Tests, etwa die »Festigkeitsprüfungen von Probekörpern, wie sie von Vicat,

5 Emperger/Förster/Saliger, *Handbuch*, 1907, S. 28.

3 Gesamtansicht des Zementprüfgeräts von John Grant mit Form für Prüfkörper (rechts).

4 Vorderansicht des Prüfgerätes mit der Zange für den Prüfkörper.

5 Skala auf dem Hebelarm für die Höhe der Zugbelastung.

6 Objektbeschriftung für die Ausstellung von 1909.

Treussart und Raucourt de Charleville entworfen wurden [… er empfahl auch die Anwendung dieser simplen Bruchversuche und berichtet weiter, dass] G. Schwarz die ersten Zugtests durchführte«.[6] Michaëlis datierte diese Tests leider nicht. Für die Probestücke nutzte er bereits die Doppel-T-Form. Diese Form ergab sich aus spezifischen Studien zu den Brucheigenschaften der Proben. Für die Auswertung der Tests war es wichtig, ein möglichst gleichmäßiges Bruchstück zu erhalten, wodurch die Berechnung der Querschnitte erleichtert wurde. Auf der Basis dieser Erfahrungen entwickelte Michaëlis 1876 schließlich einen neuen Standardzementprüfapparat. Das Museum ist im Besitz zweier dieser vielseitigen Instrumente. Eines davon (Abb. 7) wurde 1909 vom Chemischen Laboratorium für Tonindustrie und Tonindustriezeitung der Seger & Cramer GmbH in Berlin gestiftet. Beiden Prüfgeräten fehlt inzwischen der Trichter, der langsam einen Eimer mit Sand füllte, bis sich im Probekörper ein Riss bildete.

Das andere Gerät war eine persönliche Schenkung von Wilhelm Michaëlis, der zu diesem Zeitpunkt eine Professur in Berlin innehatte. In einem Brief an Oskar Miller vom 23. Juni 1910 schreibt er, dass er dem Museum drei Kisten mit einem Gesamtnettogewicht von 176 kg geschickt habe. Zusätzlich zu seinem mittlerweile berühmt gewordenen Zementprüfer und verwandten Apparaturen beinhalteten die Kisten einige andere Objekte, die die Besucher des Museums noch heute bestaunen können.

In seinem Brief listet Michaëlis folgende Objekte auf:

»1) Universal Festigkeitsapparat Michaëlis [Abb. 8] für Cement, Gips, Mörtel zur Bestimmung: a) der Zugfestigkeit, b) der Biegungsfestigkeit an Stäben von 2 × 2 × 15 cm; 2 × 4 × 30 cm; 4 × 4v× 30 cm. An den gebrochenen Stäben von 4 × 4 = 16 cm² Querschnitt können dann mit Hilfe von 2 Stahlplatten und zwei Winkelschienen noch 4 Druckfestigkeits-Versuche ausgeführt werden (die Winkelschienen dienen zum richtigen Einspannen in irgend einen Druckf. App., z. B. Amsberg Laffon Presse) [Abb. 9 und 10]; c) der Haftfestigkeit nach Michaëlis [Abb. 11]; d) der Loch- oder Dornentreibungs-Festigkeit nach Michaëlis (Poinconnage der Franzosen). Alle Hilfsapparate und sämtliche Formen zur Herstellung der Probekörper für a), b), c) und d) sind beigegeben.

2) Ein von Herrn Inspektor Konrad Klebe am mechan. techn. Laboratorium der Techn. Hochschule in München, für mich gebautes, geaichtes Dynamometer zur Kontrolle von Druckfestigkeitsapparaten [Abb. 12].

3) Ein von demselben Herrn Klebe für meine Zwecke konstruierter Meßkeil mit allem Zubehör, mit welchem an den verschiedenen Festig-

6 Michaëlis, *Mörtel*, 1869, S. 257.

7 Michaëlis-Zementprüfgerät, vorbereitet für den Zugfestigkeitstest.

8 Michaëlis-Zementprüfgerät, vorbereitet für den Biegefestigkeitstest von Stäben.

9+10 Formen für Probestäbe aus Zement.

11 Michaëlis-Haftfestigkeitsprüfer.

12 Dynamometer zur Kontrolle von Druckfestigkeitsapparaten.

keitsprobekörpern, als Würfeln, Stäben, Zugproben, die Raumveränderungen bei dem Erhärtungsprozess in Luft oder Wasser, vor dem Druck- Biege- oder Zug-Versuch, ermittelt werden kann.

4) Ein Entformungsapparat ‚Michaëlis' [Abb. 13], um die frischen Zugprobekörper unmittelbar nach erfolgter Herstellung entformen zu können. Ich werde noch einige Postpakete, wahrscheinlich 3, senden, welche Zubehör zu obigen Apparaten enthalten. [Abb. 14 und 15]. […] Pläne sind beigegeben.«[7]

Beiden Geräten fehlt der Behälter am Hebelarm des Zugapparates, der aus einem Trichter langsam mit Sand befüllt wurde, bis das Gewicht erreicht war, das zum Reißen der Probe am anderen Ende des Gerätes führte und über das die Zugkraft ermittelt werden konnte (Abb. 16).

Im Museum liegen diesen Geräten Originalprobekörper bei, die alle intakt sind – lediglich eine Probe ist zerbrochen und zeigt den typischen gleichmäßigen Riss, der beim Bruch am Ende des Zugversuchs entsteht. Zwei Größen sind vertreten: Die meisten kleineren Proben passen in den Michaëlis-Apparat, zwei größere Stücke sind älter und scheinen zum Grant-Prüfgerät zu gehören. Bei ihnen handelt es sich um die frühesten Probekörper, wie die Beschriftung »Zugproben aus Stettiner Portlandzement von Ende der 1850er Jahre« bezeugt (Abb. 17).

Für diese Probekörper musste eine Mischung aus einem Teil Zement sowie drei Teilen Sand und Wasser vorbereitet und in spezielle Formen eingefüllt werden. Die Proben härteten dann 24 Stunden an der Luft, bevor sie in Wasser aufbewahrt wurden und 28 Tage später für die Durchführung des Tests bereit waren. Normalsand bestand aus gleichmäßigem kieselhaltigen Sand, abgesiebt durch ein Sieb mit 60 bis 120 Maschen pro cm^2. Die minimale Zugfestigkeit wurde mit einem Wert von 10 kg/cm^2 vereinbart – bei jeweils gleichbleibender Abbindezeit, Mahlfeinheit und Volumenbeständigkeit nach der Absorption kalten Wassers.[8]

Die Michaëlis-Instrumente wurden von den damaligen Laboratorien bereitwillig angenommen, da der Erfinder sie in den wichtigsten Zeitschriften der Ton- und Zementindustrie besprach[9] und sie sogar 1878 auf der Weltausstellung in Paris[10] präsentierte. In seiner Zeit als Chemieprofessor in Berlin publizierte Michaëlis mehrere Artikel und Bücher über Ton und Zement sowie über Prüfmethoden und -geräte; seine eigenen Erfindungen ließ er dabei selbstverständlich nicht unerwähnt.[11] Aus heutiger Sicht scheint es überraschend, dass die Prüflabore der Ton- und Zementindustrie Zugfestigkeitstests bevorzugten, anstatt, wie inzwischen üblich, Druckprüfungen durchzuführen. Man darf jedoch nicht vergessen, dass die damalige Ausrüstung für Zugfestigkeitstests

7 Michaëlis, *Vorrichtung,* 1891; DMA, VA 1140/1.
8 Michaëlis, *Beurtheilung,* 1876, S. 25–46.
9 Michaëlis, *Vorrichtung zur Ermittlung,* 1891; ders., *Vorrichtung zum Entformen,* 1891.
10 Ritter von Pichler, *Materialprüfungsmaschinen,* 1879.
11 Michaëlis, Mörtel, 1869; ders., *Beurtheilung,* 1876.

13 Michaëlis-Gerät zur Entfernung der frischen Probestücke aus ihren Formen.

14+15 Zubehörteile für den Universalfestigkeitsapparat von Michaëlis.

16 Trichter zum kontrollierten Befüllen des Behälters eines Festigkeitsapparates.

17 Die ältesten Zugproben aus Stettiner Zement.

sowohl preiswerter als auch einfacher in der Handhabung war. Außerdem hatte man sich in vielen Fabriken bereits an die Grant-Apparaturen und -methoden gewöhnt und bevorzugte grundsätzlich Zugfestigkeitsprüfungen, auch weil die erforderlichen Geräte schon vorhanden waren.[12]

Etwas aus der Reihe der Prüfgeräte fällt ein Ausstellungsstück, das jedoch geeignet ist, das breite Spektrum der Ingenieurtätigkeiten aufzuzeigen: Es ist der Autoklav, den Michaëlis angeblich benutzte, um einen künstlichen Kalksandsteinziegel zu entwickeln (Abb. 18). Der Autoklav ist nur 200 × 127 × 98 mm groß und wurde wohl für die Entwicklung des Baustoffs eingesetzt. Gestiftet wurde er dem Museum erst 1941 von Hans Kühl, einem Mitarbeiter des 1904 gegründeten »Königlichen« und seit 1919 »Staatlichen Materialprüfamtes« in Berlin–Lichterfelde.

Neben den Bauschinger- und Michaëlis-Geräten umfasst die Museumssammlung auch ein Betonträgerprüfgerät von 1933 für eine Last von fünf Tonnen mit einem Druckmesser von 0–270 bar – eine weitere Schenkung des Chemischen Laboratoriums für Tonindustrie und Tonindustriezeitung der Seger & Cramer GmbH (Abb. 19).

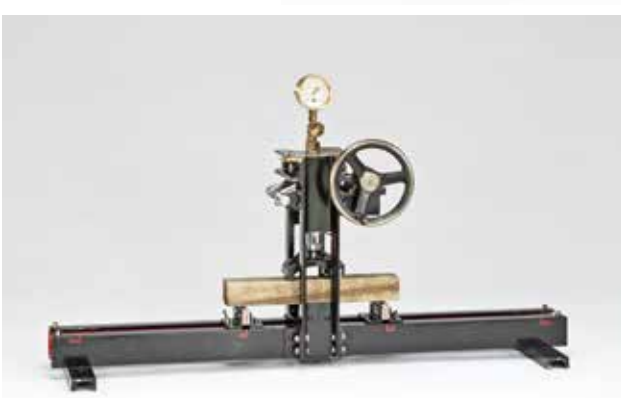
Die Prüfgeräte werden vervollständigt durch Proben von Zement, Beton, Betonwerkstein sowie Muster von möglichen Oberflächenbearbeitungen. Die ältesten dieser Stücke gehen auf die späten 1850er Jahre zurück, darunter ein Probestück Portlandzement aus Stettin. Die Probe könnte möglicherweise eine der ältesten in Deutschland sein, schließlich wurde die erste Portlandzementfabrik des Landes von dem deutschen Pionier Hermann Bleibtreu (1821–1881) im Jahr 1855 in Züllchow gegründet, einem Vorort von Stettin (heute: Szczecin, Polen). 1857 baute Eduard Schwenk (1812–1869) eine weitere Zementfabrik und stattete sie 1875 mit einem Labor aus. Nach 1876 begann Schwenk vorgefertigte Betonteile in Allmendingen bei Ulm zu produzieren. Das Unternehmen war einer der Hauptlieferanten für Kunststein und bot eine überraschende Vielfalt an Farben und Formen an. Später wurde die Dyckerhoff-Familie, die 1864 die Portland-Cement-Fabrik Dyckerhoff & Söhne in Amöneburg nahe Mainz gegründet hatte, zu einem der Hauptsponsoren des Deutschen Museums.

All diese Objekte gingen zwischen 1908 und 1915 in den Besitz des Museums über. Sie wurden zuerst in den Ausstellungen in der Schwere-Reiter-Kaserne gezeigt, bevor sie ab 1925 der Öffentlichkeit im neu eröffneten Sammlungsbau präsentiert wurden. Die Stücke wurden im zweiten Geschoss im Rahmen der Ausstellung »Baumaterialien, Wohnen und Städtebau« (Räume 222–241) ebenso wie zwei Dioramen und Gemälde von Zementfabriken gezeigt.[13]

12 Haegermann, *Caementum,* 1964, S. 60.
13 Mayring, *Bilder,* 2008, S. 214–218.

Weitere Geräte aus den 1940er bis 1960er Jahren, die die Sammlung um jüngere Stücke ergänzten, wurden 1999 vom Zement- und Betonlabor der Ingenieurgesellschaft für Materialprüfung und Bauwerkserhaltung mbH der Firma Dyckerhoff & Widmann in Utting bei München gestiftet. Darunter fanden sich ein Pendelhammer von 1945, ein Duroskop von 1950, ein Turbidimeter von 1960, eine Form für kubische Prüfblöcke aus Beton (10 × 10 × 10 cm) von 1950, undatierte Prüfblöcke, ein Schwingungsaufnehmer von 1960, ein Gerät zur Bestimmung des Widerstands von Zementpaste und feinem Mörtel beim Abbinden von 1957, ein elektrisches Thermometer mit Messfühler von 1960, ein Gerät zur Messung der Ausdehnung und schließlich ein Viskosimeter von 1960. Zwar wurden diese Gegenstände bisher nicht ausgestellt, jedoch stehen sie für zukünftige Forschungsvorhaben zur Verfügung.

18 Dieser Autoklav ist ein Dokument aus der Entwicklung von Kalksandsteinziegeln.



19 Das Betonträgerprüfgerät der Seger & Cramer GmbH ist auch heute noch funktionsfähig.

Baumaschinen

Ein unverzichtbares, aber in der Öffentlichkeit weniger aufsehenerregendes Kapitel in der Geschichte des Betonbaus sind die Baumaschinen, die für die Herstellung von Zement und Beton und deren Weiterverarbeitung erforderlich sind. Mit ausschließlich handwerklichen Mitteln stößt schon das Mischen von Beton sehr schnell an seine Grenzen: Die Mischungsverhältnisse der Zuschlagstoffe können nicht gleichbleibend eingehalten werden, und vor allem wird das Mischen mit Schaufeln und Handgeräten wenig effektiv, sobald größere Mengen Material verarbeitet werden sollen, als es etwa bei der Mörtelherstellung notwendig ist.

Diese technischen Anforderungen spiegeln sich denn auch in der Sammlung des Deutschen Museums zum Beton wider: Dort gibt es eine kleine, bisher kaum beachtete Reihe von Exponaten zu den Betonbaumaschinen. Vorhanden sind acht Betonmischer, eine Betonschleudermaschine und eine Ikone des Betonbaus: das Original einer Torkret-Betonspritzmaschine.

Betonmischer

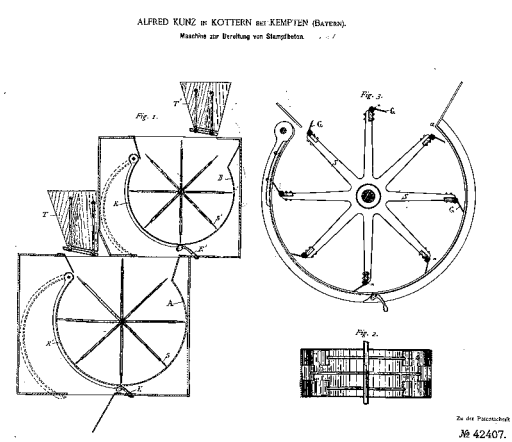
Ein großer Teil dieser Baumaschinensammlung ist dem Betonmischen gewidmet: Die Spanne der Objekte reicht von einem der frühesten Mischer, der noch aus einer Kiessäuberungsmaschine heraus entwickelt wurde, bis hin zu komplizierteren mobilen Mischanlagen für große Betonmengen.

Für den ersten und daher besonders interessanten Mischer, eine »Maschine zur Herstellung von Stampfbeton«, hatte das Bauunternehmen Alfred Kunz in Kempten bereits 1887 ein Patent angemeldet. Eine »jüngere Stampfbetonmaschine«, die verbesserte Version des Modells von 1887, wurde 1893 patentiert – ebenfalls durch Alfred Kunz.[14] Diese Maschinen, die in ganz Deutschland als »Sonthofener Mischer« bekannt waren, wurden vom Königlich Bayerischen Hüttenwerk in Sonthofen hergestellt. Ein Modell (Maßstab 1:5) dieses ersten Mischers wurde dem Museum 1909 vom Hersteller gestiftet (Abb. 20, 21 und 21a) Das Mischermodell erhielt mit der Inv.-Nr. 2846 eine der frühesten Inventarnummern in der gesamten Sammlung und misst 400 × 650 × 325 mm ohne und 348 mm mit Rädern; es wiegt stattliche 39,5 kg. Dieses Mischermodell wurde 2006 anlässlich einer Sonderausstellung aufwendig restauriert, denn der schwere gusseiserne Aufbau hatte die Speichen der Räder mit der Zeit einknicken lassen: Das Modell war daher vor der Restaurierung in einem recht trostlosen Zustand, und heute ist es ein Vergnügen, es anzuschauen!

14 »Betonmischer für Straßenbau«. In: Zement und Beton (1906), Nr. 21, S. 329–330.

20 Das Modell des Sonthofener Mischers von 1893 in der Seitenansicht.

21 Ein Blick von oben in die Trommel des Sonthofener Mischers.



21a Schnitt durch den Mischer aus dem Patent (DRP) 42407 von Alfred Kunz.

Diese Mischer wurden von Pferden zur Baustelle gezogen und via Schwungrad und Bandkupplung mit einer Dampfmaschine verbunden. Auf Fotografien, die die Baustelle der Illerbrücken zeigen (Abb. 49, s., S. 127), ist der Rauch der Dampfmaschine, die den Mischer antreibt, deutlich zu erkennen: zeitgenössisch ein Zeichen des Fortschritts.

Ebenfalls vom Königlich Bayerischen Hüttenwerk in Sonthofen im Allgäu wurden dem Deutschen Museum am 20. September 1909 die Modelle eines Betonwerks gestiftet, das die Inv.-Nr. 20723 (300 × 800 × 620 mm, 13,7 kg) (Abb. 22) trägt, sowie ein Betonmischer, der die Inv.-Nr. 20724 (460 × 240 × 600 mm, 10 kg) erhielt (Abb. 23). Beide Modelle stammen aus ursprünglich größeren Anlagen, wie ein Schreiben des Hüttenamtes an die Museumsleitung vom 10. Februar 1909 nahelegt:

»Gleichzeitig benachrichtigen wir Sie, dass […] wir Ihnen 2 größere Modelle zugehen lassen werden: 1. Die komplette Einrichtung eines Hochbaus mit Betonmischmaschine mit aufmontiertem Benzinmotor und Aufzug. 2. Ein Beton-Werk mit maschineller Einrichtung. […] wir haben uns entschlossen, die komplette Anlage zu liefern.«

Von beiden Objekten sind jedoch nur die eigentlichen Mischer erhalten, die sich vor allem durch ihre Mischtrommeln und die Art der Befüllung unterscheiden. Beide werden schon mit Dieselmotoren angetrieben.

Die nächsten beiden Modelle von Betonmischern kamen erst beim Wiederaufbau des Museums nach dem Zweiten Weltkrieg ins Museum und zeigen vor allem die Verwendung von Beton beim Autobahnbau: Das Alfelder Eisenwerk Otto Wesselmann & Co. KG aus Alfeld an der Leine stiftete dem Museum am 7. November 1950 das Modell eines Reichsautobahnmischers »Type Hannover« (535 × 640 × 950 mm, 25 kg) mit Betonverteilerwagen (177 × 318 × 960 mm, 8,1 kg), das die Inv.-Nr. 74054 erhielt. Mischer wie dieser wurden für den Bau der Autobahnen bereits vor 1945 benutzt und sind von der Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen e. V. eingehend untersucht und immer wieder verbessert worden.[15]

Kurz vor der Eröffnung der neuen Brücken- und Straßenbau-Ausstellungen im Jahre 1959 stiftete der Fachverband Zement e. V. aus Köln am 7. Mai 1959 ein besonders eindrucksvolles Modell, das die Firma Rauchenberger Modellbau angefertigt hatte und das auf fast 6 m Länge eine vollständige Betonstraßenbaustelle in verschiedenen Bauabschnitten und mit allen erforderlichen Baumaschinen zeigt. Das Modell bekam die Inv.-Nr. 74400 und misst 560 × 1230 × 5975 mm. Es wurde noch bis 1995 in der Ausstellung »Brückenbau« an der Fensterfront des Raumes mit anderen Straßenbaumodellen gezeigt.

15 Kaufmann/Rößlein, *Forschungsarbeiten*, 1939.

22 Der Mischer aus dem Betonwerk, deutlich sind die Hebe- und Kippeinrichtungen zu erkennen.

23 Ein ähnlicher Mischer wie in Abb. 22 mit aufmontiertem Benzinmotor.

Schleudermaschine für den Betonbau

Die Herstellung von Rohren war seit Beginn des »Betonzeitalters« ein Schwerpunkt der Betonindustrie, denn diese belieferte die schnell wachsenden Städte mit der für die zur Wende zum 20. Jahrhundert bedeutsam gewordenen Infrastruktur für die Abwasserbeseitigung. Wurden zunächst kurze Rohrstücke in Schalungen gegossen, kamen bald neue Methoden zur Herstellung von Hohlkörpern auf, wie etwa der Schleuderbeton.

Das älteste deutsche Verfahren wurde im Jahr 1907 für die Deutschen Schleuderröhren-Werke Otto & Schlosser in Meißen patentiert und um 1910 von der Firma Dyckerhoff & Widmann AG übernommen. Mit der Herstellung vorgespannter Rohre nach dem Schweizer Siegwart-Verfahren begann 1910 die Firma Ed. Züblin & Cie und übernahm 1923 das italienische Vianini-Schleuderverfahren, nach dem auch die Firma Carstenjen & Cie. produzierte. Durch die Kombination beider Verfahren entstand das Schleuderbeton-Vorspannrohr »Bauart Züblin«.[16]

16 Text angelehnt an https://de.wikipedia.org/wiki/Betonrohr (22.09.2015).

24 Funktionsmodell einer Betonschleudermaschine.

Mit diesem Schleuderbeton werden – auch heute noch – rohrförmige Bauelemente hergestellt, etwa Pfähle, Rohre, Leitungsmasten, aber auch Stahl- oder Spannbetonstützen, die eine Länge bis zu 12 m und einen Durchmesser bis zu 0,65 m erreichen können. Die Verdichtung der in die Röhre eingefüllten Zement- oder Betonmasse wird durch längs rotierende, stählerne Rohre als Schalung mit einem Durchmesser bis zu 3 m geleistet. Diese Rohre schleudern den Beton mit einer Umdrehungszahl von 800 U/min bis 900 U/min bis zu 30 Minuten lang gegen die Röhrenwand, die zuvor bei Bedarf mit einem Bewehrungskorb bestückt wurde. Durch die Fliehkraft werden die schweren Teilchen des noch weichen Betons nach außen gedrückt und binden dort ab.

Am 30. Juli 1932 stiftete die Firma DYWIDAG dem Museum das Modell einer »Schleudermaschine für Betonbau im Maßstab 1:5, mit Elektromotor FNr. 14338«. Es erhielt die Inv.-Nr. 64805, misst 330 × 600 × 600 mm und wiegt stattliche 40,2 kg (Abb. 24). Das Modell scheint zu Vorführungen benutzt worden zu sein, denn der Motor ist funktionsfähig und treibt das Metallrohr an. Ob dieses je mit Zement befüllt wurde und auf diese Weise tatsächlich ein Betonrohr hergestellt werden konnte, ist nicht nachweisbar. Die Tafel mit dem Ausstellungstext aus dem Jahr 1932 weist einen Schleuderprozess von 15 bis 20 Minuten bei 600 Umdrehungen pro Minute aus, also etwas weniger als heute üblich. Nach etwa zwölf Stunden ist der Beton abgebunden, und das Betonrohr kann aus der Metallröhre entnommen werden. Der Text hebt die Eigenschaften dieser Rohre hervor, denn »Schleuderbeton ist infolge der Festigkeit, Dichte und Zähigkeit seines Gefüges ein Baustoff, der in statischer Hinsicht den höchsten Beanspruchungen gewachsen ist und gegen Witterungs- und sonstige äußere Einflüsse größtmögliche Widerstandsfähigkeit aufweist«.

25 Die Torkret-Betonspritzmaschine in der Ausstellung Tunnelbau 2015.

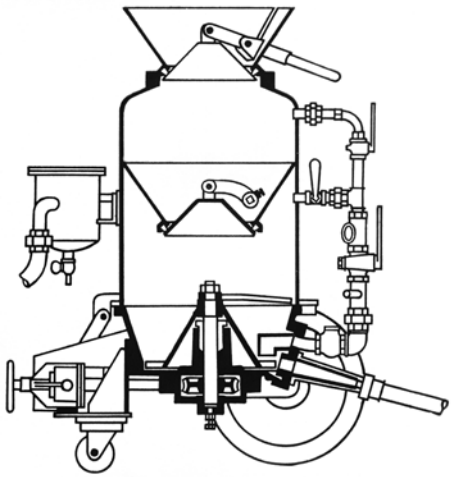
Betonspritzmaschine

Betonspritzverfahren ermöglichen das Aufbringen und Verdichten eines Betongemisches bei sehr vielen Ingenieurbauwerken mit unterschiedlichen Anforderungen, etwa bei einer Hangsicherung entlang von Gleisen und Autobahnen oder im Gruben- und Tunnelbau.

Carl E. Akeley (1864–1926) meldete 1908 in den USA erstmals einen »Apparat zum Mischen und Auftragen von plastischen Materialien« zum Patent an. Bei diesem »Cement Gun« genannten Gerät wurde ein trockenes Beton- oder Zementmörtelgemisch durch einen Förderschlauch zur Einbaustelle geblasen. Im Jahr 1919 meldete Carl Weber, der dieses Gerät bereits in den USA benutzt hatte, in Deutschland ein eigenes Patent für eine Trockenspritzmaschine an und gründete die Deutsche Torkret Baugesellschaft. Seine Firma, die über Jahre führend in der Spritzbetontechnik war, hatte ihren Sitz zunächst in Berlin und zog 1956 nach Essen um. Vor allem bei der Instandsetzung der durch den Krieg schwer geschädigten Betonbauwerke gewann das Torkret-Verfahren zunächst große Bedeutung. Ab Mitte der 1950er Jahre wurde Spritzbeton dann auch im Tunnelbau, vor allem bei der damals fortschrittlichen, sogenannten Neuen Österreichischen Tunnelbauweise eingesetzt. Die zunehmende Anwendung von Spritzbeton für Ingenieurbauwerke jeder Art bedurfte auch der Normung, in deren Folge 1974 der Begriff »Spritzbeton« offiziell eingeführt wurde.[17]

Die Firma Torkret GmbH in Essen stiftete dem Museum am 11. Januar 1962 ihre neueste Torkret-Betonspritzmaschine N1, die mit der Inv.-Nr. 75269 versehen wurde und mit ca. 100 kg Gewicht 1700 × 850 × 1500 mm misst (Abb. 25).

17 Text angelehnt an https://de.wikipedia.org/wiki/Spritzbeton (22.09.2015).



26 Schnitt durch die Betonspritzmaschine N1.

Beim Torkret-Betonspritzverfahren wird ein Betongemenge in die Maschine gefüllt und mit Druckluft mittels einer Düse auf Bauteile, Schalungen oder einen natürlichen Untergrund gespritzt. Der für das Abbinden notwendige Wasserzusatz erfolgt in einem Düsenmischkörper erst kurz vor dem Auftragen.

In der Torkret-Betonspritzmaschine (Abb. 26) wird das Betongemisch zunächst in den Pressluftstrom eingeschleust. Um einen kontinuierlichen Arbeitsfluss zu ermöglichen, ist die Maschine mit zwei Kammern ausgestattet: einer oben liegenden Materialschleuse und der Arbeitskammer darunter, die durch Glockenventile abwechselnd geöffnet und geschlossen werden. Auf dem Boden der Arbeitskammer läuft ein mit Druckluft getriebenes Taschenrad. Das von den Taschen aufgenommene Betongemisch wird vom Druckluftstrom erfasst und in den Materialschlauch geblasen und – im Luftstrom schwimmend – bis 500 m weit und 100 m hoch gefördert. Beim ersten Auftreffen des mit hoher Geschwindigkeit gegen die Auftragsfläche geschleuderten Materials prallen die größeren Teilchen zunächst noch zurück, bis sich eine Zementhaut gebildet hat, in der zuerst die feinen Teilchen haften bleiben. Beim Wachsen der Auftragsdicke werden dann auch die gröberen Körnungen der Zuschlagstoffe eingebettet. Es ergibt sich eine dichte Schicht großer Haftfähigkeit und Festigkeit.

Erstes Bauwerk aus Eisenbeton in Deutschland [18]

Das Glanzstück der Betonbau-Sammlung kam 1933 als Stiftung von Karl Freytag, dem Sohn Conrad Freytags und damals frisch pensionierter Direktor der Firma Wayss & Freytag in Frankfurt am Main, ins Museum: eine Hunde-

18 Dieses Unterkapitel erschien in ähnlicher Form erstmals als eigenständiger Beitrag in: Technik in Bayern, München (2011), H. 4, S. 44–45, unter dem Titel »Erstes Bauwerk aus bewehrtem Beton«.

hütte aus Beton. Augenscheinlich ein kurioses, zunächst aber nicht besonders aufsehenerregendes Objekt, dessen technikhistorische Bedeutung sich erst erschließt, wenn man erfährt, dass gerade diese Hundehütte das erste Bauwerk aus bewehrtem Beton in Deutschland ist. Dauerhaft wurde sie allerdings im Museum nie ausgestellt. Hier ihre Geschichte:

Der Bauunternehmer Conrad Freytag (1846–1921) lernte 1884 anlässlich einer Industrieausstellung in Trier das Armierverfahren Moniers kennen, eine Methode zur Bewehrung von Beton mit Eisenstäben, die 1867 von Joseph Monier (1823–1906) erstmals patentiert (Patent Nr. 77165) worden war. Dank seines ausgeprägten Unternehmergeistes erfasste Freytag sofort das enorme Potenzial dieser Erfindung, denn schon bald nach seinem Messebesuch in Trier machte er sich mit seinem Freund Josseaux auf den Weg nach Paris, um mit Monier einen Lizenzvertrag auszuhandeln, der es ihnen erlauben würde, das Monier-Verfahren in Süddeutschland durch seine Firma Freytag & Heidschuch in Frankfurt und die Firma Martenstein & Josseaux in Offenbach zu nutzen.

Nach Vertragsabschluss und seiner Rückkehr nach Neustadt an der Haardt ließ Freytag noch im selben Jahr – als Experiment – ein kleines Gebäude mit der neuen Bauweise errichten. Es sollte eben ein kleines Haus sein, das aber auch seinen Nutzen haben musste. So wurde die Hundehütte daraus, die uns heute überliefert ist. Sie trägt, aus Zementmörtel geformt, die Jahreszahl ihrer Entstehung an einer Seite. Das kleine Bauwerk ist 1,19 m lang, 0,86 m breit, 1,05 m hoch und wiegt stattliche 273 kg (Abb. 27–30). Um es zu bauen, trug Freytag auf ein Eisengeflecht aus dünnen, glatten Eisenstäben, die in einem Quadratraster mit 10 cm Kantenlänge miteinander verflochten sind, eine besonders dünne, nur etwa 2 cm starke Betonschicht auf, deren Oberfläche im Bereich des Satteldachs und auf der Rückseite glatt gestrichen ist. Die seitlichen und die vorderen Schauflächen sind hingegen mit einer Reliefstruktur aus organisch anmutenden Zementsträngen überzogen, in die sich auf einer Seite deutlich die Jahreszahl 1884, das Jahr der Erbauung, einfügt. Den Eingang zur Hütte ziert eine Türöffnung, deren Sturz mit einem Bogen abschließt. Ein Metallring vorn neben der Tür war offensichtlich zum Festbinden des Hundes vorgesehen.

Der Bau der Hundehütte war ein richtungsweisendes Experiment, aber nur der erste Schritt, den die Firma Wayss & Freytag in ihrer umfassenden und außergewöhnlich erfolgreichen Nutzung des Eisenbetons unternahm. Die Firma verwendete, verbreitete und entwickelte die Technik des Eisenbetonbaus vor allem unter seinem Direktor und Vorstandsmitglied Emil Mörsch (1872–1950) weiter. [19]

19 Eine erste bewehrte Betonbrücke wird schon 1886 im Saalbaugarten in Neustadt an der Haardt erbaut: Sie ähnelt sehr der Brücke Moniers in Chazelet.

27 Eine historische Aufnahme der Hundehütte aus den 1930er Jahren.

28 Detail der Oberflächengestaltung mit dem Baujahr.

29 Die berühmte Hundehütte von Conrad Freytag aus dem Jahr 1884 heute (2015).

30 Rückansicht der Hundehütte heute (2015) mit der Fehlstelle durch die Probenentnahme.

Die Familie Freytag hatte das kleine Bauwerk über Jahre hinweg in ihrem Besitz und nutzte es tatsächlich als Heimstatt für »Flock«, den Familienhund. Sein Grabstein steht in Neustadt an der Haardt neben dem Familienmausoleum der Familie Freytag.[20] Erst der Sohn Conrad Freytags stiftete dem Deutschen Museum das Erbstück 1933 für die Einrichtung der geplanten Betonausstellung. Der damalige Verwaltungsdirektor des Museums Karl Bäßler (1888–1973) quittierte am 15. September 1933 den Empfang und kündigte an, das Bauwerk im Garten des Museums aufzustellen. Offenbar sah man die Hundehütte nach ihrer Stiftung weniger als Ikone der Bautechnik, zu der sie später geworden ist, sondern weiterhin als ein experimentelles Bauwerk an. Nur so kann erklärt werden, warum ein 15 × 15 cm großes Stück Beton aus dem Dach geschnitten wurde. Wahrscheinlich entfernte man es, um die Konstruktion näher zu untersuchen. Dieser Vorgang wurde leider weder aus konservatorischer noch aus materialwissenschaftlicher Sicht dokumentiert. Gelegentliche Ausleihen und die dafür erforderlichen Transporte taten ein Übriges zum langsamen Zerbröckeln des Objekts, das heute auf einer Stahlpalette steht, nur noch selten bewegt werden darf und inzwischen nur zu ganz besonderen Gelegenheiten gezeigt wird.

Erst seit den 1990er Jahren wird dieses erste Bauwerk aus Eisenbeton in Deutschland als authentisches Zeugnis des frühen Betonbaus wirklich geschätzt und geschützt, denn es ist ähnlich bedeutend wie das Boot, das Joseph-Louis Lambot (1814–1887) im Jahr 1848 aus Eisenbeton gebaut hatte. Es wurde am 30. Januar 1855 patentiert und noch im selben Jahr auf der Weltausstellung

20 Diesen Hinweis vom 10.6.2015 verdanke ich Herrn Ulrich Nolting, Geschäftsführer des *InformationsZentrum Beton GmbH*.

in Paris vorgestellt. Es gilt als erste Anwendung der neuen Eisenbetontechnik überhaupt. Heute ist das Boot im örtlichen Museum der Stadt Brignoles (Var, Frankreich) ausgestellt, in der Gemeinde, in der Lambot gestorben ist.

Materialmuster

Eine kleine Sammlung von Materialmustern ergänzt die Sammlung der originalen Prüfgeräte und des ersten Stahlbetongebäudes in Deutschland. Während die ältesten Muster von 1840 noch die Unterschiede zwischen Roman- und Portlandzement zeigen sollen, sind die in den 1930er Jahren vom Betonverein übergebenen Muster geeignet, sowohl den Ursprung der Betonbaugeschichte mit Anwendungen aus der Römerzeit zu belegen als auch aufzuzeigen, dass die Zement- und Betonindustrie in den 1870er Jahren auf der Suche nach Anwendungsmöglichkeiten für den neuen, in großen Mengen bereitstehenden Baustoff war.

Die Kunststeinfabrik in Ulm hatte dem Museum bereits 1905 Platten aus Romanzement und Portlandzement ebenso wie ein Kapitell aus Romanzement übergeben, das vom Stifter auf 1840 datiert wurde. Der Deutsche Betonverein, der in den 1930er Jahren maßgeblich an der Gestaltung der Beton-Sammlung beteiligt war, übergab dem Deutschen Museum zwischen September und November 1931, noch fünf Jahre vor der von den Nationalsozialisten geforderten Verlegung des Hauptgeschäftssitzes des Vereins nach Berlin, eine großzügige Schenkung von zwölf Objekten, von denen heute noch zehn vorhanden sind. Sie umfasste neben dem Modell des Stadioncafés auch Stücke aus den 1870er Jahren wie Ornamentabgüsse, einen Fries, das Kapitell und den Fuß einer Säule sowie zwei Betonobjekte aus der Römerzeit: eine Wasserleitung und ein Stück aus der Eifelwasserleitung.

Über diese Exponate hinaus sind auch immer wieder Betonproben gesammelt worden. Da sind zunächst diejenigen, die zu den oben erwähnten Prüfgeräten gehören, oder die aktuelleren, die 1999 aus dem DYWIDAG-Labor mit der dazugehörenden Form ins Museum kamen. Es existiert aber auch eine erhebliche Anzahl Proben, die vermutlich aus der Bauzeit des Museums stammen, und solche, die bei verschiedenen Umbauten entnommen worden sind, leider alle ohne genaue Bezeichnung von Entnahmeort und -datum.

Die Platten aus Roman- und Portlandzement mit der Inv.-Nr. 47595, die das Museum 1905 von der Kunststeinfabrik in Ulm erhielt, stammen laut Eingangsbuch aus dem Jahr 1840, einer Zeit also, in der beide Zementarten noch parallel verwendet wurden. Sie sind je 70 × 50 × 6,5 cm groß und wiegen je 7,5 kg. Sie sind alle bis heute fast ohne Schäden geblieben und werden im Depot aufbewahrt.

Der Zugang des ersten Stücks aus den Stiftungen des Betonvereins ist mit dem 6. Februar 1931 und der Inv.-Nr. 63770 verzeichnet. Es handelt sich vermutlich um ein Modell eines »Eisenbetonfachwerkbaus mit Ziegelausmauerung eines Geschäftshauses in Essen«. Im Eingangsbuch fehlen Angaben zu Maßstab, Größe und Gewicht, während der Zugangswert des Objekts mit 1500 Reichsmark doch beträchtlich hoch ist, so dass davon auszugehen ist, dass es sich hierbei um ein eindrucksvolles Objekt gehandelt hat. Es existiert immerhin eine Notiz im Zugangsbuch des Museums zu diesem Objekt, das schon wenige Jahre später abgeschrieben werden musste: »Nach Ausleihe vom 12.1.1934 bis 29.4.1937 an die Deutsche Luftschutzausstellung in Berlin, Hamburg und Bremen völlig zerstört zurück«. Über den Grund der Zerstörung lässt sich nur spekulieren.

Am 9. September 1931 kommt eine zweite, wesentlich umfangreichere Lieferung im Museum an. Sie enthält zunächst die fünf Betonornamente aus dem Jahr 1870, die Indiz dafür sind, wie sehr der neue Baustoff in seiner frühen Zeit auch als Möglichkeit angesehen wurde, Abgüsse von Bauteilen mit detailreicher oder kleinteiliger Dekoration in großen Mengen zu reproduzieren. Zu den wichtigsten Bauteilen der Sammlung gehören: als ein erstes Betonornament eine Weinrebe mit der Inv.-Nr. 64028 (100 × 165 × 600 mm, 15,5 kg) für 40 Reichsmark (Abb. 31), als ein weiteres eine Vertäfelung mit der Inv.-Nr. 64029 (40 × 305 × 305 mm, 6,15 kg) für 50 Reichsmark und als ein drittes Betonornament ein Fries mit der Inv.-Nr. 64030 (70 × 300 × 1110 mm, 16 kg) für 70 Reichsmark (Abb. 32). Zwei tragende Bauteile

31 Beton-Ornament einer Weinrebe.

32 Beton-Ornament als Fries.

gehören ebenfalls zur Sammlung: ein Betonpostament, ausgebildet als Löwenkopf mit der Inv.-Nr. 64031 (410 × 415 × 310 mm, 37 kg) für 70 Reichsmark (Abb. 33), und ein Betonkapitell korinthischer Ordnung mit der Inv.-Nr. 64032 (342 × 487 × 198 mm, 19,77 kg) für 80 Reichsmark (Abb. 34).

Mit der – heute leider abgeschriebenen – Inv.-Nr. 65335 schließt diese Serie von Anwendungen des Baustoffs am 10. November 1932. Das Relief wurde von dem Münchner Professor Julius Seidler angefertigt und sollte den künstlerischen Umgang mit dem Material zeigen. Der Wert betrug 500 Reichsmark. Mit derselben Lieferung erhielt das Museum unter der Inv.-Nr. 65334 einen originalen Brunnen mit Säule und Becken aus Betonwerkstein, ebenfalls angefertigt von Julius Seidler, mit 750 kg Gewicht und einem Wert von 800 Reichsmark. Ob er jemals aufgebaut und gezeigt wurde, ist nicht bekannt.

Mit der Lieferung vom 9. September 1931 kamen nun auch die ersten Zeugnisse der Verwendung von Beton bei römischen Bauten, heute als opus caementitum bekannt, in die Museumssammlung: mit der Inv.-Nr. 64033 ein altrömisches Abwasserrohr aus Beton (16 × 114 × 15 mm, 32,4 kg) für 40 Reichsmark, ohne Angabe des Fundortes, und mit der Inv.-Nr. 64034 ein Betonklotz aus der Eifelwasserleitung (38 × 37 × 30,5 mm, 37,6 kg) für 50 Reichsmark.

Die letzte Stiftung des Betonvereins am 23. April 1932 trägt die Inv.-Nr. 64650 und ist das Original des Endstücks der Bewehrung am Widerlager der Elbebrücke des Mittellandkanals bei Magdeburg der Firma Polensky & Zöllner, Berlin (800 × 123 mm Durchmesser, 15,5 kg), für 400 Reichsmark, das den Auftakt für die vor allem ab den 1950er bis heute gesammelten Einbauteile für den (Spann-)Betonbau darstellt.

Auf diese Weise runden Geräte und Muster von Anwendungen als originale Exponate von der Antike bis in das 20. Jahrhundert das Bild des Betonbaus ab, wie es im Deutschen Museum präsentiert werden sollte. Darüber hinaus zeigt eine Vielzahl von Modellen die Anwendungsmöglichkeiten des Baustoffs von seinen Anfängen bis heute.

Modelle besonderer Betonkonstruktionen

Modelle dienen im Deutschen Museum selbstverständlich nicht nur in den baubezogenen Ausstellungen als Veranschaulichung technischer und wissenschaftlicher Inhalte; sie sind in allen Bereichen des Museums vielfach eingesetzte Medien der Wissensvermittlung. Diese Modelle werden durch eine

33 Beton-Kämpfer als Löwenkopf.

34 Beton-Kapitell korinthischer Ordnung.

große Sammlung von Dioramen ergänzt, in denen das Modell vor einem gewölbten und bemalten Hintergrund perspektivisch in Szene gesetzt wird, um den Kontext für einen technischen Sachverhalt hervorzuheben. Auch in Zeiten der Digitalisierung haben diese Modelle und Dioramen bei den Besuchern nichts von ihrem Reiz verloren. Allerdings müssen diese besonders hohen Ansprüchen an Wirklichkeitsnähe, Ausführungsqualität und Beständigkeit genügen. Viele werden in den museumseigenen Werkstätten hergestellt, manche extern in Auftrag gegeben.

Die baubezogenen Modelle zeichnen sich gegenüber anderen vor allem dadurch aus, dass sie häufig nicht die fertiggestellten Bauwerke zeigen, sondern dessen Entstehungsprozess oder auch Details ihrer Konstruktion offenbaren: Damit sind sie für den Besucher, aber vor allem auch für die bauhistorische Forschung, interessant und unterscheiden sich deutlich von den Modellen mit anderen Gestaltungs- und Darstellungsabsichten. Ein großer Teil dieser Samm-

lung widmet sich Hausmodellen von Gebäuden aus aller Welt[21], ein anderer wiederum Tiefbauten wie Tunneln, Straßen, Dämmen, Wehren und Brücken. Im Folgenden werden die zwei wichtigsten Modelle zum Bauen mit Beton aus dem Bereich des Hochbaus (Stadioncafé in Nürnberg und die Jahrhunderthalle in Breslau) sowie zwei Beispiele aus dem Brückenbau (Lahnbrücke bei Balduinstein und Illerbrücken in Kempten) vorgestellt.

Modell des Stadioncafés in Nürnberg.[22]

Die im vorhergehenden Beitrag erwähnten Schenkungen des Deutschen Betonvereins wurden am 1. September 1932 mit der Übergabe des Modells der Caféteria des Nürnberger Stadions vervollständigt und abgeschlossen. Das Modell im Maßstab 1:20 mit der Inv.-Nr. 64838 misst 850 × 2020 × 520 mm und wiegt 48 kg. Sein Zugangswert betrug 800 Reichsmark und war damit wesentlich geringer als der des abgeschriebenen Betonfachwerkbaus. Es zeigt verschiedene Stadien der Betonkonstruktion samt typischer Schalung und Rüstung. Das Gebäude ist nicht nur insofern spektakulär, als es ein außerordentlich weit auskragendes Dach zeigt, eine technische Innovation, die erst durch die Betontechnologie möglich wurde, sondern es veranschaulicht außerdem die Art der Bewehrung, die Schalung aus Holz, das Baugerüst und einen authentischen Bauaufzug. Der Maßstab des Modells erlaubt eine detaillierte Studie der Bauteile und der Konstruktionsmethode (Abb. 35–39).

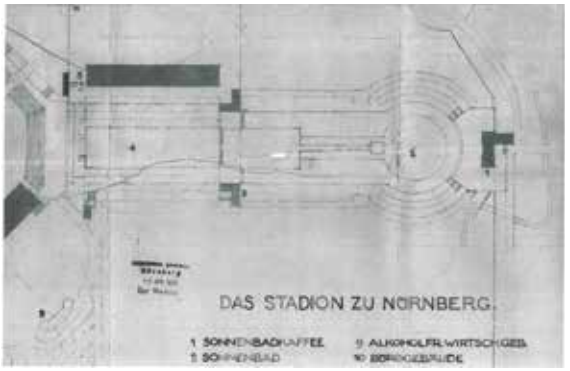
Dieses Modell steht zunächst in einer einzigartigen Tradition, denn es gibt nur wenige Modelle aus dem Hochbau, die das Bauen mit Beton als Prozess darstellen. Eine Ikone dieses Genres ist wohl das Modell des Architekten Édouard Arnaud (1875–1943), das den Rohbau des von 1899 bis 1900 erbauten Bürogebäudes des Ingenieurs und Unternehmers François Hennebique (1842–1921) in der Rue Danton Nr. 1 in Paris im Jahr 1900 darstellt. Es ist heute im Besitz des Musée d'histoire naturelle et géologie in Lille.[23] Dieses Modell zeigt die Innenräume mit dem Hennebique'schen System aus Stützen, Trägern und Deckenplatten und die Fassade mit verschiedenen Schalungs- und Gerüstdetails.

Das Vorbild für das Modell im Deutschen Museum war 1928 im Zusammenhang mit dem Stadionbau von Otto Ernst Schweizer (1890–1965) gebaut worden und bildete als L-förmiges Gebäude den Abschluss der winkelig zum Stadion angelegten Achse: Schwimmstadion – Plantschbecken – Plantschkanal und Sonnenbad. Das Café ist wie der gesamte Stadionbau aus Kosten- und Termingründen aus Stahlbeton gefertigt. Schweizer hatte in Stuttgart und

21 Bühler, *Models,* 2013, S. 56–74.

22 Über das Stadioncafé erschien ein selbstständiger Beitrag in gekürzter Fassung in: Das Architekturmodell – Werkzeug, Fetisch, Kleine Utopie. Katalog zur gleichnamigen Ausstellung im Deutschen Architekturmuseum (25. Mai – 16. September 2012), hrsg. v. Oliver Elser und Peter Cachola Schmal. Zürich 2012, S. 87–90, unter dem Titel: »Stadion-Café in Nürnberg«.

23 Cohen/Frank, *Interferenzen,* 2013, S. 200.



35 Lageplan des Stadioncafés in der Stadionanlage.

36 Gesamtansicht des Modells des Stadioncafés in Nürnberg.

37 Auf der Vorderseite des Modells ist die Rüstung und Schalung mit Teilen der Bewehrung zu sehen, vor dem Bauwerk sind der Lastenaufzug und die Treppe für die Arbeiter zu erkennen.

38 Ein Blick auf den fertiggestellten Gebäudeteil, im Hintergrund ist die Rüstung noch gut zu erkennen. Die genaue Darstellung der Oberflächenstruktur des fertigen Betons im ausgerüsteten Teil des Bauwerks im Vordergrund ist beachtlich.

39 Im Inneren des Modells sind die Stützen für die Rüstung sowie die Schalung mit Krampen und der Bewehrung für eine Wandscheibe zu sehen.

München Architektur studiert und arbeitete nach seinem Studium zwei Jahre lang bei Theodor Fischer (1862–1938) in München. Der Stadionbau fällt in seine Zeit als Oberstadtbaurat in Nürnberg (1925–1929), wo er für Neubau und Denkmalpflege zuständig war. Er arbeitete 1929 bis 1930 als freier Architekt in Nürnberg, bevor er 1930 Professor für Wohnungs- und Siedlungswesen an der Technischen Hochschule Karlsruhe wurde. Seit 1929 war er auch Mitglied im Deutschen Werkbund. Sein dokumentarischer Nachlass, der auch den Stadionbau und dessen Café umfasst, befindet sich heute im Südwestdeutschen Archiv für Architektur und Ingenieurbau (SAAI) in Karlsruhe.

Das Stadion in Nürnberg liegt inmitten einer etwa 170 ha umfassenden Park- und Sportanlage, die neben dem eigentlichen Stadion eine Vielzahl anderer Sportstätten umfasst. Der Leiter des Städtischen Gartenbauamtes Alfred Hensel (1880–1969) hatte die Gesamtanlage entworfen und war für seinen Entwurf 1928 in Amsterdam mit einer Goldmedaille ausgezeichnet worden. Der Stadionbau aus Beton mit seinen Nebengebäuden begann nach dem Entwurf Schweizers 1926 und war schon zwei Jahre später abgeschlossen. Das Stadion fasste 24 000 Zuschauer, hatte 2600 überdachte Sitzplätze und wurde am 10. Juni 1928 eingeweiht. Neben dem innovativen Stadion aus Beton und den modernen Schwimmanlagen ist vor allem das Stadioncafé ein architektonischer Höhepunkt der Anlage. Die offene Bauweise, die es den Gästen ermöglichte, den Blick nach allen Seiten frei über das Gelände schweifen zu lassen, und die weit auskragende Dachkonstruktion sind die wichtigsten Attraktionen des Bauwerks. Seine Lebensdauer war leider sehr begrenzt, denn das Gebäude verlor schon ein Jahr nach der Errichtung durch eine unsachgerechte Umgestaltung seine klare und klassische Form und musste nach der »Machtübernahme« den Erweiterungsbauten des benachbarten Reichsparteitagsgeländes sogar vollständig weichen.

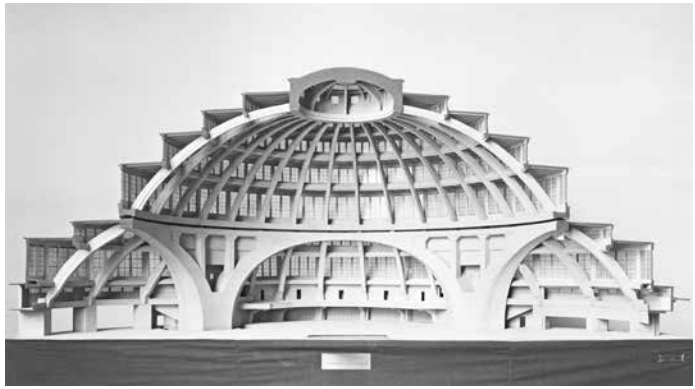
Das Modell des Stadioncafés wurde im Auftrag und auf Kosten des Deutschen Betonvereins vom städtischen Bauaufseher beim Bauamt der Stadt Nürnberg, Anton Schäffer (1883 – unbekannt) gebaut. Dieser begleitete sogar selbst die Anlieferung des Modells am Samstag, 20. August 1932, im Gepäckwagen der Reichsbahn, zog es nach seiner Ankunft vom Hauptbahnhof in München mit einem »gut gefederten Handwagen« die fast drei Kilometer lange, kopfsteingepflasterte Strecke bis zum Museum und platzierte es vor Ort im »Saal Beton« sachgerecht auf einem 1,20 m hohen Tisch. Schäffer brachte schließlich das Modell, dank der Fürsprache des Betonvereins und der Museumsleitung, auch für die Meisterprüfung ein, die notwendig war für die lang ersehnte Beförderung und die damit verbundene Gehaltserhöhung.

Das Modell schildert verschiedene Bauphasen beim Betonieren des Daches: Zu sehen sind die für die Zeit typische gezimmerte Holzschalung und die Gerüste. An erster Stelle ist ein schon fertig betonierter, zum Ausschalen bereiter Teil des Daches zu sehen, daneben erkennt man die Schalung mit eingebrachter Bewehrung für Deckenplatte und Unterzüge, und schließlich wird ein Teil des weit auskragenden Daches dargestellt, das gerade eingeschalt und schon teils bewehrt wurde. An zwei schon ausgeschalten Stützwänden ist die Oberflächenbehandlung des Sichtbetons zu erkennen. Darunter sind die Stützen der Rüstung deutlich zu sehen. Auf dem betonierten Teil des Daches sind Schalungsteile abgelegt, die Oberfläche des Betons gibt die Maserung der Schalbretter wieder. Bei genauer Betrachtung sind auch die Verbindungselemente der Teile zu erkennen: Das sind die Seile, mit denen die Gerüstteile zusammengehalten werden, die Klammern, Schrauben und Nägel, aber auch die Spannelemente für die Schalung. Eine Schraubzwinge und Keile liegen wie zufällig neben den Schalbrettern. Wo die Bewehrung noch frei liegt, lässt sich genau nachvollziehen, wie die einzelnen Stäbe gebogen und eingebaut worden sind. Bemerkenswert ist der Lastenaufzug neben der Zugangsrampe für die Handwerker. Der eiserne Korb (mit der Beschriftung: »Tragkraft 1000 kg – Pers. Bef. Verboten«) hängt an zwei Winden, über die Korb und Last in einem hölzernen Gerüst auf und ab bewegt werden können. Das Baustellenschild weist das Modell als »Neubau des Stadionkaffees – in Nürnberg im Jahre 1928« aus. Bei der Restaurierung des Modells im Rahmen der Depoträumung im Jahr 2012 wurde dieser Text ergänzt: »Modell im Maßstab 1:20 – Inv.-Nr. 64838 – Gestiftet vom Deutschen- Betonverein im Jahre 1932«.

Das Modell wird durch die beschriebenen (und mehr) Details seinem mit 1:20 recht groß gewählten Maßstab unter allen technischen Gesichtspunkten mehr als gerecht. Diese Tatsache macht es zu einem besonders lehrreichen Objekt für Handwerker und Studierende, aber auch zu einem Objekt mit einem außergewöhnlich hohen Grad an Detailtreue.

Schnittmodell der Jahrhunderthalle in Breslau

Auf die Besucher scheint vor allem ein sehr viel prominenteres Modell der Sammlung den größten Eindruck gemacht zu haben, das – laut einer Beschreibung im Museumsführer von 1941 – zugleich als eines der Hauptobjekte in der Sammlung »Baustoffe« bezeichnet wird: Es ist das Schnittmodell der Jahrhunderthalle in Breslau (heute Polen). Das Modell im Maßstab 1:50 mit der Inv.-Nr. 63720 misst 108,7 × 209,0 × 107,5 cm und wiegt 48 kg



40 Das Modell der Jahrhunderthalle in Breslau. Eine Aufnahme aus den 1930er Jahren.

(Abb. 40). Ein eigenes Schild an der Grundplatte des Modells verrät den Stifter, die Dyckerhoff & Widmann AG, ein anderes den Erbauer »Anton Jais München«.

Das Schnittmodell wurde dem Museum am 1. September 1930 übergeben. Die Firma DYWIDAG hatte die Originalhalle zwischen 1911 und 1913 nach Plänen des Stadtbaurats und Architekten Max Berg (1870–1947) gebaut. Die spektakuläre Kuppel war mit einem Durchmesser von 65 m die größte ihrer Zeit und wegen ihres hohen Bekanntheitsgrades eine ganz besondere Attraktion in der Ausstellung.[24] Die Halle wurde im Rahmen der Gestaltung des Ausstellungsgeländes in Breslau gebaut, das, wie auch in anderen Ausstellungsanlagen geschehen, von monumentalen Gebäuden dominiert wurde, die den Dialog unter den Architekten befeuerten. So antwortet gewissermaßen die Jahrhunderthalle von Max Berg in Breslau auf die Pariser Maschinenhalle von 1889 und auf die ersten Betonbauten von François Hennebique und Auguste Perret (1874–1954) in Paris.[25] Es war nicht nur die Kuppel mit ihrer spektakulären Spannweite und mit dem riesigen freien Raum darunter, der alle bisher bekannten Maßstäbe übertraf, sondern auch das Geheimnis seiner Konstruktion, das die Museumsbesucher faszinierte. Das Modell nun legt durch seine Darstellung als Schnitt viele Details offen, die dem Betrachter vor Ort verschlossen bleiben. Auch die Tatsache, dass man direkt in die Halle selbst, sozusagen »von vorne« hineinschauen kann, ist nicht ohne Reiz. Die Rückseite des Modells zeigt die nicht weniger imposante Fassade des Bauwerks.

Das Modell wird, soweit wir das heute wissen, erstmals 1930 bei seiner Übergabe an das Museum im Zugangsbuch erwähnt, obwohl zur Bauzeit und auch in den Folgejahren sehr viele Publikationen zu dieser spektakulären

24 Picon, Art, 1997, S. 90–92.
25 Cohen/Frank, *Interferenzen*, 2013, S. 189.

Konstruktion erschienen und es in diesen Beschreibungen bestimmt nicht unerwähnt geblieben wäre. Aus der Entwurfsphase des Originalgebäudes sind Modelle bekannt, anhand derer Versuche zur Statik durchgeführt wurden, die jedoch mit dem Modell im Museum nicht vergleichbar sind.[26] So muss man heute davon ausgehen, dass das Modell 17 Jahre nach der Erbauung des Originals im Auftrag der Firma DYWIDAG von Anton Jais speziell für die Ausstellung zum Baustoff Beton angefertigt wurde.

Im Maßstab 1:50 ist das Tragwerk der Kuppel mit seinen Bögen im Unterbau und seinen emporragenden Rippen, die im Laternenring zusammenkommen, gut zu erkennen. Auf der Rückseite sind die treppenförmig angeordneten Ringe mit Fensterbändern, die den Innenraum beleuchten, gut zu erkennen. Der Maßstab lässt jedoch keine allzu große Detaillierung der Konstruktion zu, wie das etwa beim Modell des Nürnberger Stadioncafés möglich war. Doch die gestalterische Absicht ist ja, den Raum und seine Tragstruktur darzustellen, die elegant und eindrucksvoll zum Ausdruck kommt.

Das Modell wird seiner Einzigartigkeit und Anschaulichkeit wegen gerne von den Partnermuseen ausgeliehen: So war es 1997 im Centre Pompidou, 2002 im Architekturmuseum der Technischen Universität München, 2005 im Architekturmuseum Warschau, 2013 im Musée d'Art moderne et contemporain de Strasbourg, im gleichen Jahr im Deutschen Architekturmuseum in Frankfurt sowie 2014 im Hans-Sachs-Haus in Gelsenkirchen zu sehen. Derzeit wird das Modell restauriert und soll 2019 in der neuen Ausstellung über Beton gezeigt werden.

Modelle von Tiefbauten aus Beton

Die Reichweite des historischen sowie gegenwärtigen Einsatzes von Beton im Bauwesen wird am deutlichsten von den Modellen in der Brückenbauabteilung illustriert. Das Modell des Aquädukts über die Murg repräsentiert den Urtypus der Stampfbetonbrücke. Das Bauwerk wurde 1885 errichtet, um Wasser zu einer Papiermühle zu leiten, und stellt eine der ersten erfolgreichen Anwendungen von Stampfbeton im Brückenbau dar. Das Modell der Illerbrücken, das dem Museum 1964 von der DYWIDAG gestiftet wurde, regte Forschungsarbeiten an, die schließlich zur Anerkennung der Illerbrücken als historisches Baudenkmal führten, wie im Folgenden dargestellt.

Darüber hinaus sind im Museum frühe Anwendungen von armiertem Beton im Brückenbau ausgestellt, wie bei der Donaubrücke bei Großmehring aus dem Jahre 1930, und von Spannbeton, wie bei den ersten Brücken aus

26 Trauer/Gehler, *Jahrhunderthalle,* 1913 und 1914, S. 60.

den Jahren 1947 bis 1950 über die Marne in der Nähe von Esbly von Eugène Freyssinet (1879–1962).[27] Konstruktionsmethoden werden ebenfalls präsentiert, darunter der Freivorbau (etwa bei der Nibelungenbrücke über den Rhein bei Worms), das Taktschiebeverfahren sowie große Schalungstransportwagen. Originale Spannbetonelemente und Brückenlager vervollständigen die Sammlung, die u.a. von wasserbaulichen Konstruktionen wie dem 1950 in Kaprun gebauten massiven Staudamm und der Flusswehr in Oberried stammen.

Modell der Lahnbrücke bei Balduinstein von Ulrich Finsterwalder

Eine der aufwendigsten und anspruchsvollsten Arbeiten beim Brückenbau ist oft die Erstellung der Gerüste. Auch wenn dadurch – leider vergängliche – Meisterwerke der Ingenieurbaukunst entstehen können, bedeutet der Gerüstbau doch zunächst einen wichtigen Kostenfaktor. So hatten Ingenieure bei ihren Entwürfen auch immer das Ziel, Bauverfahren zu entwickeln, die eine Mehrfachnutzung oder gar einen vollständigen Verzicht auf Gerüste ermöglichen. Seit der Mitte des 19. Jahrhunderts wird im Stahlbrückenbau eine gerüstfreie Bauweise im freien Vorbau verwendet, die es durch Rückverankerung der frei auskragenden Bauteile ermöglicht, ohne Gerüst zu bauen.

Im Betonbau konnten erste Überlegungen zum Freivorbau erst in den 1940er Jahren aufkommen, nachdem die Entwicklung von Spannverfahren fortgeschritten und im Bauwesen anerkannt war. Den Durchbruch erreichte schließlich der Ingenieur Ulrich Finsterwalder (1897–1988), der das Vorspannverfahren für den Freivorbau bei der Errichtung der Lahnbrücke Balduinstein im Jahr 1950 erstmals erfolgreich anwandte.

Das Verfahren sieht immer etwas abenteuerlich aus und verläuft so, dass von den Widerlagern und den Pfeilern einer Brücke aus – in Abschnitten – frei vorkragende Arme geschalt, bewehrt und betoniert werden. Zum Widerlager hin muss jeder Arm für jeden Bauzustand neu rückverankert werden, die Arme auf den Pfeilern müssen auf beiden Seiten gleich weit hervorkragen, damit sie im Gleichgewicht bleiben. Damit sich die Bauteile in der Bogenmitte treffen, darf der Vermessungsingenieur natürlich keinen Fehler machen. Dieses Verfahren wird vor allem dort eingesetzt, wo ein Taleinschnitt für ein ortsfestes Gerüst zu tief ist oder eine Schiffsdurchfahrt nicht behindert werden darf.

Die noch bescheidene Spannweite der Lahnbrücke von 62 m wurde schon kurze Zeit später beim Bau einer weiteren Brücke im Freivorbau, der Nibelungenbrücke bei Worms, mit 114,20 m fast verdoppelt. Später wurden auch Spannweiten über 200 m erreicht, wie etwa bei der Rheinbrücke in Bendorf, die von 1961 bis 1964 mit 206 m Spannweite entstand.

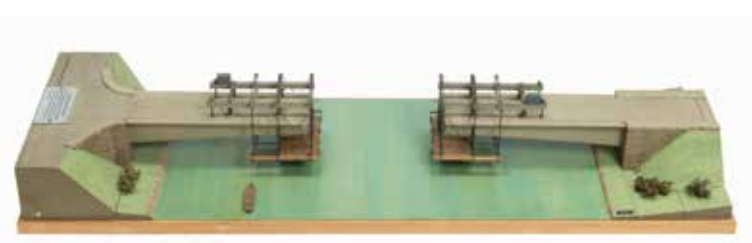
27 Bühler, *Brückenbau*, 2010.

Ulrich Finsterwalder, der dieses Verfahren entwickelt hat, war, nachdem er 1930 promoviert worden war, Chefkonstrukteur der Firma Dyckerhoff & Widmann, wo er nach 1948 als Gesellschafter der Firma die Konstruktionsbüros des Unternehmens wieder aufbaute. Die Entwicklung des Freivorbaus mit Spannbeton war bei weitem nicht seine einzige Erfindung: Er war sein Leben lang einer der ideenreichsten und kompetentesten Ingenieure seiner Zeit.

Als Finsterwalders ehemalige Firma 2005 aufgelöst wurde, hat das Museum – dank der Intervention des ehemaligen Vorstandsvorsitzenden Hans-Joachim Wolff – weite Teile des Archivs übernehmen können. Diese Unterlagen, die heute im Museumsarchiv verwahrt sind, hat Knut Stegmann wissenschaftlich erschlossen, ausgewertet und seine Forschungen schließlich in einer umfang-reichen und wegweisenden Dissertation veröffentlicht.[28] In diesem Zusammenhang hat das Museum auch das Modell der von Finsterwalder geplanten Lahnbrücke Balduinstein erhalten. Es ist eines der bedeutsamsten Brückenmodelle, weil es die Erneuerungskraft zeigt, mit der Finsterwalder schon 1950 diese 62 m weit gespannte Brücke entwarf. Dieses Modell ließ Finsterwalder während der Bauzeit offenbar für Vorführzwecke bauen und nahm es in einer – heute recht beschädigten – Holzkiste mit zu seinen Kunden, um für sein Verfahren zu werben. Im Museum wurde das Modell schonend und im Stil der Entstehungszeit restauriert. Das Modell im Maßstab 1:100 hat die Inv.-Nr. 2006–0379, ist 525 × 1665 × 245 mm groß und wiegt 22,5 kg; dazu gehört eine Transportkiste mit 565 × 1700 × 340 mm Größe (Abb. 41–43).

Das Modell zeigt mit einfachen Mitteln die beiden Kragarme der Brücke während der Bauzeit. Sie sind mit den typischen Vorbauwagen ausgerüstet, von denen aus gebaut wird und die nach Vollendung eines Bauabschnitts wieder weiter nach vorne gefahren werden.

Darüber hinaus ist das Deutsche Museum im Besitz zahlreicher weiterer Objekte aus dem Tiefbau von DYWIDAG, darunter auch das Modell der Illerbrücken, das im Folgenden näher beschrieben wird.



41 Gesamtansicht des Modells der Baustelle für die Lahnbrücke Balduinstein.

28 Stegmann, *Bauunternehmen*, 2014.

42 Das Mittelstück der Baustelle mit den auskragenden Bauteilen ist das zentrale Element des Modells.

43 Der Vorbauwagen ist im Modell besonders genau dargestellt.

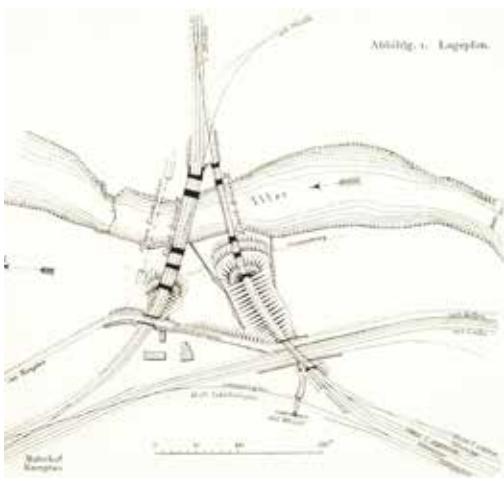
Das Modell und sein Vorbild: Die Illerbrücken in Kempten [29]

Die drei Eisenbahnbrücken über die Iller bei Kempten im Allgäu entstanden in den Jahren 1904 bis 1906 aus Stampfbeton. Sie lösten eine damals 55 Jahre alte Holzkonstruktion ab, deren Tragfähigkeit 1879 nur mangelhaft durch eine Eisenverstärkung an die Erfordernisse des rasch expandierenden Eisenbahnverkehrs angepasst werden konnte. Die Neubauten sollten nicht nur der erhöhten Geschwindigkeit und dem zunehmenden Gewicht moderner Züge gewachsen sein. Sie waren auch als Teil eines neu anzulegenden Gleisdreiecks geplant, das schließlich die Umfahrung des verkehrstechnisch ungünstigen Kopfbahnhofes ab 1907 ermöglichte (Abb. 44 und 45). [30]

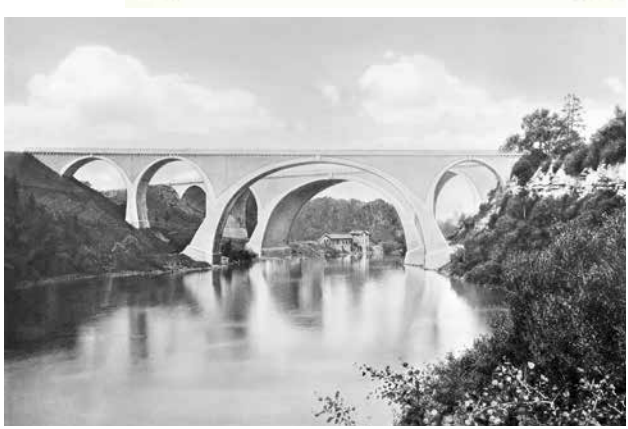
29 Der Text dieses Unterkapitels erschien erstmals in: Hashagen, Ulf; Blumtritt, Oskar; Trischler, Helmuth: Circa 1903. Artefakte in der Gründungszeit des Deutschen Museums. München 2003, S. 474–498, unter dem Titel »Die Illerbrücken in Kempten: Beton in der Bautechnik um 1903«.

30 Berger, *Bahnhofsbauten*, 1988, S. 20 und 31–32. Von 1847 bis 1851 wurde die erste, zweigleisige Eisenbahnbrücke über die Iller erbaut, über die am 1. April 1852 der erste Zug in den damaligen Kopfbahnhof einfuhr. Es war eine 113,8 m lange Holzbrücke mit 52,5 m Spannweite im Mittelfeld und zwei 33,6 m hohen Stützpfeilern an den Ufern der Iller. Als Tragwerk dient ein Howe'scher Gitterträger aus Holz, der schon 1879 durch ein seitlich des Trägers verlegtes Fachwerk aus Eisen verstärkt werden musste. Doch bereits zur Jahrhundertwende konnten die neuesten Züge die Brücke nur noch einzeln befahren; die schwersten durften sie gar nicht mehr benutzen. Nach dem Bau der Stampfbetonbrücken wurde die Holzbrücke 1911 an die Stadt Kempten verkauft, die sie 1912 zur Straßenbrücke umbaute und in den Jahren 1986 und 1987 vollständig sanierte. Sie dient seither als Fußgängersteg und bietet einen wunderbaren Blick auf die Stampfbetonbrücken.

In dem halben Jahrhundert, das zwischen diesen beiden Brückenbauwerken liegt, war der Brückenbau von technologischen Umbrüchen gekennzeichnet. »Um die Mitte des 19. Jahrhunderts war Eisen im Baugewerbe fest etabliert und die Holzindustrie hatte ihre eigenen innovativen Wege beschritten, doch ein dritter Baustoff versprach noch radikalere Änderungen. Der bewehrte Beton […].«[31] Holz- und Eisenfachwerkträger gehörten zum Stand der Technik, als Bauingenieure und Architekten begannen, neue Anwendungsgebiete für den Baustoff »Zement« zu suchen, der seit etwa 1860 durch moderne, industrielle Herstellungsverfahren in großen Mengen zur Verfügung stand. Zement, gemischt mit Wasser, Kies und Sand sowie durch Stampfen verdichtet, später zusätzlich mit Eisen- oder Stahleinlagen versehen, wurde als Stampfbeton



44 Lageplan der Kemptener Illerbrücken.



45 Die bekannteste Aufnahme des Bauwerkes; sie entstand unmittelbar nach der Fertigstellung der Illerbrücken.

31 Peters, *Century,* 1996, S. 58 (Übersetzung des Verfassers).

bzw. Eisenbeton seit etwa 1880 im industrialisierten Bauwesen breitflächig verwendet. Während das Ziel des technologischen Innovationsprozesses in der ständigen Verbesserung der Eigenschaften aller Baustoffe lag, drückte sich um die Jahrhundertwende in den Bauwerken selbst ein Fortschrittsglaube aus. Dies trifft auch auf den Bau der Illerbrücken zu, der in die lange Wachstumsphase der Hochindustrialisierung fällt, von der das Baugewebe in besonderem Maße profitieren konnte. So bildeten sich in dieser Phase leistungsstarke Betriebe heraus, die ebenso wie die Brücken selbst das Gesicht der Moderne nach 1900 mitprägten.[32]

Konkurrierende Systeme: Beton und Eisen

Die Techniken des Brückenbaus aus Holz und Eisen sowie aus Stein und Beton entwickelten sich weitgehend parallel, aber mit unterschiedlicher Geschwindigkeit. So war die erste Eisenbrücke im Jahre 1779 nach Jahren des Planens und Entwerfens als vielbeachtetes Experiment in Coalbrookdale entstanden. Doch schon 20 Jahre zuvor hatte John Smeaton seinen Leuchtturm mit einer Mischung aus zementähnlichen, natürlich vorkommenden Bindemitteln und den Zuschlagstoffen Sand, Kies und Wasser fertiggestellt, die gemischt und bis zum Aushärten in eine Schalung geschüttet wurden: Das erste Bauwerk aus modernem »Beton« war entstanden. Nur sieben Jahre zuvor war dem Pionier des Ingenieurbaus Jean Rodolphe Perronet (1708–1794) in Frankreich mit der Seine-Brücke bei Neuilly ein vielbewundertes Meisterwerk des Steinbrückenbaus gelungen, das als Erstes vollständig dokumentiert und nach ingenieurwissenschaftlichen Grundsätzen entworfen worden war.

Im Eisenbau entstanden als Folge des Eisenbahnbaus Hängebrücken, wie die Conway-Castle Brücke 1826 oder die Brücke über das Saane-Tal bei Fribourg 1834, Röhrenbrücken wie die Britannia-Brücke 1850 und mit der zunehmenden Verwissenschaftlichung der Statik auch Trägersysteme, meist Weiterentwicklungen aus dem traditionellen Holzbau. Eiserne Barrenbrücken, Gitter- und Ständerfachwerkbrücken entwickelten sich in einer fast unüberschaubaren Vielfalt von Formen. Die Systeme, nach denen jetzt ganzheitlich geplant und entworfen werden konnte, trugen meist die Namen ihrer Erfinder, etwa: Ithiel Town (1784–1844) (Patent: 1820), Thomas W. Pratt (1812–1875) (Patent: 1844), William Howe (1803–1852) (Patent: 1846). Auch Regierungs- und Kreisbaurat Friedrich August von Pauli (1802–1883), ein besonders kreativer Promotor des Eisenbaus in Deutschland, und Heinrich Gerber (1832–1912) verewigten sich mit den von ihnen entwickelten Tragwerken. Techniken,

32 Rohrkrämer, *Moderne*, 1999, S. 38–40.

Theorien und Modelle des Brückenbaus wurden, den Entwicklungsschritten der Eisenbahn folgend, durch immer neue abgelöst. Doch um 1900 galten Eisenkonstruktionen bereits als kurzlebig und rückständig, während man den Beton wegen seiner Beständigkeit als zukunftsweisend ansah.

Das moderne »Portlandzementzeitalter« hatte 1759 mit dem Bau des erwähnten Edystone-Leuchtturms in England begonnen: John Smeaton, hatte sich für das Projekt als Erster methodisch mit der Herstellung eines hydraulischen Bindemittels befasst. Seine in Versuchsreihen gefundene zementähnliche Mischung aus gebranntem Aberthaw-Kalk und Pozzolanerde aus Cività Vecchia bei Rom »kam dem besten marktgängigen Portland-Stein an Festigkeit und Dauerhaftigkeit gleich«.[33]

Waren die ersten Einsätze von Beton im Bauwesen zunächst noch auf Wasserbauwerke, die Herstellung von Rohren oder im Hochbau auf Abgüsse von Plastiken und Dekorationselementen beschränkt, wurden bald schon Fundamente, Mauerwerk, dann Geschossdecken, später schließlich Brücken mit und aus Beton gebaut. Sogar für Särge aus Beton wurde zeitweise geworben.[34] Einen bedeutenden Beitrag zur Ausbreitung der Betonbauweise leistete seine Verwendung als Stampfbetonmauerwerk im Wohnungsbau. Das Verfahren, den frisch in die Schalung geschütteten Beton durch Stampfen zu verdichten, ist eine aus dem traditionellen Lehmbau stammende, Pisé-Technik genannte, Bauweise. Dabei wird gestampfter Lehm in eine Schalung eingebracht und ebenfalls durch Stampfen verdichtet. Sie ist dem ländlichen Bauen entliehen.[35]

Der Betonbrückenbau lehnte sich theoretisch und praktisch an das Bauen mit Steinen an. Der Bau mit Natur- und Backsteinen war trotz des Erfolges der beiden industriell hergestellten Baustoffe Eisen und Zement noch lange nicht ausgestorben. Fast gleichzeitig mit den Illerbrücken entstand 1905 etwa eine Straßenbrücke aus Bruchsteinmauerwerk mit 90 m Spannweite über das Syratal in Sachsen. Auch für Eisenbahnbrücken mit 80 und 85 m Spannweite wurde noch oft der Baustoff Stein bevorzugt: so bei den Brücken in Salcano über den Isoanzo (1905) und bei Montagnes über den Valseri (1910).[36] Der monumentale Göltschtalviadukt wurde 1851 für die Eisenbahn fertiggestellt. Nach einer kurzen Renaissance im Rahmen der nationalsozialistischen Bemühungen um eine landschaftliche Eingliederung von Verkehrsbauwerken verschwand der Steinbrückenbau ab den 1940er Jahren aus den Lehrbüchern.[37]

Große Stampfbetonbrücken wurden zuerst in Frankreich gebaut, wie der Aquädukt bei Pont sur Yonne in den Jahren 1870–73 oder in Deutschland 1885 der Aquädukt über die Murg.[38] In den Wochenzeitschriften der Zementindustrie »Zement und Beton« der Jahre 1902 bis 1908 wurde mit vielen Bei-

33 Peters, *Century,* 1996, S. 35
34 »Eine neue Bestattungsweise«. In: Zement und Beton (1905), Nr. 3, S. 48.
35 Peters, *Century,* 1996, S. 58.
36 Wittfoth, *Triumph,* 1972, S. 103.
37 Vgl. dazu Zeller, *Straße,* 2002, S. 41–209.
38 Stiglat, *Brücken,* 1997, S. 128–129 und 134–135.

spielen aus Deutschland und Frankreich, aber auch aus den USA und sogar aus Australien über Brückenbauten aus Stampfbeton berichtet. Der Inundationsviadukt über die Elbe bei Dresden, erbaut von 1894 bis 1896, hatte Spannweiten zwischen 15 und 36 m. Carl von Leibbrand (1839–1898) hatte mit seiner Donaubrücke bei Munderkingen 1893 eine Spannweite von 50 m gewagt. Die größte mit einem Stampfbetonbogen erreichte Spannweite beträgt 97 m. Sie wurde 1919 beim Bau der Lotbrücke bei Villeneuve erreicht.[39] Zu dieser Zeit allerdings hatte der bewehrte Beton bereits die Grenze von 100 m Spannweite überschritten.

Gleichzeitig mit der Weiterentwicklung der Stampfbetonbauweise wurde an neuen, ebenfalls zukunftsweisenden Verfahren gearbeitet, deren Wirkung sich jedoch erst wesentlich später entfalten sollte und die beiden um 1900 noch konkurrierenden Baustoffe Beton und Eisen in einem einzigen Bauverfahren vereinen konnte. So war die Erkenntnis, dass Eisen mit Beton eine feste Verbindung eingehen kann und beide Baustoffe den gleichen Wärmeausdehnungskoeffizienten besitzen, für die Entwicklung der Betontechnologie besonders wichtig. Die Einführung von Eisenstäben ermöglicht es dem Beton, nicht nur Druckkräfte, sondern auch Zugkräfte aufzunehmen. Einen ersten Versuch mit einer eisenbewehrten Brücke unternahm Joseph Monier, der seine Patente wohl vor allem den »chaotischen Zuständen des Fachgebiets verdankte«,[40] 1875 im Schlosspark von Chazelet. Anlässlich einer Ausstellung 1884 in Trier war der Bauunternehmer Conrad Freytag mit der »Monierbauweise« in Berührung gekommen und verwendete sie schon im selben Jahr. Mit der »Monier-Schrift« von Matthias Koenen (1849–1924) und Gustav Adolf Wayss (1851–1917) von 1887 waren die wissenschaftlichen Grundlagen der Monierbauweise erkannt und öffentlich gemacht worden. Emil Mörsch, ebenfalls ein Mitarbeiter der Firma, veröffentlichte 1902 eine verständlichere Schrift über den »Betoneisenbau«. Doch das System von Monier war nicht das einzige auf dem damaligen Markt. Es bestand, wie zuvor auch im Eisenbrückenbau, eine Vielfalt von Systemen: Berühmt wurden die Bauverfahren für Beton und Stahl von François Hennebique (1842–1921), aber auch von Emil Mörsch (1872–1950), Josef Melan (1853–1941), Thaddäus Hyatt (1816–1901), Robert Maillart (1872–1940), später auch die von Eugène Freyssinet (1879–1962) und Ulrich Finsterwalder und von vielen anderen mehr. Jedes von ihnen verwirklichte Bauwerk steht für einen ingenieurwissenschaftlichen Zugang zum Problem des Betonbaus.

In Fachkreisen wurde der Beton als Baustoff jedoch um 1900 noch heftig diskutiert – und vor allem wurde experimentiert, bedeutete er doch einen

39 Wittfoth, *Triumph*, 1972, S. 103.
40 Peters, *Century*, 1996, S. 75.

Bruch mit der Tradition. Wo man beim Eisen auf feste Erfahrungswerte und Berechnungsmethoden zählen konnte, musste beim Betonbau noch immer auf Versuche zurückgegriffen werden, um ihn »berechenbar« zu machen.

Die Kemptener Illerbrücken standen daher nicht selten im Zentrum dieses Diskurses. So referierten anlässlich der 9. Hauptversammlung des Deutschen Betonvereins in Berlin im Februar 1906 die Direktoren der Firma Dyckerhoff & Widmann, Otto Colberg und Wilhelm Luft, über deren »architektonische Ausgestaltung«.[41] Auch in der »Deutschen Bauzeitung« des Jahres 1906 berichteten beide darüber in einer dreiteiligen Serie.[42] Der französische Ingenieur Paul Séjourné (1851–1939) erwähnte sie in seinen wegweisenden Werk »Grandes Vôutes«.[43] Heute stehen sie für Größe, Monumentalität und Dauerhaftigkeit. »Stampfbetonkolosse«[44] wurden sie einmal abwertend genannt. Kurz und sachkundig erwähnt sie der Bauforscher Klaus Stiglat (geb. 1932) als eines von 15 Beispielen aus dem frühen Betonbau.[45] Über ihre Bauzeit hinaus sind die Illerbrücken bemerkenswerte Konstruktionen geblieben.

Schon in der Einleitung zu seinem Vortrag erläuterte Colberg, dass ursprünglich eine Eisenbrücke geplant gewesen sei. »Obwohl nun der Kostenanschlag für die Betonbrücke sich höher stellte als für die Eisenkonstruktion, hat man dennoch dem Betonbau den Vorzug gegeben in Rücksicht auf die geringeren Unterhaltungskosten.«[46] Dies war tatsächlich eine weitblickende Entscheidung, wie wir heute wissen. Der Glaube an die Unumkehrbarkeit der Zukunft der Technik sollte sich an diesem Bauwerk dokumentieren. Mit einem schlagkräftigen Argument hatte sich jetzt also bei der Planung der Illerbrücken der aufstrebende Betonbau gegenüber den traditionellen Techniken des Holz- und Eisen-, aber auch des Steinbaus durchgesetzt. Dies geschah nicht zum ersten Mal, denn die Zementindustrie hatte sich schon seit geraumer Zeit neue Märkte und Anwendungsmöglichkeiten für ihr Produkt erobert, das sie nun in großen Mengen wirtschaftlich herstellen konnte. So hatte sich die Menge des in Deutschland hergestellten Zements zwischen 1891 und 1904 von 1836 Millionen auf 3961 Millionen Tonnen mehr als verdoppelt, bis zum Jahre 1913 sollte sie auf 6868 Millionen Tonnen anwachsen. Gleichzeitig hatte sich der Preis von 35,24 Mark auf 23,82 Mark pro Tonne um ein Drittel verringert.[47]

Das Projekt »Zement« hatte um die Jahrhundertwende bereits eine Eigendynamik, ein Momentum, entwickelt: Als sich stabilisierender Technologiepfad band der Betonbau immer mehr personelle und finanzielle Ressourcen, kräftig vorangetrieben durch die Zementindustrie, die im Brückenbau einen ihrer wichtigsten Märkte sah. Im Februar 1905, auf der 8. Hauptversammlung des Deutschen Betonvereins in Berlin, konnte Alfred Liebold, der Juniorchef

41 Colberg/Luft, *Illerbrücken,* 1906.
42 Colberg, *Illerbrücken,* 1906.
43 Séjourné, *Vôutes,* 1913, S. 115–122.
44 Klamert, *Brücken,* 1990, S. 40.
45 Stiglat, *Brücken,* 1997.
46 Colberg/Luft, *Illerbrücken,* 1906, S. 92.
47 Ehrke, *Übererzeugung,* 1933, S. 254.

der 1873 gegründeten Unternehmung für Bauten aus Zementbeton u. Zementkonkretmauerwerk, System Liebold aus Holzminden, bereits auf Jahrzehnte einer dynamischen Entwicklung seiner Branche zurückblicken. Die Versammlung, zu der 353 Architekten, Ingenieure, Bauunternehmer, Zementhersteller und Beamte aus dem ganzen Reich zusammengekommen waren, diente der Formulierung und Genehmigung von »Leitsätzen für die Verarbeitung, Ausführung und Prüfung von Bauten aus Stampfbeton«, die im folgenden Jahr veröffentlicht werden sollten. Alfred Liebold, dessen Unternehmen auf stolze 450 von ihm ausgeführte Brückenbauten mit bis zu 60 m weiten Bogen verweisen konnte,[48] verdeutlichte mit unverblümten Worten, in welchem Maße es gerade die Zementindustrie selbst war, die für ihren Baustoff neue Absatzmöglichkeiten suchte und Anwendungen erschließen wollte:

»Der Aufschwung, welchen der Bau von Konkret- und Betonbrücken genommen hat, veranlasst mich, Ihnen heute einen Überblick zu geben, was im Laufe der letzten 30 Jahre auf diesem Gebiete geleistet worden ist. Man muss dabei bedenken, dass vor dieser Zeit bei uns kaum jemand an Konkret und Beton und noch weniger an die Verwendung dieser Baustoffe zu Brücken gedacht hat. Erst durch die Einführung des Portlandzements ist nach dieser Richtung Wandel geschaffen worden, und es sind hauptsächlich die Zementfabrikanten, welche im eigensten Interesse die Anwendung des Zements zu Brückenbauten veranlasst haben.«[49]

Hier präsentierte sich der dynamische, marktorientierte Unternehmer im Schumpeter'schen Sinne und nicht, wie etwa noch im frühen Eisenbrückenbau üblich, der »idealistische Erfinder, für [den] das Unternehmen nur ein Mittel zur Umsetzung [seiner] technischen Ideen« war.[50]

Planung und Bau der Illerbrücken

Die Vorgaben für den Entwurf der Illerbrücken waren vor allem für ein innovatives Betonbauwerk nicht einfach: An der zu überquerenden Stelle fließt die Iller in einer etwa 30 m tiefen und etwa 60 m breiten Schlucht. Um die ober- und unterhalb der Brücken angesiedelten Betriebe nicht zu beeinträchtigen, durften nur während der Bauzeit Hilfspfeiler im Flussbett stehen, so dass sich ein Bauwerk mit recht großer Spannweite und einer ansehnlichen Höhe ergeben musste. Nur während der Bauzeit waren Hilfspfeiler im Fluss erlaubt. Die Brücken sollten je zwei Gleise tragen, die sich auf der rechten Seite der Iller trennten (Abb. 46).

48 *Bezugsquellen-Verzeichnis zum Beton-Kalender 1906,* 1905, S. 81.
49 Liebold, *Konkret- und Betonbrückenbauten,* 1905, S. 178.
50 Rohrkrämer, *Moderne,* 1999, S. 69.

46 Ansicht des Gleisdreiecks aus den Jahren um 1907. Heute ist diese Ansicht durch Begrünung und Bebauung nicht mehr möglich.

Als Planersteller des Amtsentwurfs zeichnete das Ingenieurbüro der Bayerischen Staatseisenbahnverwaltung in München. Die Bauaufsicht oblag der Betriebsdirektion in Kempten und der Generaldirektion der Bayerischen Staatseisenbahnverwaltung in München, die, so Colberg »in dankenswerter Weise auch Vorschlägen der Unternehmer in weitgehendem Maße Rechnung getragen« habe.[51] Die besagten Unternehmer waren die ortsansässige Firma Alfred Kunz & Co., die den Zuschlag für den Bau der Zwillingsbrücken erhielt, und die Niederlassung Nürnberg der Firma Dyckerhoff & Widmann, die die dritte Brücke bauen sollte. Während die Firma Alfred Kunz führend auf dem Gebiet der Betonmischmaschinen war, konnte das Stammhaus der Firma Dyckerhoff & Widmann mit einem bedeutenden Zementwerk aufwarten, das den Baustoff liefern sollte. So boten beide Firmen gemeinsam ein komplettes Bausystem an, dem ein Amortisierungsbedarf zugrunde lag, »der eine Rückkehr zur Handarbeit [dauerhaft] unmöglich machen sollte«.[52]

Im Jahr 1865 hatte Wilhelm Gustav Dyckerhoff (1805–1894) zusammen mit einem Fuhrunternehmer sein erstes Zementwerk in Amöneburg bei Wiesbaden gegründet, das sein Sohn, Eugen Dyckerhoff (1844–1924), unter dem 1869 erworbenen Markennamen Dyckerhoff & Widmann zu einem erfolgreichen und mächtigen Konzern ausbauen konnte. Das Unternehmen wurde zum Nukleus eines Konzerns von Betonbaufirmen, die schließlich auch am Bau der Illerbrücke in Kempten beteiligt waren. Auf der Kunst- und Gewerbeausstellung 1880 in Düsseldorf, einer der vielbesuchten und öffentlichkeitswirksamen Veranstaltungen der Industrie, hatte sich die Firma mit einer ersten, aufwendig verzierten und berühmt gewordenen Stampfbetonbrücke ins Gespräch gebracht.

51 Colberg, *Die Illerbrücken bei Kempten im Allgäu,* 1906, S. 220.
52 Peters, *Building the Nineteenth Century,* S. 84 (Übersetzung des Verfassers).

Die 1882 gegründete Firma Alfred Kunz in Kempten war ebenfalls am Bau der Illerbrücken beteiligt und mit ihren modernen, selbst entwickelten und vor Ort verfügbaren Betonmischern gegenüber anderen Betrieben im Vorteil, die noch nicht selbst über diese neuartigen Maschinen und das dafür ausgebildete Personal verfügten. Das Unternehmen hatte Erfahrung sowohl im Stein- als auch im Stampfbetonbau. Von 1894 bis 1895 hatte es eine Eisenbahnbrücke über das Wertachtal bei Nesselwang mit vier Hauptöffnungen in Bogenform mit je 27,5 m Spannweite gebaut. Auf Fundamenten, Pfeilern und Widerlagern aus Stampfbeton ruhten Bogenwölbungen, die mit Bruchstein gemauert waren.[53] Diese Brücke verdeutlicht auf plastische Weise, wie sich der Betonbau stufenweise aus dem Mauerwerksbau heraus entwickelte. Mehr noch: In Gestalt, Aufbau und sogar Funktion ähnelt sie den Illerbrücken in besonders auffälliger Weise. Sie unterscheidet sich jedoch in der Materialwahl für die Bogen, die bei den Illerbrücken in vorgehobener Form ausgeführt wurden und damit ihre Besonderheit als Bauteil signalisierten. Die Firma Kunz hatte aber um die Jahrhundertwende auch andere Projekte aus reinem Stampfbeton in Angriff genommen. So entstanden 1905 bis 1906 die Wallgrabenbrücke in Ulm mit 65,45 m Spannweite und 1906 die Eisenbahnbrücke in Unterföhring als schwungvoller, flacher Stampfbetonbogen,[54] ähnlich der berühmt gewordenen Munderkinger Donaubrücke.

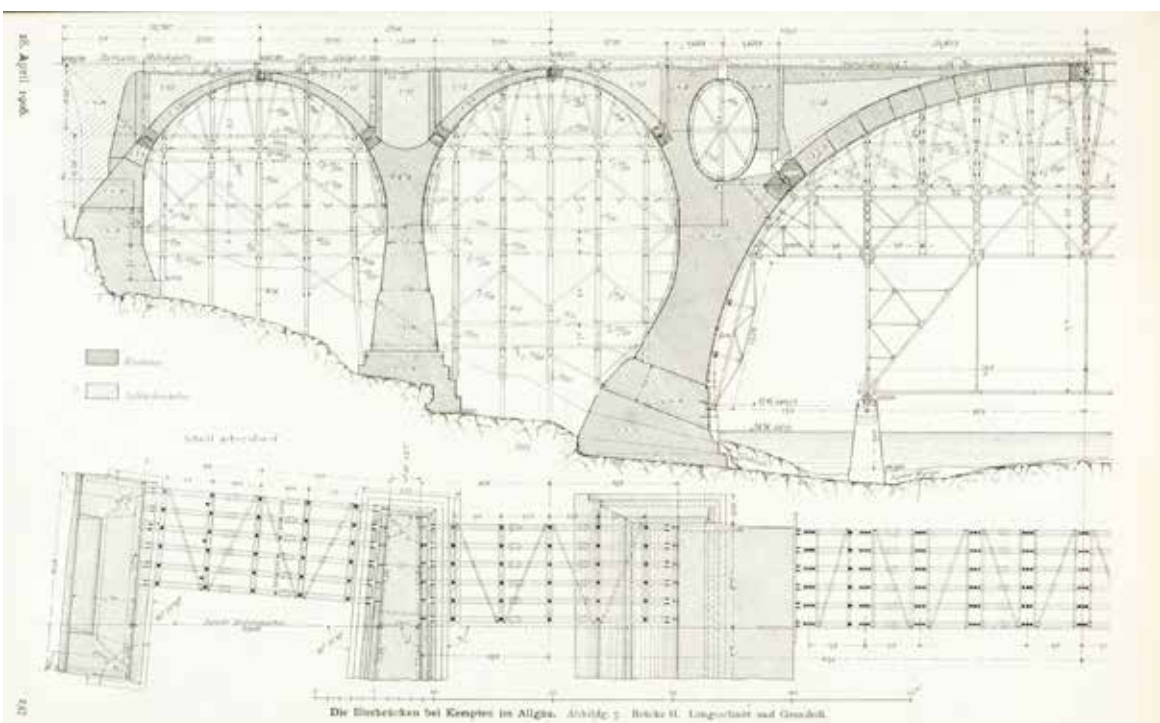
Die Planung der Staatseisenbahnverwaltung für die Illerüberquerung sah drei baugleiche Stampfbetonbrücken vor, die aus je vier Dreigelenkbogen bestehen sollten. Die größte Spannweite der Brücken liegt bei 64,5 m, die Scheitelhöhe beträgt 31,5 m über dem mittleren Wasserstand der Iller. Die Nebenspannweiten betragen zweimal 21,6 m und einmal 20,6 m. Zwei der Brücken wurden auf demselben Fundament in nur 10 cm Abstand voneinander errichtet, die dritte wurde etwa 60 m illeraufwärts in einem etwa 30° messenden Winkel zu den ersten beiden und um 1,82 m höher erbaut, eine Schwierigkeit bei der späteren Verschiebung der Gerüste. Alle drei Brücken haben ein Gefälle von 1:100 (Abb. 47).

So hatten die Kemptener Brücken, verglichen mit den zuvor beispielhaft erwähnten, große Dimensionen und verschlangen Unmengen an Beton. Ihre Form jedoch ist eine aussagekräftige Besonderheit, denn die wohlgestalteten Brückenbogen zeugen noch von ihrer Herkunft aus dem Steinbrückenbau. Die über einen Halbkreis hinausgehende Form der seitlichen Bogen, die sich über die Pfeiler bis zum Fundament mit einem Hufeisenprofil erstreckt und die spannungsvolle Krümmung des Kreissegments beim Hauptbogen, verleihen den Brücken eine Leichtigkeit und Eleganz, die bei Stampfbetonbauten nicht vorausgesetzt werden können.

53 Alfred Kunz GmbH & Co., *100 Jahre*, 1982, S. 25.
54 Ebd., S. 25 und 29.

In den zeitgenössischen Veröffentlichungen zu den Illerbrücken spielen vor allem drei Gesichtspunkte eine wesentliche Rolle: Die Ausführung der Brücken als Dreigelenkbogen, das experimentell gefundene Mischungsverhältnis aus Zement und Zuschlagstoffen sowie das mehrfach verwendete Lehrgerüst. Aus der Perspektive des Historikers interessiert zudem die verwendete Betonmischmaschine der Firma Alfred Kunz sowie der Stampfvorgang selbst.

Die Verwendung von Dreigelenkbogen als statisches und konstruktives System war eines der bedeutendsten Merkmale der Illerbrücken. Erstmals wurde 1885 in Berlin ein mit Gelenken an beiden Kämpfern und in Trägermitte versehener »Dreigelenkträger«[55] von Johann Wilhelm Schwedler (1823–1894) im Hochbau verwendet. Der »Beton-Kalender« des Jahres 1906 erläutert die Vorteile dieser Bauweise:[56]



47 Diese Bauzeichnung für Schalung und Rüstung verzeichnet u. a. auch die Betongüten der Illerbrücken.

55 Luebkeman, *Auszüge*, 1991, S. 51.
56 Spitzer, *Berechnung*, 1905, S. 179.

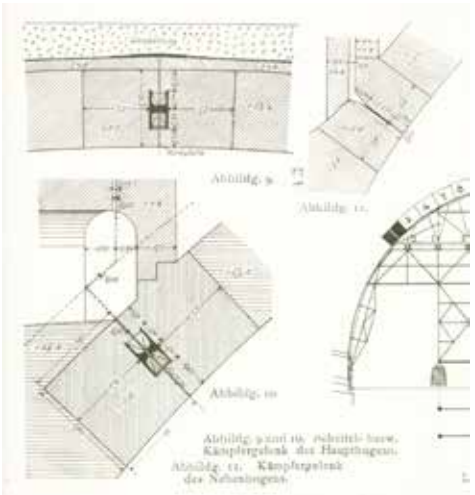
»Der Gewölbebogen mit drei Gelenken wird für die ständige Belastung in genau gleicher Weise konstruiert wie das eingespannte Gewölbe, nur braucht man nicht mehr die Elastizitätsgleichungen zur weiteren Untersuchung, da das Gewölbe mit drei Gelenken statisch bestimmt ist.«

Der Gelenkträger war einfacher zu berechnen als ein eingespannter Träger, weil der Ingenieur auf Rechenwerte, die in umfangreichen Tabellenwerken gesucht werden mussten, und die Verwendung komplizierter Gleichungen verzichten konnte. So ergab sich also eine Rechenerleichterung, die auch einen zusätzlichen praktischen Hintergrund hatte: Die gelenkig gelagerten Bauteile hatten Fugen, die in der Lage waren, Verformungen von Bauteilen aufzunehmen, die durch Temperaturschwankungen, Setzungen, das Kriechen und Schwinden des Betons oder mögliche Bewegungen beim Ausschalen auftreten können. In diesem Falle also sind die Gelenke keine »Armutszeugnisse«, wie sie der Bauingenieur Stefan Polónyi[57] (geb. 1930) bezeichnen würde, sondern sinnvolle und nützliche Bauteile.

Die Gelenke konnten aus Metallen wie Stahl, Schmiedeeisen und Blei, aber auch aus Granit[58] sein und wurden von hochwertigem, härterem Beton umgeben; auch bei den Illerbrücken waren die Gelenke in hochwertigem Beton eingebettet. So sind es denn auch die Gelenke, die Paul Séjourné in seinen »Grandes Vôutes« an der Illerbrücke interessieren und die er ausführlich beschreibt.

Im konkreten Fall wurden für Haupt- und Nebenbogen unterschiedliche Gelenke verwendet (Abb. 48). Der Hauptbogen enthält zwei Kämpfergelenke, die an den Gewölbeansätzen eingebaut sind und die effektive Spannweite des Bogens auf etwa 50 m reduzieren,[59] da die Stützen ja die Bogenform des Gewölbes weiterführen und dabei die Gesamtspannweite vergrößern. Die Kämpfergelenke und das Scheitelgelenk der Hauptöffnung sind aus Stahlguss.[60] Diese Stahlgelenke waren eingebettet in »Steingelenke«, die aus 1,50 m in die angrenzenden Bauteile eindringende Volumen aus Beton bestanden, die ebenfalls besonders hohe Anforderungen an dessen Härte erfüllten. Die Gelenke der drei seitlich gelegenen, wesentlich kleineren Nebenbogen waren einfacherer Machart, sogenannte Betonquadergelenke. Zwischen die Berührungsflächen der ebenfalls aus Beton mit hohem Härtegrad hergestellten Gelenksteine wurden Weichbleiplatten mit 8 mm Stärke eingelegt. Die beiderseits der Walzflächen liegenden Flächen wurden, um dem Gelenk die nötige Bewegungsfreiheit zu geben, mit einem »Sandwich« aus einer 1 cm starken Korkplatte versehen, die beidseitig mit einem Zinkblech von ¼ mm Stärke beschichtet war.

57 Polónyi, *Einfluss,* 1989, S. 243.
58 »Stampfbetonbrücke mit Granitgelenken«. In: Zement und Beton (1905), Nr. 21, S. 328–330.
59 Colberg, *Illerbrücken,* 1906, S. 220.
60 Die Stahlgelenke hatten eine Druckfestigkeit zwischen 490,5 und 540 N/mm² bei einem Elastizitätsmodul von 2 200 000, die Berührungsflächen sind 1 mm tief gehärtet.



48 Eine grafische Darstellung der verschiedenen Gelenke.

Dieser Entscheidung für die vorgesehene Ausführung der Gelenke und der dafür verwendeten Baustoffe war die gewissenhafte Auswertung von Untersuchungen vorausgegangen. Man konnte sich auf bereits gemachte Erfahrungen berufen, wie etwa bei der Bemessung der Gelenksteine, die aufgrund der Prüfberichte des Geheimen Baurates Krüger beim Bau des Dresdener Inundationsviaduktes vorgenommen wurde, oder auch bei der Wahl von Weichblei für die Ausführung der Lager, denn dieser Baustoff war bereits 1885 in einem Versuch mit gutem Ergebnis geprüft worden.[61]

Eine andere Verfahrens- und Materialentscheidung betraf die Frage des Mischungsverhältnisses der Zuschlagstoffe für den Beton. Sie beschäftigte die Erbauer besonders. Es wurden Betonproben mit unterschiedlichen Sanden und Kiesen sowie verschiedenen Zementanteilen hergestellt und an Probewürfeln überprüft. Die Zemente selbst wurden bereits im Werk Amöneburg geprüft und sollten in gleichbleibender Qualität auf der Baustelle eintreffen. Wilhelm Michaëlis hatte an der Königlichen Prüfstation für Baumaterialien in Berlin bereits Zementprüfgeräte gebaut und 1878 erstmals Normen für die Materialprüfung entwickelt.[62] Nicht von ungefähr kam später auch eines dieser Geräte in den Bestand des Deutschen Museums.

Die Prüfung dieser verschiedenen Zuschlagstoffe und Mischungsverhältnisse ergab, dass Sand mit bis zu 7 mm Körnung und Kiese mit bis zu 25 mm Körnung optimal eingesetzt werden konnten. Sie kamen aus der Sandgrube in Heising, aus der näheren, auf dem Schienenweg erschließbaren, Umgebung

61 Colberg, *Illerbrücken,* 1906, S. 263.
62 Vgl. Peters, *Century*, S. 63.

von Kempten. Der Sand erwies sich durch Vergleich mit anderen als der, im Beton verarbeitet, druck- und zugfesteste unter den ausgewählten und sogar für die Gelenke als geeignet. Man entschied sich außerdem dafür, Dolomitschotter aus den nahegelegenen Pfrontener Steinbrüchen als gröberen Zuschlagstoff zu verwenden.[63]

Der Zement wurde in Fässern mit 170 kg Nettogewicht geliefert.[64] Jutesäcke mit 50 kg Zement wurden um 1903 gerade erst eingeführt und waren noch nicht überall in Gebrauch.[65] Das Werk von Dyckerhoff & Söhne in Amöneburg war alleiniger Zementlieferant und für die gleichbleibende Qualität verantwortlich. Insgesamt wurden eindrucksvolle 24 000 m³ Beton verbaut.[66] Zwei ovale Hohlräume mit ansehnlichem Volumen seitlich der Hauptbogen sind die einzigen Stellen, an denen Material eingespart werden konnte.

Die Vorfertigung und Wiederverwendbarkeit der Gerüste war ein entscheidendes und frühes Merkmal der Industrialisierung des Bauwesens, die im Eisenbau bereits wesentlich weiter fortgeschritten war. Die Schalung und die Lehrgerüste für die Brückenbogen sollten aus Kostengründen beim Bau aller drei Brücken wiederverwendet werden. Dafür mussten sie verschoben werden können, was bei den Zwillingsbrücken, die nur 10 cm voneinander entfernt auf demselben Fundament ruhen sollten, keine großen technischen Probleme aufwarf. Das Risiko des Verschiebens des 250 t schweren Lehrgerüsts zur 60 m Iller aufwärts liegenden, dritten Einbaustelle wollte wegen der Einsturzgefahr bei den, zuvor bereits erwähnten, vielen unterschiedlichen Bewegungen niemand eingehen. Daher wurde für die Schalung der dritten Brücke das Gerüst ab- und wieder aufgebaut.

Schließlich richtete sich das Augenmerk besonders auf Berechnung, Dimensionierung und Materialauswahl für die Gerüste, denn weniger als zwei Jahre zuvor war beim Bau der Corneliusbrücke in München das Lehrgerüst unter der Last des frisch eingebrachten Betons eingestürzt und hatte den Baustoff Beton zunächst in Verruf gebracht.[67]

63 Schließlich kamen diese Betongüten zur Anwendung: die höchste Festigkeit wurde für die Hauptbogen mit einer Mischung aus 1 Teil Zement auf 7,5 Teile Zuschlag (davon 2,5 Teile Sand und 5 Teile Schotter) gefordert, mit einer Festigkeit von 28,5 N/mm², was etwa der heutigen Betonfestigkeitsklasse B 25 entsprechen würde. Die »magerste« Mischung mit dem Verhältnis von 1 Teil Zement zu 14 Teilen Zuschlag (5 Teile Sand und 9 Teile Kies) wurde für die Fundamente verwendet. Für die Gelenke war eine für diese Zeit hohe Druckfestigkeit von 39,34 N/mm² nach 28 Tagen gefordert, eine Güte also, die heute zwischen einem B 35 und B 45 liegen würde. Diese Festigkeit wurde durch eine Mischung von 1 Teil Zement mit 2 ¼ bis 4 Teilen Zuschlag erreicht.

64 *Beton-Kalender 1906*, 1905, S. 25.

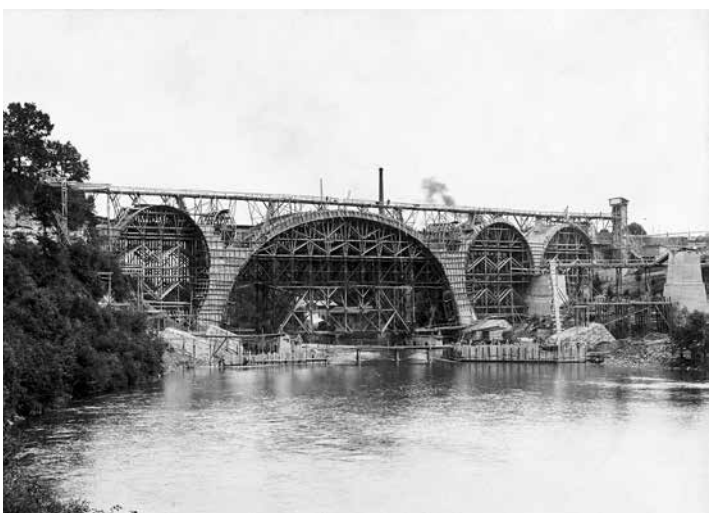
65 Ehrke, *Übererzeugung*, 1933, S. 15.

66 Die Fundamente enthalten 4500 m³ des mageren Betons, die Widerlager und die gekrümmten Pfeiler enthalten 6000 m³, die Hauptwiderlager 5000 m³ Beton höherer Güte, während die Nebenbogen mit 1600 m³ und der Hauptbogen mit 2500 m³ den Beton höchster Qualität für sich beanspruchen konnten. Die geringste Betonqualität hatten allerdings die ca. 2000 m³ Schlackenbetonverfüllung für die Stirnabschlusswände und Pfeiler.

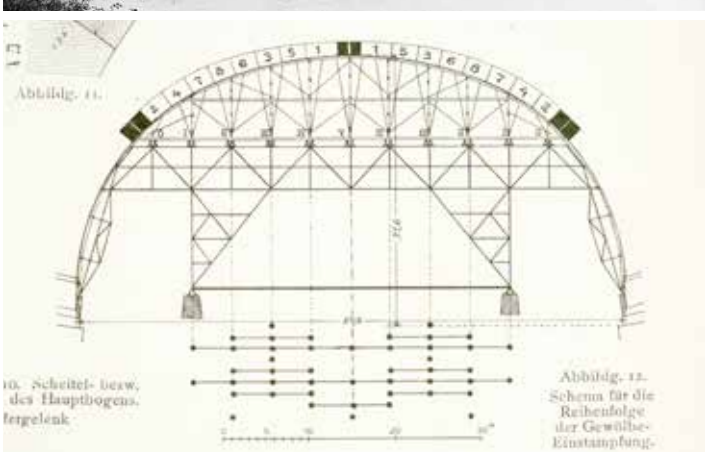
67 »Der Einsturz der Cornelius-Brücke in München«. In: Zement und Beton (1903), Nr. 12, S. 186. Siehe dazu auch die Beiträge von H. Schmidt, Kap. 2, und D. Bühler, Kap. 6, in diesem Band.

In Reaktion auf das Münchner Unglück wurde das Lehrgerüst aus zwei verschiedenen Materialien zusammengesetzt. Das Stützgerüst für den Lehrbogen der Hauptöffnung wurde aus Eisen hergestellt und auf zwei eigens dafür angefertigten Fundamenten im Flussbett aufgestellt, auf dem es später zwischen den Zwillingsbrücken verschoben werden konnte. Dieses Gerüst wurde von der Brückenbauanstalt Gustavsburg der MAN angefertigt. Die übrigen Lehrgerüste und die Schalung wurden mit außerordentlich hohen Anforderungen an Berechnung und Material aus 700 m³ Holz, davon alleine 275 m³ für den Hauptbogen, hergestellt (Abb. 49).

Sobald die Stützen fertig betoniert waren, wurde das nicht ganz ungefährliche »Einstampfen der Gewölbe« nach einem besonderen Abfolgeplan unternommen. Damit sich Schalung und Rüstung während des Einbringens und des Stampfens des Betons nicht verformten, wurde immer abschnitts- und abwechslungsweise am Scheitel und an den Kämpfern betoniert (Abb. 50).



49 So sah die erste eingerüstete Brücke am 14. September 1904 aus, man sieht deutlich den von der Dampfmaschine verursachten Qualm über der Baustelle aufsteigen.



50 Systemskizze für die Reihenfolge des Stampfvorgangs.

Über den eigentlichen Vorgang des Betonierens ist bei den Illerbrücken nichts überliefert. Doch wie das im Einzelnen vor sich ging, können wir den Leitsätzen entnehmen, die von der Versammlung des Deutschen Betonvereins im Februar 1905 aufgestellt und im »Beton-Kalender« von 1906 veröffentlicht wurden.[68]

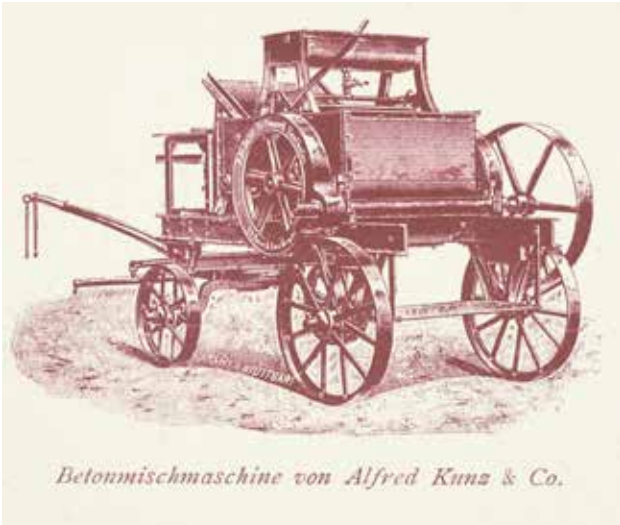
Man darf zunächst davon ausgehen, dass Beton in diesen großen Mengen nicht von Hand, sondern von einer der gerade neu entwickelten Betonmischmaschinen hergestellt wurde. Diese waren erst seit ungefähr zehn Jahren[69] auf dem Markt, wurden aber bereits in großer Vielfalt angeboten. Man unterschied zwischen Maschinen, die das Mischgut durch rollende oder durch knetende Bewegungen verarbeiteten, sowie zwischen absatzweisem und unterbrochenem Betrieb.

Die Verarbeitungskapazität dieser manchmal noch von Hand betriebenen Maschinen betrug zwischen 7 m³ und 40 m³ pro Stunde. Leider ist weder schriftlich noch bildhaft überliefert, welche Mischmaschine bei den Illerbrücken tatsächlich zum Einsatz gekommen ist, doch kann mit hoher Wahrscheinlichkeit angenommen werden, dass es ein Mischer der Firma Alfred Kunz & Co. aus Kempten war (Abb. 51).

Der Mischer war das neueste Modell der Firma und durchaus in der Lage, Beton in den für diesen Brückenbau erforderlichen Mengen herzustellen. Die fahrbare Maschine knetete das Mischgut in einer oben offenen Trommel, in der »sich zwei nebeneinander liegende, mit Rührarmen versehene Wellen in entgegengesetzter Richtung drehten«.[70] Die Trommel wurde durch eine unten liegende Klappe entleert, die durch ein Hebelwerk geöffnet werden konnte.

Die Firma Alfred Kunz hatte bereits 1887 erstmals das Patent mit der Nr. 42407 für eine »Maschine zur Bereitung von Stampfbeton« erhalten. Eine »Neueste Stampfbetonmaschine«, eine verbesserte Ausführung des Modells von 1887, wurde 1893 für Alfred Kunz (1852–1900) patentiert. Alle diese Maschinen wurden vom Königlich Bayerischen Hüttenamt in Sonthofen hergestellt und unter dem Namen »Sonthofener Mischer« in ganz Deutschland bekannt. Ein Modell der ersten Mischmaschine von 1887 stiftete das Hüttenamt Sonthofen 1909 dem Deutschen Museum (Abb. 20–21, s. S. 93). Auch die 1903 in der Zeitschrift »Zement und Beton« vorgestellte Maschine war eine Weiterentwicklung dieses ersten patentierten Mischers. Sie wurde von Pferden an den Einsatzort gezogen und über ein Schwungrad und Laufband an die Dampfmaschine angeschlossen (Abb. 52). Auf den Fotos aus der Bauzeit ist der Qualm der Dampfmaschine zu erkennen, in der zeitgenössischen Ikonografie ein Symbol des technischen Fortschritts.

68 *Leitsätze für die Verarbeitung, Ausführung und Prüfung von Bauten aus Stampfbeton,* 1905, S. 26–41.
69 *Beton-Kalender 1906,* 1905, S. 186–206.
70 »Beton-Mischmaschinen«. In: Zement und Beton (1903), Nr. 2, S. 27–28.



51 Diese Stampfbetonmaschine der Firma Kunz wurde in der Zeitschrift »Zement und Beton« vom Februar 1903 vorgestellt und war wahrscheinlich beim Bau der Illerbrücken im Einsatz.

52 Die Betonmischmaschine beim Einsatz auf einer Baustelle der Firma Alfred Kunz.

Eine festgelegte Größenordnung für den Wasserzusatz ist uns nicht überliefert, denn dies war implizites Wissen. Je nach Beschaffenheit der Masse wurde durch Augenschein und Berühren festgestellt, ob eine geringe Wassermenge eine »erdfeuchte« oder eine größere eine »weiche« Betonmasse ergab. Die erdfeuchte Betonmasse wurde in Schichten von 15 bis 20 cm, die weiche in solchen von 20 bis 30 cm eingebracht. Dabei musste streng darauf geachtet werden, dass die frische Masse durch das Stampfen nicht die bereits fester

gewordene verschieben konnte oder durch anhaltendes Stampfen entmischt wurde. Die 10 bis 17 kg schweren, eisernen Stampfer hatten eine meist quadratische, seltener eine rechteckige Grundfläche von 10 bis 16 cm Kantenlänge. Besondere Sorgfalt beim Stampfen war selbstverständlich an Ecken und Kanten, wie etwa an der Schalung, erforderlich, damit eine homogene Masse ohne Einschlüsse entstehen konnte. Länger als zwei Stunden sollte der Beton nicht unverarbeitet liegen bleiben, und die Anschlussstellen zwischen frischem und altem Beton mussten je nach vorgefundener Härte mit einem Drahtbesen aufgeraut werden. Schließlich wurde ein Probewürfel hergestellt und einer Druckprobe unterzogen.

Nach einer Mindesterhärtungsdauer von sechs Wochen bei den Hauptbogen und 14 Tagen bei den Nebenbogen konnte das Lehrgerüst abgesenkt und die Schalung entfernt werden. Damit die Bogen beim Absenken des Lehrgerüstes und der Schalung keinen Schaden durch einseitige und ungeplante Belastungen und Verzerrungen nehmen, wäre eine gleichmäßige Absenkung des Lehrgerüstes wünschenswert gewesen. Aus praktischen und technischen Gründen ließ sich dies jedoch nicht bewerkstelligen, so dass schließlich, ähnlich dem Schema für das Betonieren, ein Ablaufplan für das Absenken der Gerüste und das Ausschalen erstellt wurde. Diese Maßnahme erwies sich als äußerst effektiv, denn die »tatsächlichen Einsenkungen betrugen bei den bisher fertiggestellten 2 Hauptbogen in einem Fall 29 mm, im anderen nur 3 mm gegenüber den beim Entwurf des Eisengerüstes und des Holzlehrgerüstes gegebenen Überhöhungen von insgesamt 73,4 mm.«[71] Risse durch Schwinden und Kriechen oder durch Setzungen haben die Brücken bis heute nicht erfahren.

Dem Bautagebuch vom 21. Dezember 1904 entnehmen wir, dass diesem bedeutungsvollen Ereignis nicht nur eine Vielzahl von Würdenträgern aus Industrie und Handwerk, sondern auch politische Prominenz bis hin zum Minister beiwohnten, denn gerade das Absenken der Schalung war eine öffentlichkeitswirksame Demonstration der Qualität des Baustoffs »Beton« – ganz im Sinne Wilhelms II., der selbst gerne technische Werke öffentlichkeitswirksam besuchte.[72]

Die drei Brücken konnten noch im Jahre 1906 ihrer Bestimmung übergeben werden. Ihre Dauerhaftigkeit und die Berechtigung der Entscheidung für den Baustoff Beton sollten inzwischen außer Frage stehen.[73]

71 Colberg, *Illerbrücken*, 1906, S. 264.

72 Alfred Kunz GmbH & Co, *100 Jahre*, 1982, S. 28; vgl. Rohrkrämer, *Moderne*, S. 51.

73 Einer der seitlichen Bogen wurde im Zweiten Weltkrieg gesprengt, war aber kurz danach wieder aufgebaut. Den Umbau der Zwillingsbrücken zu einer Straßenbrücke im Jahre 1980, über die der Schumacherring führt, unternahm wiederum die Firma *Kunz*. Dieser Umbau brachte den Ersatz des Abschlussgesimses der Brücken durch auskragende Gehwege aus Betonfertigteilen auf beiden Seiten mit sich. Über die dritte Brücke fährt auch heute noch die Eisenbahn zum Kemptener Hauptbahnhof.

Zur Oberflächengestaltung der Bauwerke führt Colberg am Ende seines Vortrags vor dem Betonverein aus, dass »die Betonfachwelt [...] wohl berechtigt [ist], auf dem Gebiete der architektonischen Behandlung ihrer Bauwerke sich eines gewaltigen Fortschrittes zu rühmen. Es waren hier Künstler und Praktiker, die [...] neuerdings vielfach Hand in Hand gingen.«[74]

Die künstlerische Dimension des Ingenieurbaus um die Jahrhundertwende zeigt sich auch in den Illerbrücken, die schließlich mit Putz verkleidet und einer »architektonischen« Gestaltung unterzogen wurden. Diese Oberflächenbehandlung war damals neben der technisch-praktischen Diskussion ein wichtiger Bestandteil der Auseinandersetzung mit dem Baustoff. Ziel der Oberflächengestaltung war in erster Linie die Nachahmung des bekannten Baustoffes Haustein durch späteres Verputzen oder den sogenannten Vorlagemörtel, der bereits in der Schalung verarbeitet wurde[75] Doch es existierten auch erste Vorschläge und Lösungen, die Oberflächen nach dem Ausschalen mit Spitzen und Bürsten zu bearbeiten, um die Kornstruktur des Baustoffes an der Außenhaut zur Geltung zu bringen.[76] Der »Kulturwert der Technik« wurde im Fall der Illerbrücken durch den gezielten Rückgriff der Ingenieure auf die Steinbauweise gesichert. Die der Jahrhundertwende eigentümliche Spannung zwischen Tradition und Moderne in der Technik sollte auf diese Weise gelöst und die Technik in die Kultur integriert werden.[77]

Bei der Gestaltung der Illerbrücken hatten die am Bau Beteiligten eine durchaus glückliche Hand (Abb. 53 und 54). Die Stützen und Bogen, die eine schwungvolle Einheit bilden, sind in Sichtbeton und offenbar ohne weitere Bearbeitung ausgeführt, ein Zeichen für die hohe Qualität der Verdichtung beim Stampfen. Die beiden ovalen Hohlräume und die mit Schlackenbeton verfüllten Zwischenräume zwischen den Bogen sind glatt verputzt, wobei als Fugen ausgebildete Streifen Steinlagen aus Polstermauerwerk vortäuschen sollten. Die ursprüngliche Brücke war unterhalb der Fahrbahn historisierend mit kleinen Steinkonsolen in kurzen Abständen nebeneinander und einem hervorgehobenen Schlussstein an den Scheitelpunkten der Bogen versehen. Die Konsolen sind der Verbreiterung der Fahrbahnplatte zum Opfer gefallen und heute nicht mehr zu sehen. Lage und Verlauf der Gelenke hingegen sind deutlich als Fuge am Baukörper ablesbar (Abb. 55 und 56).

74 Colberg/Luft, *Illerbrücken,* 1906, S. 98.
75 Ebd.
76 Ebd., S. 100.
77 Vgl. dazu Dietz/Fessner/Maier, *Intelligenz,* 1996.

53+54 Zwei besonders gelungene Aufnahmen aus der Bauzeit, bei denen die Gestaltung der Brücken am besten zur Geltung kommt.

55 So sehen die Illerbrücken heute aus. Die gestalterische Ausbildung der Oberfläche ist noch gut erkennbar.

56 Untersicht in den Bogen einer der drei Brücken. Die Fuge ist deutlich erkennbar, auf der Oberfläche zeichnet sich die Maserung der Schalung ab.

57 Das Modell des Murg-Äquädukts.

Die Illerbrücken und das Deutsche Museum

Im frisch gegründeten Deutschen Museum waren bei der Eröffnung der Ausstellungen in der Schwere-Reiter-Kaserne in der Zweibrückenstraße im Jahr 1906 unter dem Einfluss des für Brückenbau zuständigen Referenten Wilhelm Dietz (1850–1921) einige historische Steinbrücken, vor allem aber zahlreiche Modelle von Fachwerkträgern aus Eisen und Holz ausgestellt. Dietz, Professor an der Technischen Hochschule in München, ist durch sein Standardwerk über bewegliche Brücken im »Handbuch für Ingenieurwissenschaften«, aber auch mit seinem zweibändigen monumentalen Werk über die Müngstener Brücke bekannt geworden.[78] Er war also in erster Linie Stahlbrückenbauer und mit dem neuen Baustoff Zement wohl zu wenig vertraut, um seine Möglichkeiten für den Brückenbau schon zu dieser Zeit abzusehen und ausführlich darzustellen. Auch Heinrich Gerber stand in enger Verbindung zu Oskar von Miller und dürfte die Ausstellung ebenfalls in Richtung »Stahlbrückenbau« beeinflusst haben.[79]

So ist es nicht weiter erstaunlich, dass in der Ausstellung »Brückenbau« in den Räumen der Schwere-Reiter-Kaserne noch kein Modell einer Betonbrücke zu sehen war.[80] In der Wunschliste Oskar von Millers allerdings werden Zeichnungen und Tafeln zu den wichtigsten Betonbrücken der Zeit erwähnt, darunter des Murg-Aquädukts, der Donaubrücke bei Munderkingen und der im Eröffnungsjahr der Ausstellungen fertiggestellten Illerbrücken.

Modelle von Betonbrücken zu zeigen, sollte der neuen Ausstellung im Sammlungsbau 1925 vorbehalten bleiben. Das Modell des Murg-Aquädukts etwa kam im Jahr 1908 ins Museum (Abb. 57). So zeichnete sich auch im Museum ab, was in der Praxis geschah: Die Baustoffe Zement und Beton wurden erst in der Zeit zwischen 1906 und 1925 zu wirklich bedeutenden Anwendungen im Brückenbau weiterentwickelt. Das Modell der besprochenen Illerbrücken wurde schließlich 1964 angefertigt und von der Firma DYWIDAG für die erste Nachkriegsausstellung als Beleg für die dauerhafte Bedeutung dieses Bauwerkes gestiftet. Dieses Modell ist auch heute wieder [2003] in der seit 1998 neu gestalteten Ausstellung Brückenbau zu sehen.

Allerdings waren im Bereich »Bautechnik« schon damals drei modernste Betonmischanlagen ausgestellt. Eine davon stammt von der Firma Alfred Kunz & Co. in Kempten und wurde bereits erwähnt. Gerade diese Baufirma pflegte enge Beziehungen zum Museumsgründer, für den sie Wasserbauwerke, selbstredend aus Beton, in Mittenwald, Dachau und Schwandorf in der Oberpfalz errichtet hatte. Zusammen mit Alfred Kunz warb Oskar von Miller in Bayern und Baden-Württemberg auch für den Bau von Wasserkraftwerken.

78 Dietz, *Bewegliche Brücken*, 1907, und: Dietz, *Die Kaiser-Wilhelm-Brücke*, 1904.
79 Zu Gerber vgl. Hilz, *Eisenbrückenbau und Unternehmertätigkeit in Süddeutschland*, 1993.
80 Stange, *Das Deutsche Museum*, 1906.

Diese Zusammenarbeit erreichte mit dem Bau des Walchenseekraftwerkes ihren Höhepunkt.[81] In der Gründungsphase des Museums lag der Schwerpunkt der Ausstellungen zum Thema Beton sehr viel mehr auf den neuen Methoden der Materialprüfung, wie etwa den Zementprüfapparaten oder auch den Materialproben, die in den Ausstellungen zu bewundern waren, als auf den wohl noch wenig vorzeigbaren Anwendungen.

Wie der Bau der Illerbrücken exemplarisch zeigt, spiegelte sich auch im Brückenbau um 1903 die Spannung zwischen Tradition und Moderne wider. Eine Spannung, die besonders im vehementen Vormarsch der Baustoffe Zement und Beton bei gleichzeitiger Verdrängung der traditionellen, handwerklichen Baustoffe Holz und Stein sowie in der wachsenden Konkurrenz zum bereits industrialisierten Eisen- und Stahlbau deutlich wird. Unter dem Amortisationsdruck der Investitionen in Maschinen und ganzen Fabriken, die durch immer neuere Technologien schnell veralteten, förderten die wachstumsorientierten Betriebe industrielle Bauweisen wie die des Betons und des Eisens gegenüber traditionellen, handwerklichen wie Holz und Stein. Der Mangel an Facharbeitern für den Beton- und Eisenbau wurde durch die Umschulung von Handwerkern behoben, die aus den traditionellen Baubetrieben freigesetzt wurden. Diskussionen um den neuen Baustoff »Beton« fanden in der Öffentlichkeit statt; immer neue Anwendungen für diesen Baustoff wurden gesucht und dessen Vorteile im Sinne von Dauerhaftigkeit, Wartungsfreundlichkeit und Verarbeitbarkeit und dem Grad der Vorfertigung hervorgehoben. Technische Praktiken und Regeln wurden ständig verbessert, wobei die architektonische Gestaltung erst sehr langsam eine Rolle in der Argumentation zu spielen begann. Im Betonbau griffen die Baumeister von Beginn an auf dekorative Elemente des Historismus oder direkt aus der Natur zurück, um den Schein einer bürgerlichen und traditionellen Bauweise zu erwecken.

Diese Verknüpfung zwischen Tradition und Moderne manifestiert sich auch beim Bau des Museums, denn gerade in der Zeit bis zur Eröffnung der Ausstellungen auf der Museumsinsel 1925 wurde Beton zum Inbegriff des modernen Brückenbaus und so erst für diese Ausstellungen wesentlich. Zu unmittelbar waren allerdings noch die Erfahrungen speziell im Brückenbau, als dass schon in den Jahren der Museumsgründung diese spezielle Anwendung ausführlich gezeigt werden sollte. Das Museum selbst stellte sich in seiner Gründungszeit noch als Promotor der traditionellen Brückenbauweisen mit Stahl dar, förderte aber gleichzeitig die Verwendung von Beton im Bereich des Hochbaus und vor allem des Wasserbaus. Gerade der Zusammenhang zwischen den großen Wasserbauwerken aus Beton und des in den angeschlossenen Kraftwerken erzeugten Stroms machte diesen Baustoff für das Museum um 1903 zum Schlüsselbegriff der technischen und industriellen Moderne.

81 Alfred Kunz GmbH & Co. (Hrsg.), *100 Jahre Baugeschichte*, 1982, S. 10, 93–94, 103.

Literatur

— Betonmischer für Straßenbau. In: Zement und Beton (1906), Nr. 21, S. 329–330.
— Bezugsquellen-Verzeichnis zum Beton-Kalender 1906. In: Beton-Kalender 1906.
— Beton-Kalender 1906. Taschenbuch für den Beton- und Eisenbetonbau. Berlin 1905.
— Der Einsturz der Cornelius-Brücke in München. In: Zement und Beton (1903), Nr. 12, S. 186–189.
— Deutsches Museum in München. In: Zement und Beton (1908), Nr. 40, S. 637.
— Die Festigkeitsverhältnisse des Stampfbetons. In: Zement und Beton (1904), Nr. 8, S. 115–120.
— Eine neue Bestattungsweise. In: Zement und Beton (1905), Nr. 3, S. 48.
— Eisenbahnbrücken aus Stampfbeton. In: Zement und Beton (1905), Nr. 1, S. 29–31.
— Eisenbahnbrücke aus Stampfbeton in Australien. In: Zement und Beton (1906), Nr. 20, S. 313–314.
— Ersatz einer eisernen Eisenbahnbrücke durch eine Eisenbetonbrücke. In: Zement und Beton (1904), Nr. 2, S. 45–48.
— Jahrbuch für Wirtschaftsgeschichte 1999/2. Berlin 1999.
— Leitsätze für die Verarbeitung, Ausführung und Prüfung von Bauten aus Stampfbeton (Auszug). In: Beton-Kalender 1906. Taschenbuch für den Beton- und Eisenbetonbau. Berlin 1905, III. Teil, S. 26–41.
— Stampfbetonbrücke mit Betongelenken über die Lenne. In: Zement und Beton (1905), Nr. 20, S. 315–318.
— Stampfbetonbrücke mit Granitgelenken. In: Zement und Beton (1905), Nr. 21, S. 328–330.
— Vereine. In: Deutsche Bauzeitung (1906), H. 24, S. 168–169.
— Vereine. Ebd., H. 55, S. 381–382.
— Zwei bemerkenswerte Betoneisenbahnbrücken. In: Zement und Beton (1904), Nr. 8, S. 120–122.

Alfred Kunz GmbH & Co. (Hrsg.): 100 Jahre Baugeschichte aktiv mitgestaltet. 1882/1982. München 1982.

Basiner, Paul; Basiner, Katrin (Hrsg.): 150 Jahre Rank: Fünf Generationen 1862–2012. München 2012.

Berger, Manfred: Historische Bahnhofsbauten. Bd. 3. Berlin 1988.

Bühler, Dirk: Die Illerbrücken in Kempten: Beton in der Bautechnik um 1903. In: Hashagen, Ulf; Blumtritt, Oskar; Trischler, Helmuth (Hrsg.): Circa 1903. Artefakte in der Gründungszeit des Deutschen Museums. München 2003, S. 474–498.

—: Münchner Isarbrücken. In: Kultur & Technik 32 (2008), H. 3, S. 14–19.

—: Brückenbau. Das Begleitbuch zur Ausstellung. 2., überarbeitete und erweiterte Ausgabe. München 2010.

—: Outlook on the Future Contribution of Museums to the History of Construction Engineering (Editorial). In: Proceedings of the Institution of Civil Engineers. Engineering History and Heritage. May 2014. Volume 167. Issue EH (Engineering History) 2, S. 71–73.

Cohen, Jean-Louis; Frank, Hartmut (Hrsg.): Interferenzen. Interférences: Architektur. Deutschland – Frankreich 1800–2000. Katalog zur gleichnamigen Ausstellung im Musée d'Art moderne et contemporain de Strasbourg (30. März – 21. Juni 2013) und dem Deutschen Architekturmuseum Frankfurt (3. Okt. 2013–12. Jan. 2014). Frankfurt a. M. 2013.

Colberg, Otto: Die Illerbrücken bei Kempten im Allgäu. In: Deutsche Bauzeitung (1906), H. 32, S. 219–222; H. 34, S. 232–236; H. 38, S. 261–264.

Colberg, Otto; Luft, Wilhelm: Die Kemptener Illerbrücken und über architektonische Ausgestaltung von Betonbauten. In: Bericht über die IX. Haupt-Versammlung des Deutschen Beton-Vereins am 14. und 15. Febr. 1906. Berlin 1906, S. 91–104.

Deinhard, Johann-Martin: Massivbrücken gestern und heute. In: Vom Caementum zum Spannbeton, Bd. II. Wiesbaden/Berlin 1964.

Dietz, Burghard; Fessner, Michael; Maier, Helmut (Hrsg.): Technische Intelligenz und »Kulturfaktor Technik«. Kulturvorstellungen von Technikern und Ingenieuren zwischen Kaiserreich und früher Bundesrepublik Deutschland. Münster u. a. 1996.

Dietz, Wilhelm: Bewegliche Brücken. Handbuch der Ingenieurwissenschaften. Bd. II: Der Brückenbau. 4. Abteilung. Leipzig 1907.

—: Die Kaiser-Wilhelm-Brücke über die Wupper bei Müngsten im Zuge der Eisenbahnlinie Solingen-Remscheid. 2 Bde. Berlin 1904.

Drees, Gerhard; Link, Roland: Baumaschinen für Bauingenieure. Düsseldorf 1969.

Elser, Oliver; Schmal Cachola, Peter (Hrsg.): Das Architekturmodell – Werkzeug, Fetisch, Kleine Utopie. Katalog zur gleichnamigen Ausstellung im Deutschen Architekturmuseum vom 25. Mai – 16. Sept. 2012. Frankfurt a. M./Zürich 2012.

Emperger, Fritz; Förster, Max; Saliger, Rudolf (Hrsg.): Handbuch für Eisenbetonbau. Bd. II. Berlin 1907.

Ehrke, Kurt: Die Übererzeugung in der Zement-industrie von 1858–1913. Jena 1933.

Forty, Adrian: Concrete and Culture – A Material History. London 2012.

Garbotz, Georg; Graf, Otto: Vorschläge zu Leistungs- und Ausführungsnormen für Betonmischer. In: Kaufmann, Ferdinand; Rößlein, Demetrius: Mischeruntersuchungen auf Reichsautobahnbaustellen. Berlin 1939

Haegermann, Gustav: Vom Caementum zum Zement. Wiesbaden/Berlin 1964.

Hilz, Helmut: Eisenbrückenbau und Unternehmertätigkeit in Süddeutschland. Heinrich Gerber (1832–1912). Stuttgart 1993.

Ilkosz, Jerzy: Die Jahrhunderthalle und das Ausstellungsgelände in Breslau. Das Werk Max Bergs. München 2006.

Kaufmann, Ferdinand; Rößlein, Demetrius: Mischeruntersuchungen auf Reichsautobahnbaustellen. Berlin 1939.

Klamert, Gerhart (Hrsg.): Über Brücken. München 1990.

—: Kleine Straßenbrücke aus Stampfbeton. In: Zement und Beton (1907), Nr. 3, S. 51–53.

Klass, Gert von: Weit spannt sich der Bogen. 1865–1965. Die Geschichte der Bauunternehmung Dyckerhoff & Widmann. Wiesbaden 1965.

Liebold, Anton: Konkret- und Betonbrückenbauten und die Entwicklung dieser Bauweise. In: Bericht über die VIII. Haupt-Versammlung des Deutschen Beton-Vereins am 24. und 25. Febr. 1905. Berlin 1905, S. 178–187.

Luebkeman, Chris Hart: Auszüge aus der Entwicklung des Eisenbetonbrückenbaus bis 1929. In: Beiträge zur Geschichte des Bauingenieurwesens, H. 3. Universität Stuttgart, Fachgebiet Planung und Konstruktion im Hochbau Prof. Dipl.-Ing. Schunck. WS 1990/1991. Stuttgart 1991, S. 50–65.

Mayring, Eva: Bilder der Technik, Industrie und Wissenschaft. München 2008.

Michaëlis, Wilhelm: Die hydraulischen Mörtel. Leipzig 1869.

—: Zur Beurtheilung des Cementes. Berlin 1876.

—: Vorrichtung zur Ermittlung der Haftfestigkeit des Mörtels. In: Thonindustrie-Zeitung 15 (1891), Nr. 13, S. 217–218.

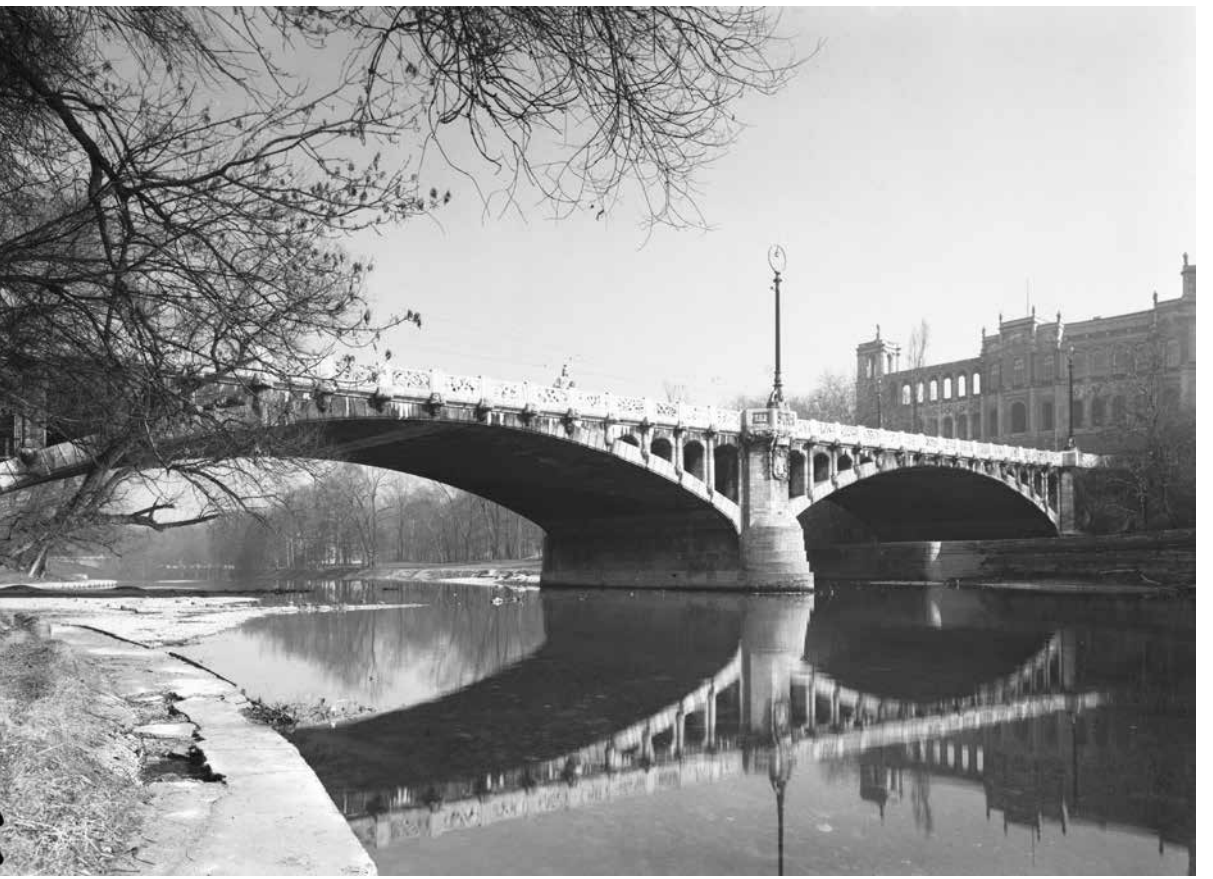
—: Vorrichtung zum Entformen von Cement-Zugprobekörpern In: Thonindustrie-Zeitung 15 (1891), Nr. 13, S. 337–338.

Peters, Tom F.: Building the Nineteenth Century. Cambridge 1996.

Picon, Antoine: Art de l'Ingenieur: Construction Entrepreneur Inventeur. Paris 1997, S. 90–92.

Polónyi, Stefan: Der Einfluss des Wissenschafts-verständnisses auf das Konstruieren. In: Graefe, Rainer (Hrsg.): Zur Geschichte des Konstruierens. Stuttgart 1989, S. 237–245.

Ricken, Herbert: Der Bauingenieur. Geschichte eines Berufes. Berlin 1994.
Ritter von Pichler, Wilhelm: Die Materialprüfungsmaschinen der Pariser Weltausstellung im Jahre 1878. Leipzig 1879.
Rohrkrämer, Thomas: Eine andere Moderne? Zivilisationskritik, Natur und Technik in Deutschland 1880–1933. Paderborn 1999.
Rothe, Theodor von: Baumaschinen und Geräte für die Baustelle. Bericht 14 der Technischen Berichte, hrsg. v. Leipziger Messamt. Berlin 1936.
Scheidegger, Fritz: Kleine Geschichte der Bindemittel. In: Ders. (Hrsg.): Aus der Geschichte der Bautechnik, Bd. 1. Basel 1990, S. 75–86.
Séjourné, Paul: Grandes Vôutes. Bd. 4. Bourges 1913.
Simonnet, Cyrille: Le béton. Histoire d'un matériau. Marseille 2005.
Spitzer, Josef Anton: Berechnung der Gewölbe. In: Beton-Kalender 1906. Taschenbuch für den Beton- und Eisenbetonbau. II. Teil. Berlin 1905, S. 169–184.
Stange, Albert: Das Deutsche Museum von Meisterwerken der Naturwissenschaft und Technik in München. Historische Skizze. München/Berlin 1906.
Stegmann, Knut: Das Bauunternehmen Dyckerhoff & Widmann. Zu den Anfängen des Betonbaus in Deutschland 1865–1918. Tübingen/Berlin 2014.
Stiglat, Klaus: Brücken am Weg. Frühe Brücken aus Eisen und Beton in Deutschland und Frankreich. Berlin 1997.
Trauer, Günther; Gehler, Willy: Die Jahrhunderthalle in Breslau. Berechnung, Konstruktion und Bauausführung. Sonderdruck aus Armierter Beton, Jahrgänge 1913 und 1914.
Wayss & Freytag A.G. (Hrsg.): Festschrift aus Anlass des fünfzigjährigen Bestehens Stuttgart 1925.
Wayss & Freytag (Hrsg.): 1875–1995. Ideen werden Wirklichkeit. Firmenschrift. Frankfurt a. M./Mannheim 1995.
Wittfoth, Hans: Triumph der Spannweiten. Vom Holzsteg zur Spannbetonbrücke. Düsseldorf 1972.
Zeller, Thomas: Straße, Bahn, Panorama. Verkehrswege und Landschaftsveränderung in Deutschland von 1930 bis 1990. Frankfurt a. M./New York 2002.



Münchner Isarbrücken [1]

Dirk Bühler

Einen Bogen zwischen dem auf einer Isarinsel erbauten Museum und den ab 1898 aus Beton erbauten Isarbrücken und ihrer Geschichte zu spannen, liegt auf der Hand. Darüber hinaus kommt dem Brückenbau für die Geschichte der Stadt München eine enorme Bedeutung zu, denn schließlich nahm sie ihren Anfang durch – will man es höflich ausdrücken – die »Verlegung« einer Isarbrücke vor über 850 Jahren: eine Maßnahme, die zum Ausgangspunkt für die Gründung der Stadt werden sollte. Und außerdem ist da, ganz in der Nähe dieses geschichtsträchtigen Isarübergangs, die im Mai 1998 eröffnete Ausstellung »Brückenbau« im Deutschen Museum mit der ihrerseits berühmt gewordenen Brücke aus Stahl und Glas, die voraussichtlich 2019 nach dem Abschluss der ersten Phase der Generalsanierung des Deutschen Museums, die insgesamt bis 2025 geplant ist, ein zweites Mal eingeweiht wird.

Was die Brückenverlegung und Stadtgründung angeht, soll nur noch einmal daran erinnert werden, dass Heinrich der Löwe 1158 die Isarbrücke in Oberföhring zerstörte, deren Wegezoll dem Bischof von Freising zugutekam, um seinerseits in den Genuss der Zölle am neuen, jetzt südlicher gelegenen und weltlich beherrschten Isarübergang zu kommen. Es war also eine politische und wirtschaftliche Maßnahme, der die Stadt München ihre Entstehung verdankt. Die Isarbrücke sollte über Jahrhunderte hinweg im wirtschaftlichen und verkehrstechnischen, aber auch im symbolischen Mittelpunkt des städtischen Lebens stehen. Innovativ und folgenreich war dieses Vorgehen ganz gewiss, aber galt das auch für die technische Umsetzung des Vorhabens beim Brückenbau, und was bedeutete damals die Überwindung eines wilden Gebirgsflusses wie der Isar? Wie diese erste Brücke tatsächlich aussah, lässt eine Beschreibung aus dem Stadtrechtsbuch von 1347 erahnen: Eine hölzerne Pfahljochbrücke muss es wohl gewesen sein, eine Brückenbauweise, die uns die Römer überliefert hatten, wie wir aus Caesars »de bello gallico« wissen. Beim Bau wurden im Abstand von etwa 10 m Böcke aus Holz längs in das Flussbett der Isar gerammt und mittels Holzbohlen zu einer Brücke miteinander verbunden. Natürlich konnte diese Konstruktion trotz aller technischer Kniffe, die angewandt wurden, um Standsicherheit in der starken Strömung zu verbessern, vor allem während der häufigen Hochwasser nicht dauerhaft bestehen und musste daher alle paar Jahre wieder gründlich repariert oder ganz neu gebaut werden. Erst 1750 bis 1752 lösten zunächst steinerne Brückenpfeiler die hölzernen Joche auf der stadtzugewandten Isarseite ab.

1 Dieser für den vorliegenden Band leicht überarbeitete Text erschien erstmals in Kultur & Technik 32 (2008), H. 3, S. 14–19, unter dem Titel »Münchner Isarbrücken: Die Geschichte einer Familie«.

1760 wurden die ersten Brückenbögen auf der stadtabgewandten Seite mit Stein gebaut und schließlich wurden 1776 die steinernen Pfeiler auf der anderen Seite mit einem steinernen Überbau vervollständigt. Doch auch diese Brücke hatte keinen dauerhaften Bestand und wurde 1822 bis 1828 durch einen Neubau nach einem Entwurf von Leo von Klenze ersetzt, die mit Renovierungen, Umbauten und Verbreiterungen bis zum Bau der heutigen Ludwigsbrücken über die beiden Isararme im Jahre 1935 ihren Dienst taten.[2]

Die stadtzugewandte Brücke von 1935 über die Kleine Isar ist als Modell in der Ausstellung Brückenbau zu sehen. Ihr Bau wurde damals vom Turm des Deutschen Museums aus interessiert beobachtet und dokumentiert. Darüber hinaus ist in der Ausstellung eine ganz besondere Brücke zu sehen und sogar zu benutzen: der Fußgängersteg aus Glas und Stahl aus dem Büro Schlaich, Bergermann und Partner, über den ja schon oft und ausführlich berichtet worden ist.[3]

Nachdem an anderer Stelle[4] bereits anlässlich des 150-jährigen Jubiläums der Großhesseloher Brücke eine historische Stahlkonstruktion über die Isar im Mittelpunkt stand, sollen hier nun die zwei Holzbrücken und die – ihrer einheitlichen Gestaltung wegen so genannten – Münchener Betonbrückenfamilie über die Isar in unmittelbarer Nähe zum Museum beschrieben werden.

Die Münchener Betonbrücken sind in ihrer gestalterischen und baulichen Einheitlichkeit und durch ihre frühe Entstehungszeit wohl als einmalig zu bezeichnen, denn vor allem beim Brückenbau mit dem modernen Baustoff Beton nahm Bayern schon früh eine bedeutende Stellung ein. Seit die erste Romancementfabrik im Jahre 1832 in München eröffnet worden war, breiteten sich bis 1845 weitere Fabriken in ganz Bayern aus. Ab 1847 wurde die Kalkfabrik Schwenk in Ulm zum Hauptlieferanten von Roman-, später von Portlandzement in Süddeutschland.[5] Die erste Portlandzementfabrik Deutschlands eröffnete bereits 1855 in Züllchow bei Stettin, während etwa in Rüdersdorf bei Berlin, wo man die riesigen Kalklager seit dem 16. Jahrhundert nutzte, ab 1836 zunächst nur hydraulische Kalke hergestellt wurden, bis schließlich im Jahre 1884 – zu einem recht späten Zeitpunkt – die Produktion von Portlandzement ihren Anfang nahm. Für Süddeutschland war neben der Schwenk'schen Zementfabrik die Gründung der Portlandzementfabrik in Amöneburg bei Mainz unter der Leitung von Wilhelm Gustav (1805–1894) und Eugen Dyckerhoff (1844–1924) im Jahre 1865 von wesentlicher Bedeutung. Aus dieser Fabrikantendynastie ging einige Jahre später die Baufirma Dyckerhoff & Widmann AG hervor, in der besonders Ingenieure wie Franz Dischinger (1887–1953) und Ulrich Finsterwalder (1897–1988) als Vorreiter der modernen Betontechnologie wirkten.

2 Siehe auch Rädlinger, *Geschichte*, 2008.
3 Bühler, *Brücke*, 1999, S. 6—10.
4 Bühler, *München*, 2008, S. 52—57.
5 *Erinnerung*, 1899.

1+2 Der Kabelsteg von 1898.

Die erste Brücke aus Beton in München entstand im Jahre 1892 über den Kanal zum Schloss Nymphenburg, ganz zeitgemäß als Bogenbrücke mit einer Dekoration, die der Schlossarchitektur angemessen und daher dem Barock nachempfunden war. Für den Bau der Brücke, dem viele Experimente mit dem neuen Baustoff vorausgegangen waren, musste damals noch eine Firma aus Berlin engagiert werden.

Doch bereits die zweite Münchener Betonbrücke, ein Kleinod des Jugendstils, wurde im Jahre 1898 schon von einem bayerischen Unternehmen erbaut. Es ist die Isarbrücke bei der Isarlust, eine der schönsten Münchener Brücken. Heute wird sie Kabelsteg genannt, weil sie die Stromkabel für die Stadtbeleuchtung und die Straßenbahn von einem 1883 gebauten und 1893 vergrößerten Flusskraftwerk auf der Höhe des Muffatwerks über die Isar führte.

Nach einem Entwurf aus dem Stadtbauamt wurde diese Brücke vom Münchener Bauunternehmen Wayss & Freytag AG gebaut. Sie besteht aus zwei schwungvollen und flachen, dabei besonders schlanken Bögen, die in Bogenmitte mit einer Bauhöhe von nur 55 Zentimetern auskommen. Am Ausgangspunkt der Bögen über dem Mittelpfeiler prangt ein ovales Auge; Simse und Ornamente unterstreichen die gelungene gestalterische Wirkung. Auch das Brückengeländer und die Straßenlaternen aus Eisen sind stilistisch auf den Gesamtentwurf abgestimmt (Abb. 1 und 2).

Die Möglichkeit für einen grundlegenden Neubeginn in Sachen Brückenbau ergab sich für die Stadt München nach einer verheerenden Überschwemmung vom 14. September 1899, bei der alle Isarbrücken beschädigt oder weitgehend zerstört wurden. Die wieder zu errichtenden Brücken sollten jetzt natürlich, ganz im Sinne eines wirtschaftlich aufstrebenden bayerischen Staatswesens, ebenfalls aus dem modernen Baustoff »Stampfbeton« hergestellt sein. Moderne Rüst-, Stampf- und Bewehrungsverfahren sollten dabei zum Einsatz kommen. Weil Prinzregent Luitpold (1821–1912) und der betriebsame 1. Bürgermeister Münchens, Wilhelm Georg von Borscht (1857–1919), darüber hinaus eine stilistische Einheitlichkeit und Ästhetik für die Brückenneubauten anstrebten, wurden 1901 die großen Münchener Meisterarchitekten Friedrich von Thiersch (1852–1921) und Theodor Fischer (1862–1938) mit den Entwürfen beauftragt. Das Ergebnis ist eine Abfolge von sechs neuen Isarbrücken im Innenstadtgebiet, deren flache Stampfbetonbögen einheitlich mit Muschelkalk verkleidet sind. Doch über die einheitlich geformten Bögen und ihre Verkleidungen hinaus, die ihre Wirkung auf die städtebauliche Harmonie nicht verfehlen, weist sich jede der sechs Brücken zusätzlich durch individuelle Gestaltungs- und Unterscheidungsmerkmale als unverwechselbares Einzelstück aus.

Der erste dieser sechs Entwürfe stammt noch aus der Königlich-Bayerischen Obersten Baubehörde und betrifft die 1900 bis 1901 erbaute Luitpoldbrücke im Verlauf der Prinzregentenstraße. Hier sind nur die Fundamente aus Beton, der Überbau besteht aus massiven, gemauerten Muschelkalkbögen. Die Bauarbeiten übernahm die Münchener Firma Sager & Woerner, die nach und nach schließlich für den Bau aller sechs Brücken den Zuschlag erhielt. Gleich danach wurde in den Jahren 1901 bis 1902 die Max-Joseph-Brücke nach dem Entwurf von Theodor Fischer bereits als vollständiger Stampfbetonbogen mit Muschelkalkverkleidung gebaut.

Baulich ist die Cornelius-Brücke in der Corneliusstraße die interessanteste der sechs »Geschwister« (Abb. 3–4). Sie sollte, nach dem Entwurf von Friedrich von Thiersch, eine zusätzliche Verbindung zwischen Innenstadt und der Au

3+4
Die Corneliusbrücke.

bringen und wurde nach Peter von Cornelius benannt, dem beliebten Zeichner und Maler der Romantik (1783–1867). Der Bogen über die Große Isar bestand noch ganz aus Muschelkalkquadern, die beiden anderen aber wurden in den Jahren 1901 bis 1903 aus Stampfbeton mit Muschelkalkverkleidung hergestellt. Die Fahrbahnplatte ist ebenfalls aus Beton, der auf eine Sandschüttung aufgebracht wurde. Technisch handelt es sich um Dreigelenkbögen, eine Neuerung im Brückenbau, die erst wenige Jahre zuvor im Stein- und Betonbau eingeführt worden war.

Doch am 26. August 1902 geschah das Unglück, das für die weitere Entwicklung des Betonbaus wesentlich sein sollte: Das hölzerne Lehrgerüst stürzte beim Betonieren ein. Bei den folgenden gerichtlichen Untersuchungen wurde festgestellt, dass die Rüstung wesentliche Mängel aufwies: Die Zimmerer hatten schlechtes Holz mit Zapflöchern aus einem abgerissenen Wehr wieder-

verwendet, das schließlich nach einer Absenkung des Gerüsts im Baugrund zum Einsturz und in der Folge zu sechs Monaten Gefängnis für die verantwortlichen Zimmerleute führte.[6] Dass das Lehrgerüst beim Betonieren des Bogens für die Corneliusbrücke nachgab und zusammenbrach, gereichte den Münchener Ingenieuren am Ende jedoch zum Vorteil, denn schon am 4. Juli desselben Jahres wurden die neuen ortspolizeilichen Vorschriften erlassen, die die Herstellung von normgerechtem Beton und die zugelassenen Betonierverfahren erläuterten, Regeln für den Bau der Gerüste, der Schalung und für das Ausschalen aufstellten sowie die Pflichten der Bauaufsicht definierten. Mit diesen Vorgaben wurden etwas später vom Deutschen Betonverein die längst notwendigen »Leitsätze für die Verarbeitung, Ausführung und Prüfung von Bauten aus Stampfbeton« erstellt und nach ihrer Veröffentlichung 1906 im ganzen Reich verbindlich.

Die nächste Brücke, die Reichenbachbrücke, besteht aus vier Dreigelenk-Stampfbetonbögen mit Muschelkalkverkleidung und entstand in den Jahren 1902 bis 1903 nach einem Entwurf von Friedrich von Thiersch im Zuge der Fraunhoferstraße als Verbindung zwischen Angertor und Mariahilfplatz in der Au. Benannt wurde die Brücke nach Georg von Reichenbach (1772–1826), dessen optische Instrumente legendär waren. Erste Planungen für diesen Übergang gab es schon seit 1816. 1832 wurde dann eine Jochbrücke aus Holz errichtet, die 1842 einer neuen nach den Plänen von Architekt Friedrich von Gärtner (1791–1847) und Stadtbaurat Karl Muffat weichen musste. Doch auch diese Brücke war ständig reparaturbedürftig, überlebte aber immerhin das Hochwasser von 1899. So wurde sie nur der Eingliederung in das Gestaltungskonzept der Isarbrücken wegen neu gebaut. Neuerungen sind die aufgeständerte Fahrbahn zur Gewichtsersparnis und die Wiederverwendung der Gerüste beim Bau der Wittelsbacher Brücke. Eine Besonderheit dieser Brücke sind die Reliefs an den Flusspfeilern und die erst 1925 an den Brückenzugängen hinzugefügten Skulpturen. Erst 1964 musste die Brücke nochmals erneuert werden (Abb. 5 und 6).

Ebenfalls von Friedrich von Thiersch ist der Entwurf für die Maximiliansbrücke, die zwischen 1903 und 1905 aus Stampfbetonbogen mit Muschelkalkverkleidung errichtet wurde, während die Entwürfe für die 1901 bis 1902 erbaute Max-Joseph-Brücke und die 1904 bis 1905 errichtete Wittelsbacher Brücke von Theodor Fischer stammen: Gebaut wurden die beiden Brücken wieder von der Baufirma Sager & Woerner (Abb. 7 und 8).

6 Der Einsturz der Corneliusbrücke in München. In: Zement und Beton 2 (1903), Nr. 12, S. 186–189.

5+6 Die Reichenbachbrücke mit einem der Reliefs an den Flusspfeilern.

7 Die Maximiliansbrücke zum linken Isarufer.

8 Die Maximiliansbrücke zum rechten Isarufer.

Schnell hatten sich im 19. und beginnenden 20. Jahrhundert neben der Stampfbetonweise auch neue Bauverfahren mit eisenbewehrtem Beton entwickelt; Joseph Moniers (1823–1906) Bewehrung mit Eisenstäben war bereits marktführend, als erste Versuche mit vorgespannten Bewehrungen durchgeführt wurden und auch die gerüstsparende Melanbauweise aufkam.

Die erste bayerische Stahlbetonbrücke stammt denn auch aus der gleichen Zeit wie die anderen Isarbrücken. Es ist die durch ihre majestätischen Bogen besonders eindrucksvoll wirkende Isarbrücke bei Grünwald, die 1904 nach dem Entwurf von Emil Mörsch (1872–1950) fertiggestellt wurde (Abb. 9). Mörsch war seit 1901 Leiter des technischen Büros der Baufirma Wayss & Freytag in München und Professor an der ETH Zürich. Seine eleganten Bögen hatten 70 m Spannweite. Nach teilweiser Zerstörung 1945, Umbauten 1948 und 1972 wurde die Grünwalder Brücke schließlich abgerissen und 2001 durch eine ähnlich gestaltete Stahlbrücke ersetzt.

Der 1906 begonnene Bau des Deutschen Museums ist ebenfalls ein eindrucksvolles Beispiel für die modernen Betonbauverfahren nach Joseph Monier und François Hennebique (1842–1921). Rechtzeitig zur Eröffnung des Museumsneubaus auf der jetzt in »Museumsinsel« umbenannten »Kohleninsel« wurden die provisorisch erbauten Holzbrücken von 1897 in den Jahren 1924 und 1925 durch die modernen Stahlbetonbrücken – die sogenannte Boschbrücke im Westen (Abb. 10) und die Zenneckbrücke im Osten – ersetzt. Sie wurden als gevoutete Plattenbalkenkonstruktionen auf gut gestalteten Betonpfeilern erbaut. Eine zwar schlichte und funktionale, aber doch gestalterisch anspruchsvolle Bauweise, die dem damaligen Stand der Technik entsprach und damit einer Stilform, die sich auch beim Sammlungsbau wiederfindet. Ausgeführt wurden die Brückenbauarbeiten denn auch von derselben Baufirma Wolle, die wesentlich am Bau des Museums beteiligt war.

Der Bau der Ludwigsbrücke, die in einem Bogen von 43 m die Isar überspannt, war in den Jahren 1934 und 1935 ein besonders öffentlichkeitswirksames Ereignis, denn das Bauwerk entstand vor den Toren des Deutschen Museums auf der Nordseite der Isarinsel (Abb. 11–13). Von dort aus wurde der

9 Diorama der Baustelle der Isarbrücke bei Grünwald.

10 Die Boschbrücke.

11+12 Die Ludwigsbrücke im Bau, die Stahlträger und die darunter angebrachte Schalung sind gut zu erkennen.

13 Die fertige Ludwigsbrücke.

Baufortschritt stets von Besuchern beobachtet und von Ingenieuren dokumentiert, so dass selbstverständlich auch ein Modell dieser Brücke für die Ausstellung »Brückenbau« angefertigt wurde. Diese in Melanbauweise als Dreigelenkbogen errichtete Brücke besticht auch heute noch durch den sanften Schwung ihrer Wölbung und ihre vornehm zurückhaltende Dekoration. Der Ingenieur Joseph Melan (1853–1941) aus Prag hatte im Jahre 1892 eine neue – von Moniers Verfahren abweichende – Bauweise für eine Stahlbetonbrücke im österreichischen Steyr entwickelt, die den Bau eines hölzernen Lehrgerüstes erspart. Dafür wurden genietete Gitterträger aus Stahl dicht nebeneinander im Freivorbau errichtet. An der Unterseite dieser starren, meist bogenförmigen Stahlkonstruktion wurde die Schalung für den Beton aufhängt. Die Gitterträger wurden einbetoniert und dienten nach dem Erhärten des Betons als Bewehrung; danach konnte die Schalung entfernt werden.

Doch nicht alle berühmten Münchener Isarbrücken sind aus Beton. Isarauf- und abwärts gibt es noch zwei bedeutende Holzbrücken, die besonders erwähnenswert sind.

Seit 1991 ziert die neue Thalkirchener Brücke aus dem Büro von Richard Dietrich als räumliches Fachwerk die Landschaft der oberen Isar in München. Hier musste eine 1903 bis 1904 erbaute, baufällige Holzbrücke durch eine neue, moderne Holzkonstruktion ersetzt werden, die auf den bestehenden Massivpfeilern errichtet werden sollte. Das ganze neue Tragwerk besteht aus nur zwölf verschieden langen Stäben, die beidseitig mit Stabköpfen aus Gussstahl ausgerüstet sind. Eine klare und eindeutige Konstruktion, die gleichzeitig die ursprüngliche Form der alten Brücke mit moderner Leichtigkeit wieder aufnimmt und sich der natürlichen Flusslandschaft anpasst.

Im nördlichen, unteren Isartal bei Sankt Emmeram und damit etwa an der Stelle in Oberföhring, an der Heinrich der Löwe einst die Brücke des Bischofs niederriss, brannte in der Nacht vom 2. auf den 3. September 2002 die erst 1978 errichtete Holzbrücke, eine überdachte Fachwerkkonstruktion[7], ab. Böse Zungen behaupten, dass man sich ein Gutteil der Entsorgungskosten hätte sparen können, hätte sich die Feuerwehr mit den Löscharbeiten nicht allzu sehr ins Zeug gelegt. Immerhin steht heute an derselben Stelle wieder eine neue, hölzerne Oberföhringer Brücke, wie die Thalkirchener Brücke ein Entwurf aus dem Büro Dietrich zusammen mit dem Ingenieurbüro Süss-Staller-Schmitt. Die neue Brücke ist ebenfalls eine überdachte Holzkonstruktion, die sich jedoch im Gegensatz zum Vorgängerbau durch ihre besonders filigrane Struktur auszeichnet.

7 Siehe auch Hackelsberger, *München,* 1981.

Diese beiden zuletzt beschriebenen Holzbrücken markieren die Endpunkte unseres Rundgangs zu den innerstädtischen Isarbrücken und ihren Entstehungsgeschichten. Die historische Bedeutung dieser Brücken für die nun mehr als 850 Jahre alte Stadt ist heute in unserem verkehrsreichen Alltag oft nicht mehr präsent. Über diese Bedeutung hinaus sind sie alle auch als technische Denkmale und als konstruktive Merkzeichen in der Münchener Stadtlandschaft von hohem ästhetischen und symbolischen Wert.

Literatur

– Erinnerung an Ehingen a. d. Donau. August 1899. Den Teilnehmern an dem Sommerausflug des Deutschen Vereins für Fabrikation von Ziegeln, Thonwaren, Kalk und Cement gewidmet von dem Stuttgarter Immobilien- und Bau-Geschäft. [Stuttgart] 1899.

Bühler, Dirk: Die Brücke im Raum. In: Die Brücke im Raum, hrsg. v. Deutsches Museum, Stahl-Informations-Zentrum, Düsseldorf, Vereinigte Glaswerke, Aachen. Redaktion: Dirk Bühler (Leitung, Koordination) und Alex Klubertanz (Produktion). München 1999, S. 6—10.

–: Von München nach Innsbruck. Die Eisenbahnbrücke Großhesselohe. In: Kultur & Technik 32 (2008), H. 2, S. 52—57.

Hackelsberger, Christoph: München und seine Isar-Brücken. München 1981.

Rädlinger, Christine: Geschichte der Münchener Brücken. Brücken bauen von der Stadtgründung bis heute. München 2008.

EX LIBRIS

DES DEUTSCHEN MUSEUMS
VON MEISTERWERKEN DER
NATURWISSENSCHAFT UND
TECHNIK ▫ ▫ MÜNCHEN
GESTIFTET v.

E. Probst

Georg Ernst contra Julius Springer
Zeitschriften zum Eisenbetonbau

Helmut Hilz

Neue Aufgaben, Berufsfragen – die Veränderungen des jeweiligen Fachgebiets spiegeln sich in den Ingenieur- und Naturwissenschaften in Zeitschriften stärker als in Buchpublikationen wider. Publikationen in Zeitschriften ermöglichen es, Wissen in der jeweiligen Fachöffentlichkeit schnell verfügbar zu machen. Gleichzeitig dienen sie aber auch als Brücke zwischen der Wissenschaft und der interessierten Öffentlichkeit.

Es ist kein Zufall, dass die Entstehung der wissenschaftlichen Zeitschrift als neues Medium im 17. Jahrhundert mit dem Aufschwung der Naturwissenschaften im Zuge der Wissenschaftlichen Revolution zusammenfiel. Bis zur Entstehung technischer Zeitschriften, darunter auch erster Zeitschriften zum Bauwesen, sollten allerdings noch über hundert weitere Jahre vergehen. Es war der durch die Industrialisierung ausgelöste Wandel, der zur Entstehung technischer Zeitschriften, auch zum Bauwesen, führte.

Bauzeitschriften bis 1900

Die Bauzeitschriften im deutschen Sprachraum wandten sich von ihren Anfängen im späten 18. Jahrhundert bis zur vorletzten Jahrhundertwende gleichermaßen an Architekten und Ingenieure. Erst um 1900 begannen sich die Zeitschriften wie auch die Ausbildung entweder auf Architektur oder Bauingenieurwesen zu spezialisieren.

Erste deutsche Zeitschriften zum Bauwesen erschienen seit dem Ende des 18. Jahrhunderts. Diese Zeitschriften waren allerdings durchwegs kurzlebig und verschwanden nach wenigen Jahren wieder vom Markt. Ein Beispiel dafür sind die von Heinrich von Pechmann (1774–1861) herausgegebenen »Jahrbücher der Baukunde«, die von 1825 bis 1832 in München publiziert wurden.

Den ersten großen Aufschwung nahm die Bauzeitschrift im zweiten Drittel des 19. Jahrhunderts. Dies hatte im Wesentlichen drei Gründe: Erstens wuchs mit der Ausbildung an den Polytechnischen Schulen die Zahl der im Bauwesen Ausgebildeten kontinuierlich an und damit die der potenziellen Leser und Autoren. Ließen doch erst diese Schulen einen Ingenieurstand entstehen, der vermehrt technische Literatur nachfragte und selbst technische Literatur verfasste. Zweitens vergrößerte der durch den Eisenbahnbau ausgelöste Bauboom

den potenziellen Markt zusätzlich und führte gleichzeitig zu einer Ausweitung der Inhalte. Und drittens begannen mit dem Aufkommen des Maschinenpapiers seit den 1840er Jahren die Papierpreise merklich zu sinken, was zu einer Reduzierung der Zeitschriftenpreise führte. Der regelmäßige Bezug einer Zeitschrift wurde damit für einen größeren Kreis potenzieller Interessenten wirtschaftlich überhaupt erst möglich. Unter der beachtlichen Anzahl an Bauzeitschriften sind an erster Stelle das »Journal für die Baukunst« (1829–1851), die »Allgemeine Bauzeitung« (1836–1918) und die »Zeitschrift für praktische Baukunst« (1841–1881) zu nennen. Diese Zeitschriften deckten das Gesamtfeld von Architektur und Bauingenieurwesen ab. So waren darin Beiträge zu Privathäusern oder Theaterbauten ebenso zu finden wie zu Brücken oder Hafenanlagen. Inhaltlich verlagerte sich in der zweiten Jahrhunderthälfte der Schwerpunkt dann allmählich auf die Lösung mathematisch-technischer Probleme oder künstlerischer Aufgaben. Letztlich war dies eine Folge der veränderten Ansprüche der an den Polytechnischen Schulen ausgebildeten Leser. Dagegen trat die Behandlung stärker praxisorientierter Fragen immer mehr in den Hintergrund. Parallel dazu entstanden deshalb Zeitschriften, wie die »Zeitschrift für Bauhandwerker« (1857–1863), deren Adressatenkreis Baumeister und Bauunternehmer waren.[1]

Über die engeren bautechnischen Fachzeitschriften hinaus waren auch immer die allgemeinen fachübergreifenden technischen Zeitschriften, wie das »Polytechnische Journal« (1820–1931) und die »Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure« (seit 1857), zentrale Foren für die Bautechnik und stellen damit ebenfalls wichtige Quellen für historische Untersuchungen zu diesem Themenfeld dar. In ähnlicher Weise bildeten auch die Zeitschriften der seit den 1820er Jahren gegründeten, meist regional ausgerichteten Architekten- und Ingenieurvereine Plattformen zur Erörterung bautechnischer Fragen. Beispiele dafür sind »Der Civilingenieur – Zeitschrift für das Ingenieurwesen« (1854–1896) des Sächsischen Ingenieur- und Architekten-Vereins, die »Zeitschrift des Oesterreichischen Ingenieur- und Architektenvereins« (1865–1957) und die »Zeitschrift des Bayerischen Architekten- und Ingenieur-Vereins« (1869–1877).[2] Die österreichische Zeitschrift brachte bereits vor 1900 die ersten Aufsätze zum Eisenbetonbau von Paul Neumann (1890), Max von Thulli (1896), Fritz von Emperger (1897) und Joseph Anton Spitzer (1896, 1898, 1901) heraus.[3]

Die Entwicklung am Ende des 19. und zu Beginn des 20. Jahrhunderts ist, ähnlich wie in anderen Fachgebieten, durch eine zunehmende Spezialisierung der Bauzeitschriften gekennzeichnet. Darin spiegelt sich zugleich die all-

1 Fuhlrott, *Werdezeit,* 1976, S. 33–46, passim.
2 Hilz, *Technische Zeitschriften,* 2009, S. 77–79.
3 Kurrer, *Entwicklung,* 1999, S. 44.

mähliche Trennung von Architektur und Bauingenieurwesen wider. Gerade im Verlauf der 1890er Jahre wurden zahlreiche neue Zeitschriften zum Bauwesen gegründet: Waren es 1890 im deutschen Sprachraum erst 79 Zeitschriften, so stieg deren Zahl bis 1900 auf 224 und bis 1913 auf 301. Der Anteil am deutschen Gesamtzeitschriftenmarkt lag damit bei knapp 5 %.[4] Einer der Gründe für das Wachstum der Bauzeitschriften war die zunehmende Bedeutung des Eisenbetonbaus und der Fragestellungen zum Umgang mit dem Baustoff.

Beton wird Thema

Die Begründung von Fachzeitschriften gilt allgemein als ein wichtiges Kennzeichen für die Verselbstständigung einer Fachdisziplin. Die zunehmende Bedeutung des Eisenbetonbaus verstärkte zu Beginn des 20. Jahrhunderts die Spezialisierung von Bauingenieuren und Architekten. Mit »Beton und Eisen« (seit 1902) und »Armierter Beton« (seit 1908) wurden die beiden wichtigsten deutschen Fachzeitschriften für den Eisenbetonbau begründet. Diese Zeitschriften wandten sich ausschließlich an Bauingenieure und nicht mehr an Architekten.

Ganz selbstverständlich hat der 1851 gegründete, auf das Bauwesen ausgerichtete Berliner Verlag Wilhelm Ernst & Sohn begonnen, sich auch auf dem neuen Gebiet des Eisenbetonbaus zu engagieren. Das Verlagshaus verfügte über engste Kontakte zu den in Bauverwaltung, Bauwirtschaft und Hochschulen wichtigen Personen und konnte damit die Marktchancen neuer Zeitschriften gut einschätzen. Dabei trug die räumliche Nähe zu den Entscheidern sicher nicht unwesentlich bei. Bis 1877 hatte der Verlag seine Büros im Gebäude der Bauakademie und zog dann in die Wilhelmstraße in die Nachbarschaft des Architekten-Vereins. Schon allein deshalb bestand ein täglicher, enger Kontakt zur Fachöffentlichkeit. Schon seit dem Gründungsjahr 1851 erschien die »Zeitschrift für Bauwesen« (1851–1931) und seit 1881 dann auch das »Zentralblatt der Bauverwaltung« (1881–1931) bei Wilhelm Ernst & Sohn.[5] Mit Auflagen von 13 000 bzw. 5000 Exemplaren waren sie die auflagenstärksten deutschen Zeitschriften zum Bauwesen.

Neben diesen beiden zentralen Zeitschriften verlegte Wilhelm Ernst & Sohn seit 1857 auch »Die Hütte«, das älteste in Deutschland existierende Ingenieurhandbuch. Benannt ist diese noch heute existierende Publikation nach dem 1846 gegründeten, gleichnamigen Verein, in dem sich Studierende des Berliner Gewerbeinstituts zusammengeschlossen hatten. Von diesen ging 1856 die Initiative zur Veröffentlichung eines Vademekums für Ingenieure aus.

4 Lorenz, *Entwicklung,* 1937, S. 40—41.
5 Wilhelm Ernst & Sohn, *Firmenchronik,* 1966, S. 13 und S. 36; Froschauer, *Baukunst,* 2009, S. 98.
.

Der ersten Auflage dieser Formel- und Tabellensammlung lagen Vorlesungsmitschriften zugrunde. Es gliederte sich in die Hauptabschnitte »Mathematik und Mechanik«, »Maschinenbau und Technologie« sowie »Bauwissenschaft«. Deutlich spiegeln die von Auflage zu Auflage kontinuierlich an Umfang zunehmenden Ausgaben das Wachstum des (bau-)technischen Wissens wider.

Die Zeitschrift »Beton und Eisen« (Abb. 1), die seit 1943 bis zur Gegenwart unter dem Titel »Beton- und Stahlbetonbau« erscheint, wurde 1902 von dem österreichischen Bauingenieur Fritz von Emperger (1862–1942) begründet. Dieser hatte mit dem neuen Baustoff Eisenbeton bereits international Erfahrungen gesammelt und war entsprechend vernetzt: Seit 1890 hatte er in den USA die Eisenbetonbauweise kennengelernt und sich am Broadway in New York als Consulting Engineer selbstständig gemacht. 1896 kehrte er dann, seiner Frau zuliebe, nach Österreich zurück. 1900 besuchte er als Referent des Österreichischen Ingenieur- und Architektenvereins die Weltausstellung in Paris und lernte spätestens hier die international erste auf den Eisenbetonbau spezialisierte Zeitschrift »Le béton armé – Organe des concessionaires et agents du système Hennebique« (1898–1939) (Abb. 2) kennen.[6] Vor diesem Hintergrund war es ihm ein Anliegen, eine deutschsprachige Zeitschrift mit internationalem Anspruch zu gründen. Die Paralleltitel »Béton et Fer« und »Concrete and Steel« brachten dies zum Ausdruck. Zuerst im Wiener Verlag Lehmann & Wentzel publiziert, kam die Zeitschrift seit 1905 bei Wilhelm Ernst & Sohn heraus.

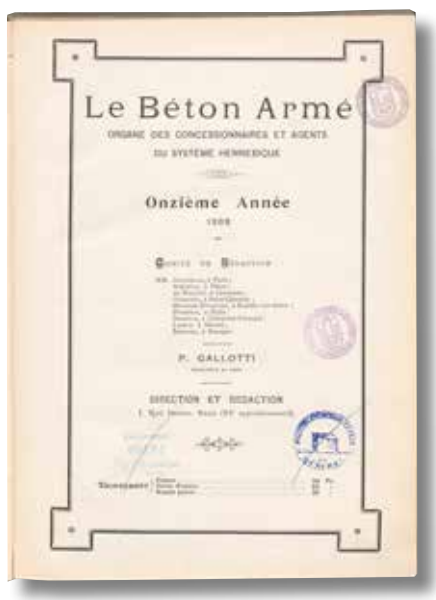
Die monatlich erscheinenden Hefte von »Beton und Eisen« enthielten sowohl wissenschaftliche Fachartikel als auch eine Zeitschriftenschau, eine Patentschau und eine Bücherschau. Diese Rubriken eröffneten dem Leser einen Gesamtüberblick über die Entwicklung im Bauingenieurwesen, vor allem im Eisenbetonbau.

Die Zeitschrift veröffentlicht bis zur Gegenwart wissenschaftliche und anwendungsbezogene Aufsätze, die sich weitgehend an einem monatlichen Themenschwerpunkt orientieren. Die Fachthemen präsentieren Forschungsergebnisse ebenso wie praxisnahe Arbeiten über Entwurf, Berechnung, Bemessung und Ausführung von Betonkonstruktionen. Daneben erscheinen Berichte über Tagungen, Messen und Ausstellungen, über Neuheiten aus der Industrie (Baumaschinen, Baugeräte, Zubehör) sowie Besprechungen der neu erschienenen Fachliteratur.[7]

Während »Beton und Eisen« sich dauerhaft als wichtigstes Forum der Eisenbetonbauer im deutschen Sprachraum etablieren konnte, gelang dies den Zeitschriften in den USA und Großbritannien nicht in vergleichbarer Form. Die dort zu Anfang des 20. Jahrhunderts entstehenden Fachzeitschriften zum

6 Kugi, *Emperger,* 1959, S. 487; Zesch, *Friedrich Emperger,* 1962, S. 157—167, passim.
7 Kurrer, *100 Jahre,* 2001, S. 212—222, passim.

1 Titelblatt des ersten Jahrgangs von »Beton und Eisen«. Dessen Gestaltung ist vom Jugendstil beeinflusst.



2 »Le Béton Armé« war die international erste, seit 1898 erscheinende Zeitschrift zum Eisenbeton.

Eisenbetonbau erschienen oft nur wenige Jahre und wiesen keine vergleichbar enge Verknüpfung mit der Fachwissenschaft auf. Dies trifft auf »Cement age« (1904–1912) und »Concrete engineering for engineers, architects and contractors« (1907–1910) in den USA ebenso zu wie auf »Concrete and constructional engineering – including prestressed concrete« (1906–1966) in Großbritannien.[8]

8 Slaton, *Concrete*, 2001, S. 111–113.

»Beton und Eisen« war Teil eines von Fritz von Emperger gemeinsam mit dem Verleger Georg Ernst (Abb. 3) entwickelten fachpublizistischen Systems, zu dem auch der seit 1906 erscheinende »Beton-Kalender« und das seit 1907 herausgegebene »Handbuch für Eisenbetonbau« zählen. Von einer Veröffentlichung in »Beton und Eisen« ausgehend, arbeiteten die jeweiligen Autoren ihren Stoff auch für den »Beton-Kalender« und/oder das »Handbuch für Eisenbetonbau« aus. Dabei stammten die von Emperger und Ernst gewonnenen Autoren aus den Bauverwaltungen und den Bauwissenschaften ebenso wie aus der Bauwirtschaft.

»Ingenieur-Kalender« wie der »Beton-Kalender« (Abb. 4) entwickelten sich, beginnend mit dem »Berg- und Hüttenkalender«, seit der Mitte des 19. Jahrhunderts zu einem wichtigen Hilfsmittel für den Arbeitsalltag. Sie begleiteten Ingenieure in Bergwerke und Fabriken wie auf Baustellen. Von Format und Umfang waren sie so gestaltet, dass die Bücher bequem in der Jackentasche Platz fanden und so ein schnelles, unmittelbares Nachschlagen erlaubten. Der »Beton-Kalender« sollte sich zu einer der erfolgreichsten Publikationen seiner Art entwickeln. Schon der erste Jahrgang erschien 1906 in einer Auflage von 5000 Exemplaren.

Emperger und Ernst setzten dabei auf einen am Baustoff orientierten »Ingenieur-Kalender« (Abb. 5) und nicht auf einen allgemeinen »Bauingenieur-Kalender«. Der noch heute erscheinende »Beton-Kalender« entwickelte sich zur wichtigsten Publikation für Bauingenieure im deutschen Sprachraum und diente dem Verlag als Modell für den »Stahlbau-Kalender« (seit 1935) und den »Mauerwerk-Kalender« (seit 1976). Neben Formeln und Tabellen bildeten immer auch Inserate einen wichtigen Teil des Inhalts. Firmen, die im »Beton-Kalender« Anzeigen schalteten, konnten sich sicher sein, dass ihre Leistungen auch nachgefragt wurden.[9]

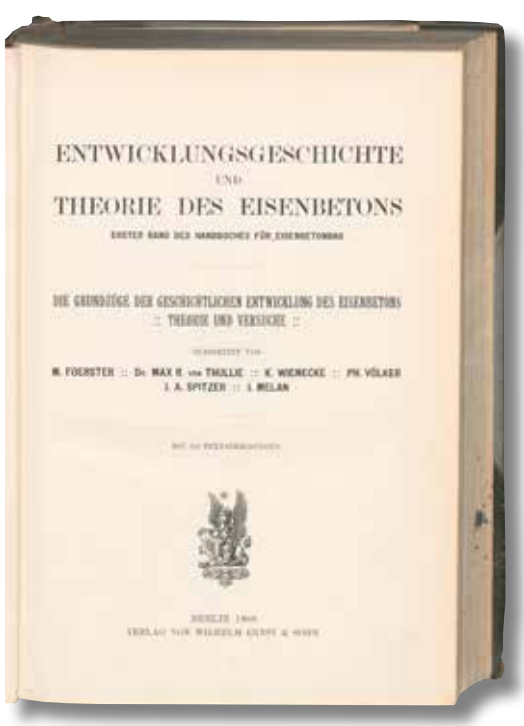
Abgerundet wurde das Verlagskonzept mit dem »Handbuch für Eisenbetonbau«, das in seiner ersten, ab 1908 erscheinenden Auflage vier Bände umfasste. Die zweite, wesentlich umfangreichere Auflage, die schon ab 1910 folgte, umfasste 13 Bände. Vom »Handbuch für Eisenbetonbau« sollten nach dem Ersten Weltkrieg noch zwei weitere Auflagen auf den Markt kommen.

Mit »Beton und Eisen«, dem »Beton-Kalender« und dem »Handbuch für Eisenbetonbau« wurde ein über Jahrzehnte erfolgreiches Publikationssystem entwickelt. Um den Zugang zur kaum noch zu überblickenden Fachliteratur zu erleichtern, erschien seit 1963 bei Wilhelm Ernst & Sohn auch die von der Dokumentationsstelle für Bautechnik in der Fraunhofer-Gesellschaft herausgegebene »Schrifttumkartei Beton«. Dieser Nachzügler aber hatte nicht den gleichen Erfolg und wurde deshalb 1975 bereits wieder eingestellt.

9 Kurrer, *100 Jahre*, 2005, S. 795—811, passim.

4 Der kleinformatige »Beton-Kalender« erscheint seit 1906 und ist damit ein Longseller, vergleichbar mit dem »Duden«.

3 Georg Ernst (1880–1950) verlegte mit »Beton und Eisen«, dem »Beton-Kalender« und dem »Handbuch für Eisenbetonbau«, die wichtigsten Publikationen zum Thema Eisenbetonbau.


ENTWICKLUNGSGESCHICHTE
UND
THEORIE DES EISENBETONS

EIGTER BAND DES HANDBUCHES FÜR EISENBETONBAU

DIE GRUNDZÜGE DER GESCHICHTLICHEN ENTWICKLUNG DES EISENBETONS
:: THEORIE UND VERSUCHE ::

W. FOERSTER :: Dr. MAX R. von THULLIE :: K. WIENECKE :: PH. VÖLKER
J. A. SPITZER :: J. MELAN

BERLIN 1906
VERLAG VON WILHELM ERNST & SOHN

5 Das »Handbuch für Eisenbetonbau« ist ein wichtiges Beispiel für die um die Jahrhundertwende aufkommenden Ingenieur-Handbücher.

Das neue lukrative Feld des Eisenbetonbaus hat neben Ernst & Sohn auch der Verlag von Julius Springer[10] entdeckt. Das 1842 gegründete Berliner Verlagshaus war seit Jahrzehnten Deutschlands bedeutendster naturwissenschaftlich-technischer Verlag; 1913 erschienen dort 60 Zeitschriften und Periodika. Auf dem Gebiet des Bauwesens wollte das Verlagshaus jedoch lange Zeit nicht zu Wilhelm Ernst & Sohn in Konkurrenz treten. Erst mit dem Eintritt von Julius Springer (1880–1968), dem gleichnamigen Enkel des Gründers, begann sich diese Haltung zu ändern. Der übrigens im gleichen Jahr wie Georg Ernst geborene Julius Springer wollte das bisher vernachlässigte Bauingenieurwesen für den Traditionsverlag erschließen.

Seit 1908 erschien dort mit »Armierter Beton – Monatsschrift für Theorie und Praxis des gesamten Betonbaues« (1908–1919) (Abb. 6) eine weitere Zeitschrift zur neuen Technologie des Eisenbetonbaus. Während es Wilhelm Ernst & Sohn gelungen war, ein dichtes Autorennetz an sich zu binden, glückte dies Julius Springer für seine Zeitschrift, deren Auflage unter 1000 Exemplaren lag, nicht. Deshalb wurde 1920 die neue, inhaltlich wesentlich umfassendere, noch heute erscheinende Zeitschrift »Der Bauingenieur« gegründet, in der die Vorgängerzeitschrift aufging.

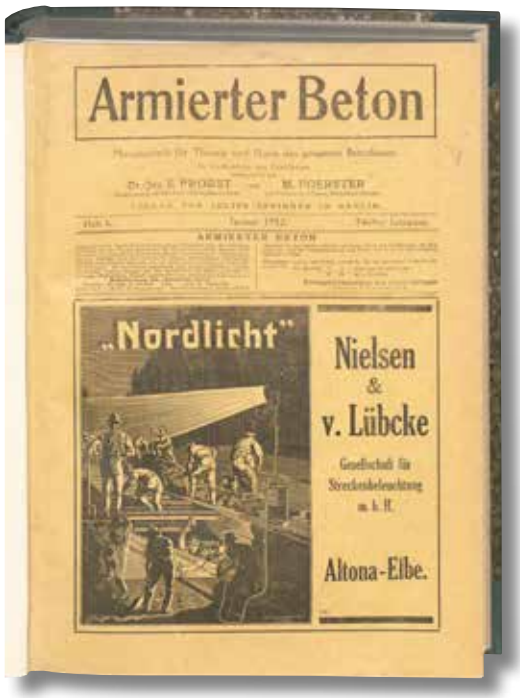
Dagegen stieß das von Max Förster (1867–1930), Professor an der TH Dresden, seit 1911 ebenfalls bei Springer herausgegebene »Taschenbuch für Bauingenieure« von Anfang an auf mehr Resonanz. Von manchen Rezensenten wurde das Werk als eine Enzyklopädie des Bauingenieurwesens wahrgenommen. Die Erstauflage erschien bereits mit 5000 Exemplaren, der bis 1928 weitere vier, immer wieder verbesserte Auflagen folgten.[11] Nach Försters Tod gab Ferdinand Schleicher (1900–1957) das »Taschenbuch für Bauingenieure« 1943, 1949 und 1955 heraus. Doch konnte diese Publikation letztlich ebenfalls nicht an den Erfolg des bestens eingeführten »Beton-Kalender« anschließen.

Der auf so vielen Gebieten der Naturwissenschaften, Technik und Medizin erfolgreiche Springer-Verlag konnte damit nur begrenzt in Konkurrenz zu Wilhelm Ernst & Sohn treten. Dieses Beispiel zeigt die Bedeutung einer über viele Jahrzehnte aufgebauten Fachkompetenz und des engen Netzwerks, in das dieser auf den einen Wissenssektor spezialisierte Verlag eingebettet ist, als Faktoren erfolgreichen verlegerischen Wirkens.

Bauliteratur in der Bibliothek des Deutschen Museums

Die Sammlung der Bibliothek des Deutschen Museums zum Bauwesen ist seit der Gründung im Jahr 1903 gewachsen, dabei spielten Stiftungen aller Art immer eine wichtige Rolle: Über mehr als hundert Jahre wuchs die

10 Benannt ist der Verlag ist nach dem Verlagsgründer Julius Springer (1817—1877).
11 Sarkowski, *Springer-Verlag,* 1992.



6 Die im Verlag von Julius Springer erscheinende Konkurrenz-Zeitschrift zu »Beton und Eisen« hatte nur mäßigen Erfolg.

Bibliothek durch die Übernahme von Fachbibliotheken, Beispiele hierfür sind die Büchersammlung des Bauingenieurs Heinrich Gerber (1832–1912), die nach dessen Tod erworben wurde, und die 2005 übernommene Unternehmensbibliothek der Firma DYWIDAG. Von noch größerer Bedeutung waren jedoch die Buch- und Zeitschriftengeschenke der einschlägigen Fachverlage, darunter an erster Stelle Wilhelm Ernst & Sohn [12]. Diese Erwerbungen wurden durch den Kauf deutsch- und fremdsprachiger Neuerscheinungen systematisch ergänzt. Darüber hinaus spielte und spielt auch immer die Erwerbung älterer Literatur in Antiquariaten und auf Auktionen eine Rolle. Es ist auf diese Weise eine umfangreiche Literatursammlung von hoher Qualität entstanden, die das für Forschungen zur Geschichte der Bautechnik notwendige Quellenmaterial in seltener Dichte und Geschlossenheit umfasst. Die Gründungs- und Aufbauzeit des Deutschen Museums im ersten Drittel des 20. Jahrhunderts, dessen Ausstellungsgebäude selbst aus Eisenbeton errichtet wurde, brachte es wie selbstverständlich mit sich, dass die Literatur zu diesem neuen Feld des

12 Die weiterhin enge Verbindung des Verlags zeigt auch die Verleihung des Ulrich Finsterwalder Ingenieurbaupreises 2015 im Ehrensaal des Deutschen Museums.

Bauwesens von Anfang an mit großer Aufmerksamkeit gesammelt wurde. Dies war auch ein Verdienst des Museumsgründers Oskar von Miller (1855–1934), der bemüht war, die auf die Objektsammlung bezogenen Publikationen zu erwerben.

Die Bibliothek des Deutschen Museum verfügt aktuell über einen Bestand von mehr als 950 000 Bänden. Darunter befinden sich rund 29 000 Zeitschriftentitel, jeder einzelne davon mit einer Vielzahl von Bänden für die einzelnen Jahrgänge. Damit besitzt das Deutsche Museum eine der größten Sammlungen von Zeitschriften zu Naturwissenschaften und Technik im deutschen Sprachraum, international einzigartig ist ihr Bestand an historischen technischen Zeitschriften. Für den Wert des Zeitschriftenbestandes einer Bibliothek ist es wichtig, dass möglichst alle Jahrgänge einer Zeitschrift vorhanden sind, es sich also um eine möglichst lückenlose Sammlung handelt. Dies ist bei der Bibliothek des Deutschen Museums in hohem Maße gegeben.

Das Bauwesen spielte in den Dauerausstellungen des Deutschen Museums bis 1945 eine zentrale Rolle, dies spiegelt sich in der Literatursammlung zu Architektur und Bauingenieurwesen deutlich wider. So sind rund 2000 Zeitschriftentitel zu diesem Themengebiet vorhanden, darunter allein etwa 90 deutsch- und fremdsprachige Zeitschriftentitel zum Thema Beton. Die in diesem Beitrag genannten bautechnischen Fachzeitschriften sind in anderen deutschen Bibliotheken oft nur selten und kaum vollständig zu finden. Das Vorhandensein eines breiten Fundus an wertvollen historischen Zeitschriften bildet ein zentrales Alleinstellungsmerkmal der Bibliothek des Deutschen Museums. Keine andere Bibliothek im deutschen Sprachraum besitzt vergleichbar viele ältere Titel zum Thema Betonbau. Für Forschungen zur Geschichte der Bautechnik ist ihre Sammlung deshalb von besonderer Bedeutung.

Darüber hinaus sind über 4000 Bücher zum Thema Beton im OPAC, dem elektronischen Katalog der Bibliothek, zu finden. Der gesamte Bestand der Bibliothek ist heute vollständig elektronisch verzeichnet und über die Internetadresse http://www.deutsches-museum.de/bibliothek weltweit zugänglich. Ergänzt wird die im Deutschen Museum vorhandene Literatur durch den Zugang zu elektronischen Ressourcen, die unter anderem von der Deutschen Forschungsgemeinschaft finanziert werden.

Die vorhandene Literatur wird inhaltlich engmaschig ausgewertet, so dass der Zugang, gerade auch für die historisch Forschenden, möglichst optimal gestaltet wird. Dabei ist nicht zuletzt auf die inhaltliche Erschließung der sogenannten unselbstständigen Literatur hinzuweisen: Dabei handelt es sich um in Zeitschriften erschienene Artikel, die in Bibliothekskatalogen nur selten

nachgewiesen werden. Die ältere Zeitschriftenliteratur ist in einem ebenfalls über die genannte Internetadresse zugänglichen Imagekatalog[13] zu finden, die seit 2000 erschienenen Aufsätze sind wie die übrige Literatur über den OPAC recherchierbar.

Arbeiten zur Entwicklung der Bautechnik sind wie jede Form historischer Forschung auf einen möglichst umfassenden Bestand an Quellenmaterial angewiesen: Im Falle der Bautechnik sind dies gegenständliche Quellen, seien es die erhaltenen Bauwerke oder Modelle davon, die Planungsunterlagen und die einschlägige Literatur.

Das Deutsche Museum bietet für Untersuchungen zur Geschichte der Bautechnik ideale Voraussetzungen: Die Objektsammlungen besitzen einen großen Fundus an Artefakten und Modellen, das Archiv einen beachtenswerten Bestand an Nachlässen, Firmenschriften, Fotografien sowie historischen Plänen und die Bibliothek eine umfassende Sammlung an Büchern und Fachzeitschriften. Damit erlauben die unterschiedlichen Sammlungen des Deutschen Museums eine in ihrer Art international einzigartige Zusammenschau verschiedener historischer Quellen.

Literatur

Froschauer, Eva Maria: »An die Leser!« – Baukunst darstellen und vermitteln, Berliner Architekturzeitschriften um 1900. Tübingen u.a. 2009.

Fuhlrott, Rolf: Aus der Werdezeit der deutschen Bauzeitschrift. In: Technikgeschichte 43 (1976), S. 33–46.

Hilz, Helmut: Technische Zeitschriften und Industrialisierung – Deutschlands technische Zeitschriftenkultur bis zum Ersten Weltkrieg. In: Aus dem Antiquariat N.F. 7 (2009), S. 71–84.

Kugi, Karl: Emperger Friedrich Ignaz Edler von. In: Neue Deutsche Biographie, Bd. 4. Berlin 1959, S. 487.

Kurrer, Karl-Eugen: Zur Entwicklung der deutschsprachigen Fachliteratur auf dem Gebiet des Stahlbetonbaus bis 1920. In: Schmidt, Hartwig (Hrsg.): Zur Geschichte des Stahlbetonbaus. Die Anfänge in Deutschland 1850 bis 1910. Berlin 1999, S. 42–50.

–: 100 Jahre »Beton- und Stahlbetonbau«. In: Beton- und Stahlbetonbau 96 (2001), S. 212–222.

–: 100 Jahre Beton-Kalender. In: Beton- und Stahlbetonbau 100 (2005), S. 795–811.

Lorenz, Erich: Die Entwicklung des deutschen Zeitschriftenwesens. Eine statistische Untersuchung. Berlin 1937.

Sarkowski, Heinz: Der Springer-Verlag. Stationen seiner Geschichte. Teil 1: 1842–1945. Berlin u.a. 1992.

Slaton, Amy E.: Reinforced Concrete and the Modernization of American Building, 1900–1930. Baltimore 2001.

Wilhelm Ernst & Sohn – Verlag für Architektur und technische Wissenschaften. Firmenchronik. Berlin 1966.

Zesch, Erwin: Friedrich Emperger, ein Pionier der Stahlbetonbauweise. In: Blätter für Technikgeschichte 24 (1962), S. 157–167.

13 Die Kärtchen des alten Zeitschriften-Aufsatzkataloges wurden gescannt und werden als sogenannter Imagekatalog über das Internet angeboten.

Anhang

Abbildungsverzeichnis

DMA, BN = Deutsches Museum Archiv, Bildnummer
DMA, CD = Deutsches Museum Archiv, CD-Nummer

Umschlagbild
Der Sammlungsbau im Jahr 1914. DMA, BN_08751

Vorwort
Fronitispiz: Der Sammlungsbau 1906. Koloriertes Plakat. DMA, CD_64307

H. Schmidt: Vom Hofbräuhaus zum Deutschen Museum. Münchner Bauten aus Eisenbeton 1890 bis 1914

Abb. 1 Süddeutsche Bauzeitung 1908, Nr. 12.
Abb. 2 Emperger/Förster/Saliger, Handbuch, Bd. I, 1912, S. 154.
Abb. 3 Wayss & Freytag, Festschrift, 1925, S. 17.
Abb. 4 Bayerischer Architekten- und Ingenieur-Verein, München, 1912, S. 656.
Abb. 5 Wolf, Ingenieur J. Heilmann, 1911, Abb. 7.
Abb. 6 Privat 2008
Abb. 7 Deutsche Bauzeitung (1906), S. 61.
Abb. 8 Bayerischer Architekten- und Ingenieur-Verein, München, 1912, S. 314.
Abb. 8a Bayerischer Architekten- und Ingenieur-Verein, München, 1912, S. 315.
Abb. 8b Petry, Beton- und Eisenbetonbau, 1923, S. 287.
Abb. 9 Bayerischer Architekten- und Ingenieur-Verein, München, 1912, S. 316
Abb. 10 Wolf, Littmann, 1931, S. 3.
Abb. 11 Süddeutsche Bauzeitung 1908, Nr. 12, Beilage.
Abb. 11a Wolf, Littmann, 1931, Abbildungsteil.
Abb. 11b Huberti, Bauweise, 1964, S. 58.
Abb. 12 Beton und Eisen (1908), S. 117.
Abb. 12a Beton und Eisen (1908) S. 117.
Abb. 13 Wolf, Ingenieur J. Heilmann, 1911, Abb. 33.
Abb. 14 Gebrüder Rank, Zum 50-jährigen Bestehen, 1912.
Abb. 15 Gebrüder Rank, 125 Jahre Rank, 1987, S. 59.
Abb. 16 Gebrüder Rank, 125 Jahre Rank, 1987, S. 58.
Abb. 17 Beton und Eisen (1913), S.45.
Abb. 18 Emperger/Förster/Saliger, Handbuch, Bd. VI, 1911, S. 346.
Abb. 19 Emperger/Förster/Saliger, Handbuch, Bd. VI, 1911, S. 346.
Abb. 20 Thiersch, Bestelmeyer, 1961, S. 66.
Abb. 21 Hocheder, Neubau, 1916, Tafel 1.
Abb. 21a Hocheder, Neubau, 1916, Abb. 1.
Abb. 22 Wayss & Freytag, Festschrift aus Anlass des fünfzigjährigen Bestehens, 1925, S. 76.
Abb. 23 Beton und Eisen (1914), S. 77.
Abb. 23a Beton und Eisen (1914), S. 113.
Abb. 24 Schachner, Großmarkthalle, 1912, S. 126.
Abb. 24a Schachner, Großmarkthalle, 1912, S. 128.
Abb. 25 Schachner, Großmarkthalle, 1912, S. 129.
Abb. 25a Schachner, Großmarkthalle, 1912, S. 138.
Abb. 26 Beton und Eisen (1908), S.385.
Abb. 26a Riepert, Peter Hans: Cementrohre. Charlottenburg 1914, Abb. 181.
Abb. 27 Hofer, Veronika (Hrsg.): Gabriel von Seidl: Architekt und Naturschützer. München 2002, S. 23.
Abb. 28 DMA, BN_10164
Abb. 28a Matschoss, Das Deutsche Museum, 1925, S. 66.
Abb. 29 Petry, Betonwerkstein, 1913, S. 208.
Abb. 29a Petry, Betonwerkstein, 1913, S. 205.
Abb. 29b Privat 2008
Abb. 29c Privat 2008
Abb. 29d Privat 2008

D. Bühler: Ein Meisterwerk der Betontechnologie. Der Bau des Deutschen Museums in München (1906–1911)
Frontispiz: Blick auf den Sammlungsbau von Südwesten kurz nach Entfernung der Gerüste. DMA, BN_10170

Abb. 1 DMA, BN_53752
Abb. 2 bis Abb. 7 DM, Plankammer, o. Sign.

Abb. 8 DMA, BN_36966
Abb. 9 DMA, BN_36974
Abb. 10 DMA, CD_57856
Abb. 11 DMA, BN_10136
Abb. 12 DMA, BN_10141
Abb. 13 DMA, CD_57857
Abb. 14 DMA, BN_36967
Abb. 15 DMA, BN_36969
Abb. 16 DMA, BN_10146
Abb. 17 DMA, BN_23395
Abb. 18 DMA, CD_57855
Abb. 19 DMA, CD_57858
Abb. 20 DMA, BN_10157
Abb. 21 DMA, CD_57853
Abb. 22 DMA, BN_10155
Abb. 23 DMA, BN_10126
Abb. 24 DMA, BN_10150
Abb. 25 DMA, BN_10156
Abb. 26 DMA, CD_57854
Abb. 27 DMA, BN_10151
Abb. 28 DMA, BN_10167
Abb. 29 DMA, BN_10168
Abb. 30 DMA, BN_10164
Abb. 30a DMA, BN_10152
Abb. 31 DMA, BN_46744
Abb. 32 DMA, BN_38988
Abb. 33 Privat 2006
Abb. 34 DMA, BN_10209

D. Bühler: Die Ausstellungen über Beton im Deutschen Museum
Frontispiz: Das Plakat zur Eröffnung der Ausstellung Brückenbau von 1998. DMA, BN_72015

Abb. 1 DMA, BN_52881
Abb. 2 DMA, BN_52882
Abb. 3 DMA, BN_05329
Abb. 4 DMA, BN_08754

D. Bühler: Die Sammlung des Deutschen Museums. Eine Quelle zur Erforschung der Betonbaugeschichte
Frontispiz: Das Betonträgerprüfgerät der Seger & Cramer GmbH von 1933 (Ausschnitt). DMA, CD_65426
Abb. 1 DMA, CD_65228
Abb. 2 DMA, CD_65204
Abb. 3 DMA, CD_66388
Abb. 4 DMA, CD_66392
Abb. 5 DMA, CD_66390
Abb. 6 DMA, CD_65896
Abb. 7 DMA, CD_65207
Abb. 8 DMA, CD_65210
Abb. 9 DMA, CD_65214
Abb. 10 DMA, CD_65224
Abb. 11 DMA, CD_65229
Abb. 12 DMA, CD_65428
Abb. 13 DMA, CD_65206
Abb. 14 DMA, CD_65209, Ausschnitt.
Abb. 15 DMA, CD_65213, Ausschnitt.
Abb. 16 DMA, CD_65232
Abb. 17 DMA, CD_65226
Abb. 18 DMA, CD_65230
Abb. 19 DMA, CD_65425
Abb. 20 DM, BN_58281
Abb. 21 DM, BN_58282
Abb. 21a Patentschrift DRP 42407-3.
Abb. 22 DMA, CD_71585
Abb. 23 DMA, CD_71587
Abb. 24 DMA, CD_71583
Abb. 25 DMA, CD_ L 6690-56
Abb. 26 DM, BN_08817
Abb. 27 DM, BN_04524
Abb. 28 DM, BN_58269
Abb. 29 DM, BN_58267
Abb. 30 DM, BN_58268
Abb. 31 DM, CD_71579
Abb. 32 DMA, CD_71580
Abb. 33 DMA, CD_71581
Abb. 34 DMA, CD_71582
Abb. 35 Stadt Nürnberg
Abb. 36 DMA, CD_65397
Abb. 37 DMA, CD_65401
Abb. 38 DMA, CD_65406
Abb. 39 DMA, CD_65407
Abb. 40 DMA, BN_03173
Abb. 41 DMA, CD_67241
Abb. 42 DMA, CD_67244
Abb. 43 DMA, CD_67246
Abb. 44 DMA, CD_51846-2
Abb. 45 DMA, BN_01684
Abb. 46 DMA, BN_51816
Abb. 47 DMA, CD_51846-6
Abb. 48 DMA, CD_51846-4

Abb. 49 DMA, BN_51817
Abb. 50 DMA, CD_51846-5
Abb. 51 DMA, CD_51846-2
Abb. 52 Alfred Kunz GmbH & Co., München: 100 Jahre Baugeschichte aktiv mitgestaltet. 1882/1982. München 1982, S. 11.
Abb.53 DMA, CD_51834-1
Abb. 54 DMA, CD_51834-3
Abb. 55 Privat 2002
Abb. 56 Privat 2002
Abb. 57 DMA, CD_71771

D. Bühler: Münchner Isarbrücken
Frontispiz: Die Maximiliansbrücke über den rechten Isararm kurz nach der Fertigstellung. DMA, BN_00343

Abb. 1–8 und Abb. 10 Privat 2006
Abb. 9 DMA, BN_00272
Abb. 11 DMA, BN_10659
Abb. 12 DMA, BN_10660
Abb. 13 DMA, BN_09400

H. Hilz: Georg Ernst contra Julius Springer. Zeitschriften zum Eisenbeton
Frontispiz: Die Zeitschrift »Armierter Beton« wurde dem Deutschen Museum von Emil Probst (1877–1950), Lehrstuhlinhaber für Beton- und Eisenbetonbau an der TH Karlsruhe, geschenkt. Ex Libris. O. Sign.

Abb 1 1-1-ZB-363-1905
Abb. 2 2-1-ZB-6891-1908
Abb. 3 4-1-ZB-363-29-1930-4
Abb. 4 6-1-ZA-258-1908
Abb. 5 5-1-1929-B-64-Bd 1
Abb. 6 3-1-ZB-1088-1912

Personenregister

Akeley, Carl E. 97
Allison, Richard 58
Arnaud,Éduard 106
Aspdin, Joseph 7, 10, 82

Bach 76
Bäßler, Karl 101
Bauschinger, Johann 14-15, 44, 73, 84, 90
Berg, Max 110
Bélidors, Bernhard de 84
Bertsch, Wilhelm 38
Bestelmeyer, German 31-33, 51, 56, 71
Biberger, Hans 78
Bleibtreu, Hermann 90
Borscht, Wilhelm Georg von 142

Charleville, Raucourt de 86
Coignet, Francois 10
Colberg, Otto 119, 121
Cornelius, Peter von 142

Dietrich, Richard 148
Dietz, Wilhelm 73, 133
Dischinger, Franz 50, 140
Dülfer, Martin 24
Dyckerhoff, Eugen 50, 121, 140
Dyckerhoff, Wilhelm Gustav 121

Emperger, Fritz von 152, 154, 156
Endell, August 14
Ernst, Georg 156, 158

Finsterwalder, Ulrich 50, 112–113, 118, 140, 159
Fischer, Theodor 14, 44, 53–54, 108, 142, 144
Förster, Max 158
Freyssinet, Eugène 111, 118
Freytag, Conrad 13, 70, 98–101, 118
Freytag, Karl 98
Füßl, Wilhelm 52

Gärtner, Friedrich von 31, 144
Gary, Max 73
Gerber, Heinrich 133, 159
Goodman 76, 83
Grässel, Hans 16
Grant, John 70, 74, 76, 84–85, 88, 90
Gropius, Martin 16
Gustav, Wilhelm 50, 140
Gut, Albert 76

Hauberrisser, Georg 14
Heilmann, Jacob 16, 23
Heinrich der Löwe 139, 148
Hennebique, Francois 8, 20, 64, 70, 74, 106, 110, 118, 146
Hensel, Alfred 108
Herndl, Albert 42
Hilberseimer, Ludwig 8
Hocheder, Carl 32, 36
Hönig, Eugen 42
Howe, Wiliam 116
Huberti, Günther 7
Hyatt, Thaddäus 118

Jais, Anton 109, 111
Jeanneret , Pierre 8
Josseaux, Philippe 99

Kaiser, Hugo 28
Klebe, Konrad 84, 86
Klenze, Leo von 140
Koenen, Mathias 10, 12, 15, 118
Krüger 125
Kühl, Hans 90
Kunz, Alfred 92–93, 128, 133
Kunz, Wilhelm 75

Lambot, Joseph-Louis 7, 101
Le Corbusier 8
Leibbrand, Carl von 118
Liebold, Alfred 119–120
Lindner, Rudolf 26
Littmann, Max 16, 20–24, 31, 34, 44
Ludwig I. 13, 45

Ludwig II. 13
Luft, Wilhelm 119
Luitpold, Prinzregent 13, 54, 142

Maillart, Robert 118
Mann, Thomas 44
Matschoss, Conrad 59, 74, 77
Mebes, Paul 30
Melan, Josef 118,148
Mellinger, Ludwig 18
Messels, Alfred 20
Michaelis, Wilhelm 73, 76, 81, 84, 86- 88, 90, 125
Miller, Oskar von 40, 42, 51–53, 58–59, 68, 71, 73, 82, 86, 133, 160
Mörsch, Emil 13, 99, 118, 146
Monier, Joseph 7, 10, 16–17, 20, 70, 74, 99, 118, 146, 148
Muffat, Karl 144
Muthesius, Hermann 14

Naumann, Friedrich 14
Neubauer, O. 44
Neumann, Paul 152
Neureuther, Gottfried 14

Otto I. 13

Panzer, E. 49
Parker, James 7, 82
Pauli, Friedrich August von 116
Pechmann, Heinrich von 151
Perronet, Jean Rodolphe 116
Polónyi, Stefan 124
Prandtl, Ludwig 73
Pratt, Thomas W. 116

Rank, Franz 24–27, 38
Rank, Josef 24–27
Rank, Ludwig 24–26
Reichenbach, Georg von 144
Reusch 76
Roth, Alfred 8

Schachner, Richard 36, 44
Schäffer, Anton 108
Schleicher, Ferdinand 158
Schmidt, Karl 14
Schumacher, Fritz 14
Schuster, Rudolf 10
Schwarz 86
Schwedler, Johann Wilhelm 123
Schweizer, Otto Ernst 106
Schwenk, Eduard 90
Schwiening, Adolf 16
Seidl, Emanuel von 40–41, 55
Seidl, Gabriel von 14, 32, 40–42, 54–55, 58
Seidler, Julius 104
Séjourné, Paul 119, 124
Smeaton, John 10, 82, 84, 116–117
Spangenberg, Heinrich 31
Spitzer, Joseph Anton 152
Springer, Julius 158
Springer, Julius (Enkel) 158, 159
Stegmann, Knut 113
Stiglat, Klaus 119
Strauss, Anton 62

Tetmajer, Ludwig von 76, 83
Thiersch, August 28, 29
Thiersch, Friedrich von 14, 32, 54, 142, 144
Thuli, Max von 152
Todt, Fritz 78
Torroja, Eduardo 81
Town, Ithiel 116
Treussart, Francois 84

Vicat, Louis-Joseph 73, 84
Vischer, Julius 8

Wayss, Gustav Adolf 10, 12, 14–16, 20, 44, 118
Weber, Carl 97
Wilhelm II. 40, 130
Wöhler, August 74
Wolff, Hans-Joachim 113

Zöllner, Ludwig 18–19
Züblin, Eduard 8