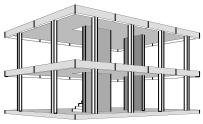
KONSTRUKTIVES ENTWERFEN MIT BETON ELEMENTEN

Gerichtete Tragwerke
Domino T und Domino Wand
Steildach
Vorgehängte Bauteile
Referenzbauten
Informationen

Zürcher Hochschule Winterthur
in Zusammenarbeit mit SwissBeton, cemsuisse, Riss-Mobatec, KTI Kommission für Technologie und Innovation des Bundesamtes für Berufsbildung und Technologie

KONSTRUKTIVES ENTWERFEN MIT BETON ELEMENTEN



Dieses Heft zeigt in geraffter Form Ergebnisse eines Forschungsprojekts, das zum Ziel hatte, neue konstruktiv-entwerferische Interessen am Betonelementbau in der Schweiz aufzudecken. Gleichermassen standen dabei architektonische Themen und technische Kriterien im Zentrum. Beteiligte ArchitektInnen, Ingenieure und Industriepartner erarbeiteten gemeinsam Informationen, Konzepte und Studien. Damit soll in erster Linie projektierenden ArchitektInnen und IngenieurInnen ein Fundus eröffnet werden, um brachliegende Qualitäten einer tektonischen Bauweise auszuschöpfen.

Impressum

Herausgeber	Zürcher Hochschule Winterthur, Departement Architektur, Gestaltung und Bauingenieurwesen, Schwerpunkt Konstruktives Entwerfen, unter Mitwirkung von Swissbeton, Cemsuisse, Riss-Mobatec, KTI Kommission für Technologie und Innovation des Bundesamtes für Berufsbildung und Technologie
Redaktion	Matthias Bräm, Leitung; Mitarbeit: Toni Winiger, Evamaria Huber, Dimitri Vrontzos
Redaktionskommission	Jacqueline Fosco-Oppenheim, Hans Vogel, Stephan Mäder
Gestaltung	Matthias Bräm, Leitung; Mitwirkung: Evamaria Huber, Dimitri Vrontzos
Druck	Mattenbach AG, Winterthur
Einzelverkaufsstelle	Zürcher Hochschule Winterthur, Departement Architektur, Gestaltung und Bauingenieurwesen ZHW Schwerpunkt Konstruktives Entwerfen Halle 180, Tössfeldstrasse 11, Postfach 805, 8401 Winterthur wgr@zhwin.ch, 052 267 76 52
Einzelverkaufspreis	CHF 30.- (+Versandspesen) Einzelheft sind über den Buchhandel oder die Einzelverkaufsstelle erhältlich

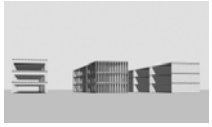
© Copyright 2002 by ZHW Zürcher Hochschule Winterthur,
Departement Architektur, Gestaltung und Bauingenieurwesen

Nachdruck, auch mit Quellenangabe, nur mit schriftlicher Bewilligung des Herausgebers gestattet.

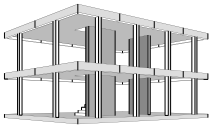
Internet	Informationsplattform für Betonelementbau in der Schweiz: www.betonmontagebau.ch

Inhalt

4 **Einführung und Ausblick**
Matthias Bräm

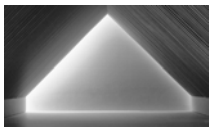


10 **Gerichtete Tragwerke**
Claudia Valentin/Reto Bonomo



22 **Domino T und Domino Wand**
Matthias Bräm

38 **Vorgehängte Bauteile**
Tina Arndt/Reto Bonomo



50 **Steildach**
Matthias Bräm

64 **Referenzbauten**

70 **Stand und Entwicklung der Betonelementtechnologie**
Reto Bonomo/Primoz Hocevar

84 Produkteübersicht

86 Produktion: Firmen und Standorte

88 Informationsplattform Service Center im Internet

90 Partner für die Planung und Ausführung

92 Gliederung Innovationsprojekt Betonelementbau

94 Beteiligte Innovationsprojekt Betonelementbau

96 Abbildungsverzeichnis

Hinweis Betonelementbau, Montagebau in Beton und Bauen mit vorfabrizierten Betonelementen sind synonym verwendete Begriffe

Einführung und Ausblick

Matthias Bräm

1 Plattenbau in Nordeuropa

In der Nachkriegszeit stand sowohl Europa wie auch die Schweiz vor der Herausforderung, in kürzester Zeit grosse Massen von Bauten zu realisieren. Eine der Antworten des Bausektors war die Rationalisierung und Industrialisierung des Bauens in Form der Betonelementbauweise. Die entfesselte Dynamik der fünfziger und sechziger Jahre brachte eine Mehrheit an wohl „effizienten", aber allzu selten langfristig qualitativ gültiger Bauten hervor. Fehlende Flexibilität, geringe ökologische Nachrüstbarkeit sowie Monotonie und Ausdruckslosigkeit ist die belastende Hypothek dieser Bauten für unsere Zeit.

Daher erstaunt es nicht, dass die damals so genannte „schwere Vorfabrikation" in den siebziger Jahren aus dem Visier der Planer und Bauherrschaften zu verschwinden begann und der Marktanteil bis Ende der neunziger Jahre massiv schrumpfte. Der Schweizer Verband der Produzenten Swissbeton initiierte daraufhin ein Innovationsprojekt. Den Auftrag übernahm die Zürcher Hochschule Winterthur, die der Mehrspartigkeit der Aufgabe zwischen Wirtschaft, Technik, Architektur und angewandter Forschung gerecht werden konnte. Seitens der Industrie beteiligten sich zudem die Vereinigung der Zementindustrie Cemsuisse und die Firma Riss-Mobatec (Befestigungstechnik). Mitfinanziert wurde das Projekt ausserdem durch die KTI (Kommission für Technologie und Innovation des Bundesamts für Berufsbildung und Technologie) und den Kanton Zürich. Das Projekt dauerte über zwei Phasen von Herbst 1998 bis Frühjahr 2002 (Übersicht Projektgliederung und Projektbeteiligte siehe Seiten 92/93).

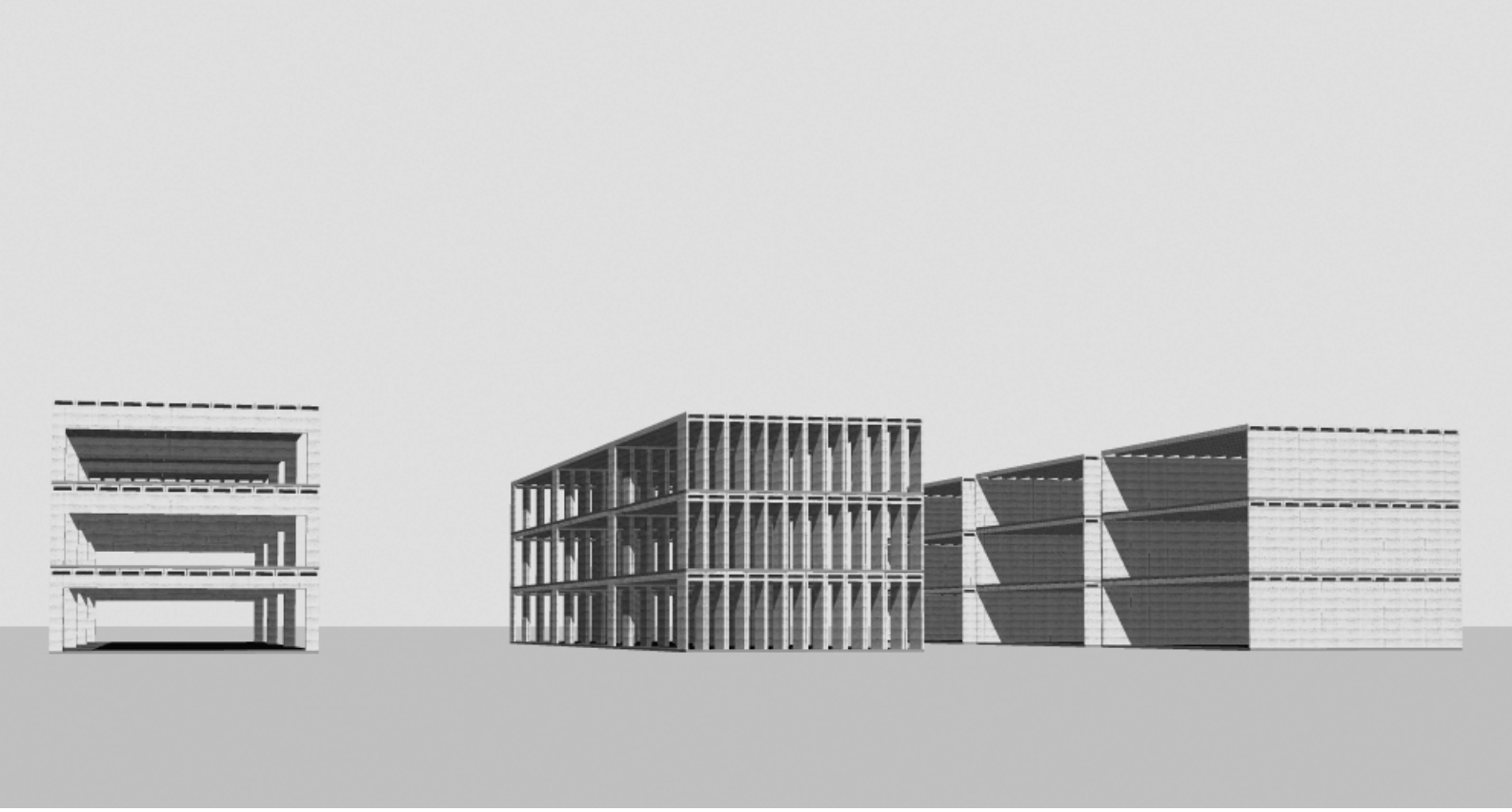
Bewertung des heutigen Betonelementbaus und Anforderungen einer Erneuerung

Zwischen 1998 und 2000 wurden umfangreiche Analysen des Betonelementbaus in der Schweiz, in Holland, Belgien und Dänemark sowie des in der Schweiz erfolgreichen Holzbaus durchgeführt. Systematisch wurden führende BauingenieurInnen, ArchitektInnen und Bauherrschaften zur Entwicklung und Bedeutung dieser Bauweise befragt, zudem wurde in der einschlägigen Literatur recherchiert.

Es zeigte sich, dass dem Betonelementbau heute der Ruf eines abweisenden, monotonen Systembaus anhaftet, der von den Bauten der 60er und 70er Jahre herrührt. Die gelochte Platte für tragende Innen- und Aussenwände ist das gängige Bild dieser Bauweise. Im Vergleich zur Skelett- und Massivbauweise ergab sich eine höhere Abhängigkeit der Grundrissgestaltung von den technisch bedingten Plattenformaten. Architektur und Stadt waren häufig Resultat einer technokratischen Anwendung „geschlossener" Bausysteme. Aus heutiger Sicht entstand dabei Monotonie und Anonymität statt Vielfalt, räumliche Spannung und Identifizierbarkeit.

Die grundlegenden Eigenschaften des heutigen Betonelementbaus können folgendermassen zusammengefasst werden. Betonelemente sind schwer, haben eine hohe Tragfähigkeit, können vielfältig geformt werden, besitzen Speicherqualitäten und sind unbrennbar. Sie verfügen über eine gute Witterungsresistenz und Dauerhaftigkeit, erzielen gute Fertigqualitäten und sind rasch montierbar. Der Betonelementbau verlagert einen Grossteil der witterungsabhängigen Baustellenarbeit in die Werkhalle. Bei vielen Planern besteht heute allerdings Ungewissheit über die konstruktiven Anwendungsmöglichkeiten des Betonelementbaus und die Kosten im Vergleich mit anderen Bauweisen. Gelegentlich taucht die Meinung auf, das Betonelement sei eine günstige Alternative zu Ortbeton, was nicht a priori oder nur unter ganz bestimmten Bedingungen zutrifft. Die Planungsverfahren werden heute bisweilen als aufwendig und schlecht anpassbar an „rollende" Planungen eingestuft. Betonelementbau erfordert gegenüber Ortbeton häufig frühzeitigere Entscheide betreffend Systemwahl und Ausführungsdetails.

Für eine erfolgreiche Erneuerung ergibt sich daraus eine Reihe notwendiger Ziele und Massnahmen: Systematische Bauweisen wie der Betonelementbau sind in der Architektur nur erfolgreich anwendbar, wenn sie „offen" sind, das heisst entwerferische Spielräume aufweisen. Im Kontext des Einzelfalls muss möglich sein, individuelle Themen der Funktion, der Materialisierung und des architektonischen und städtischen Raumes zu entwickeln. Die Elementtypenpalette soll dementsprechend breit und attraktiv sein. Planer wünschen sich schlanke und leichte, in Funktion, Material und Oberfläche optimierte Elemente,



komplexe, auch dreidimensionale Elemente und gestaltbare, weit spannende Deckenelemente und Fassadensysteme sowie bessere Details für Fugen und Verbindungen. Die Planungsprozesse sind zu verbessern, insbesondere muss der Planer frühzeitig mit dem Hersteller zusammenarbeiten. Entscheidend ist zudem die Vertiefung des Know-hows und der Aus- und Weiterbildung sowie insgesamt eine Verbesserung der Reputation.

Das eigentliche Innovationsprojekt startete im Herbst 2000 und wurde sowohl als Forschungsprojekt wie auch als Vermittlungsprojekt ausgelegt.

Konstruktives Entwerfen als Forschung

Der Einsatz von Betonelementen in der Schweizer Architektur beschränkte sich in den letzten drei Jahrzehnten weitgehend auf Komponenten wie Fassadenverkleidung oder Treppen. Nun interessierte, ob darüber hinaus spezifische Vorteile des Betonelementbaus wie Tragfähigkeit, Formbarkeit und Fertigqualität zur Struktur- und Raumbildung eingesetzt werden können, ohne in die Starrheit „geschlossener" Bausysteme zurückzufallen. So wurde dem Forschungsprojekt die Idee eines „Rohbaukastens" zugrundegelegt. Supponiert wird dabei, dass der Betonelementbau interessant ist für verschiedene Komponenten des Gebäuderohbaus und dass diese Komponenten im Sinne eines Baukastens in unterschiedlichen Kombinationen (Decke, Wand, Stützen, Dach) untereinander, aber auch mit Baukomponenten aus anderen Materialien kombinierbar sind.

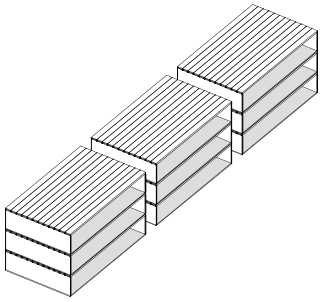
Um systematisch und ganzheitlich das Technische und das Architektonische ins Zentrum der Forschungsarbeiten zu stellen, wurde die reale Entwurfs- und Projektierungsarbeit der Planer simuliert. Der Zugang der Industrie zu den Bauteilen ist in erster Linie ein wissenschaftlich-technischer und ein wirtschaftlicher. Die Entwerfer dagegen setzen die Bauteile nach komplexen Regeln ein, die neben den genannten auch ästhetische und architektonisch-räumliche Aspekte einbeziehen. Ziel war, den anwendenden Planern orientierende und anregende „Vorarbeiten" in Form von Studien und offenen Konzepten anzubieten, die vielfältige Auslegungs- und Ausdrucksmöglichkeiten im Einzelfall zulassen.

Die Untersuchungsmethode war dem „Konstruktiven Entwerfen" verpflichtet, einem Schwerpunkt der Architekturausbildung an der Zürcher Hochschule Winterthur (vgl. dazu „Das Potenzial konstruktiver Konzepte", Werk Bauen Wohnen 11/2000). Konstruktion wird hierbei zum wesentlichen Generator des Entwurfs und der Entscheidungsabläufe erhoben. Konstruktives Entwerfen hat das Verhältnis zwischen Raumentwurf, Formgebung, Tragwerk und Bauweise zum Inhalt. Dabei wird die konstruktive Lösungsfindung früher in den Entwurfsprozess einbezogen als bei einem Vorgehen, welches schrittweise vom städtebaulichen bis zum Detailmasstab abläuft. Kontextuelles Denken kann dabei in allen Phasen wirksam werden.

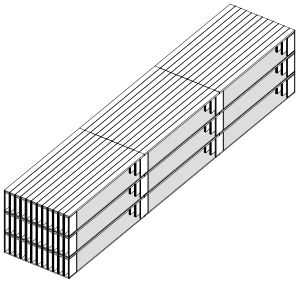
2 statische Struktur
Gerichtete Tragwerke, unterschiedlicher Öffnungsgrad der Auflagerwand

Übersicht untersuchte Themenbereiche Rohbaukasten

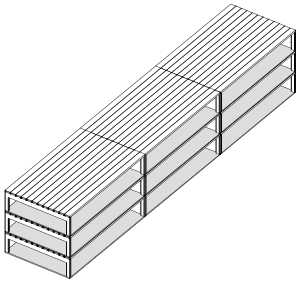
Gerichtete Tragwerke



Auflager geschlossene Wand

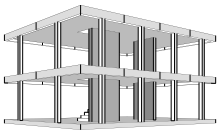


Auflager in Querscheiben aufgelöste Wand

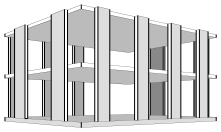


Auflager Rahmen

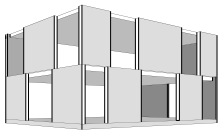
Domino T und Domino Wand



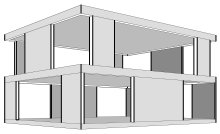
Domino T, T- Stützenkranz aussen, Decke ungerichtet



Domino Wand getürmt, Decke ungerichtet



Domino Wand Kartenhaus, Wände übereck aufgetürmt



Domino Wand schiebbar, Wände mit Deckenrandunterzug

Vorgehängte Bauteile

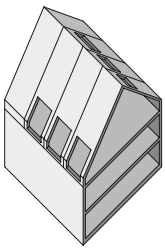
Balkon als „Kiste“ mit tragenden Brüstungen

C-förmige Rahmen mit zwischengehängten Platten

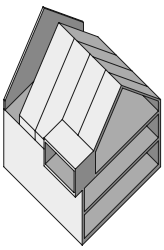
Platten auf Stützen

Eingeschobene Raumzellen System „Schublade“

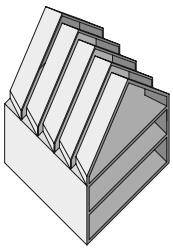
Steildach



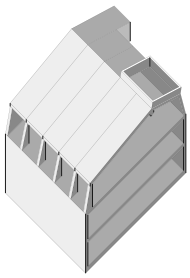
Dreigelenkrahmen, Öffnung in Dachfläche



Dreigelenkrahmen, Öffnung als Ausstülpung oder Betonelementlücke



Dreigelenkrahmen, geschuppt, Öffnung als Elementlücke



Firstpfette mit hohem Kniestock, Öffnung ausgestülpt oder Oblicht

Im Rohbaukasten wurden 5 Themenbereiche in Form von Konzepten und Studien herausgearbeitet. Vier davon sind in diesem Heft ausführlicher dargestellt. Mit diesen Konzepten zeichnen sich interessante Konturen eines künftigen Betonelementbaus ab, welcher darauf abzielt, konstruktive und ästhetische Potentiale dieser genuin tektonischen Bauweise auszuschöpfen.

Rahmenbedingungen bei der Untersuchung des Rohbaukastens

Als erste Rahmenbedingung bei der Untersuchung des Rohbaukastens waren die grundlegenden Eigenschaften des Betonelementbaus auszuschöpfen: Tragfähigkeit, Formbarkeit, Speicherqualität, Unbrennbarkeit sowie Witterungsresistenz, Fertigqualität und schnelle Montierbarkeit. Nach Wunsch der Auftraggeber sollte eine breite Anwendbarkeit der Resultate sowie eine kurzfristige Realisierbarkeit-das heisst mit kleinen Investitionen realisierbar-gegeben sein.

Es liessen sich fünf verschiedene Situationen der Erneuerung erkennen, welche in unterschiedlicher Intensität bearbeitet wurden.

Vorhandene Technologiepotentiale ausnützen: Meint das Entwickeln von neuen Anwendungen durch das Ausnutzen aller Möglichkeiten der vorhandenen Produktionseinrichtungen. Dies wurde untersucht.

Weiterentwicklung konstruktiver Lösungen: Meint das Erneuern von bestehenden oder in Vergessenheit geratenen Konstruktionssystemen oder Bauteilen. Dies wurde ausgiebig untersucht.

Neue Bauteile: Meint das Entwickeln von neuen Bauteilen um neue flexible Nutzungsanforderungen und ästhetische Spielräume abzudecken. Wurde ebenfalls ausgiebig untersucht.

Integrale Systeme: Meint das Schaffen von integralen konstruktiven Systemen, die optional kompatibel mit konventionellen Baugefügen und anderen Teilbausystemen sind. Dies wurde nur am Rande untersucht.

Reine Substitution: Meint das Ersetzen von Bauteilen aus anderen Materialien durch vorfabrizierten Beton bei mindestens gleichem Preis-/Leistungsangebot, was nicht untersucht wurde.

Aus den vorgängigen Analysen übernahmen wir folgende Anforderungen: Die Gestaltung sollte individualisierbar sein. Die Vorschläge sollten nicht als geschlossene Systeme, sondern eher als offene konstruktive Konzepte ausgelegt werden. Breite Kombinierbarkeit mit anderen Konstruktionen war erwünscht. Das Betonelement sollte sichtbar wie auch mit Verkleidung verwendbar sein.

Ausrichtung und Ablauf der Untersuchung im Rohbaukasten

Zum Einstieg in die gesamte Untersuchung wurde eine Serie möglicher Themen und konstruktiver Konzepte skizziert und diskutiert. Diese Vielfalt reduzierte sich im Verlauf der Arbeit auf eine beschränkte Zahl spezifischer Themen, die mittels Studien verifiziert wurden.

Allgemeine Kriterien und Fragestellungen bei der Selektion der Themen und für die Untersuchung selbst waren: Fächer möglicher Nutzungen, Fächer möglicher Grundriss- und Gebäudetypologien, städtebauliche Situationen, konstruktive Kombinationen, bauphysikalische und wirtschaftliche Anforderungen. Zudem sollten die Vorschläge in der Schweiz rechtlich zulässig sein.

Es wurden bei jedem Thema parallel zuerst separate Untersuchungen der relevanten Teilaspekte durchgeführt. Aus der unüberschaubaren Anzahl von Kombinationen von Parametern wurden nun einzelne „plausible“, marktgängige herausgegriffen, um die Tragfähigkeit und Umsetzbarkeit der Ansätze anhand der Komplexität konkretisierter architektonischer Studien überprüfen zu können. Die nachfolgend detailliert dargestellten Projektstudien sind Bestandteile des Rohbaukastens.

Vermittlung des Know-how

Neben der Forschung wurde im Innovationsprojekt als zweite Ebene die Vermittlung des Know-hows aufgebaut. Zentrales Instrument stellt dabei das Service

Center dar, welches im Aufbau begriffen ist. Dessen Aufgabe ist die Know-how-Vermittlung und der gegenseitige Austausch über den Innovationsprozess zwischen Anwendern und elementherstellenden Unternehmen. Als erster Baustein wurde eine Website realisiert, die umfangreiche Informationen für Anwender und für die Aus- und Weiterbildung anbietet. Innovative Fallbeispiele werden dargestellt. Detaillierte Angaben siehe Seite 88/ www.betonmontagebau.ch

Für Fachleute, die sich intensiv mit Betonelementbau beschäftigen – projektierende und ausführende ArchitektInnen, IngenieurInnen und Unternehmer – erschien im März 2002 der ausführliche Schlussbericht „Innovationsprojekt Betonelementbau“ (ca. 240 Seiten, Bezug siehe Impressum S.2). Er enthält detaillierte Fassungen derselben Kapitel wie das vorliegende Heft, sowie einen Beitrag zu „Ungerichteten Decken“, ein Ansatz zu neuen Planungs- und Produktionsprozessen sowie Ausführungen zu Vermittlung und Marketing im Schweizer Betonelementbau.

Ausblick

Die tektonischen, strukturellen und räumlichen Qualitäten des Betonelementbaus können mit der Methode des Konstruktiven Entwerfens ausgesprochen stark ausgeschöpft werden. Betonelementbau stellt dabei nicht geringe Ansprüche an die Projektierenden. Fällt der Entscheid für die Betonelementbauweise in einem frühen Planungsstadium, können die Vorteile dieser Bauweise am besten ausgeschöpft werden. Im Falle einer zufälligen oder rein technokratischen Anwendung des Betonelementbaus besteht hingegen weiterhin die Gefahr von Starrheit und formaler Monotonie.

Der vorliegende Bericht stellt erst den Beginn eines umfassenden Innovationsprozesses des Betonelementbaus in der Schweiz dar. Als Aufgaben für die Zukunft ergeben sich aus heutiger Sicht drei Bereiche. Erstens können nun gezielt Konzepte aus dem „Rohbaukasten“ weiterentwickelt und mittels Prototypen und Pilotbauten zur Typenreife gebracht werden. Zweitens kann das spezifische Qualitätsprofil und der Einsatzbereich des Betonelementbaus gegenüber alternativen Bauweisen wie Ortbeton- oder Holzbau noch gründlicher herausgearbeitet werden und den Entscheidungsträgern, d. h. den anwendenden Planern und Bauherrschaften vermittelt werden. Und drittens sollte der Erneuerungsprozess insgesamt kontinuierlich begleitet, dokumentiert und einer breiten Öffentlichkeit vermittelt werden. Die Aussichten sind gut, mit der Neuausrichtung des Betonelementbaus zu einer weiteren genuinen konstruktiv-architektonischen Bauweise zu gelangen.