

Regine Leibinger, Mike Schlaich, Claudia Lösch
Philip Rieseberg, Matthias Ballestrem

Infraleichtbeton im Geschosswohnungsbau (INBIG)

F 3018

Bei dieser Veröffentlichung handelt es sich um die Kopie des Abschlussberichtes einer vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) im Rahmen der Forschungsinitiative »Zukunft Bau« geförderten Forschungsarbeit. Die in dieser Forschungsarbeit enthaltenen Darstellungen und Empfehlungen geben die fachlichen Auffassungen der Verfasser wieder. Diese werden hier unverändert wiedergegeben, sie geben nicht unbedingt die Meinung des Zuwendungsgebers oder des Herausgebers wieder.

Dieser Forschungsbericht wurde mit modernsten Hochleistungskopierern auf Einzelanfrage hergestellt.

Die Originalmanuskripte wurden reprototechnisch, jedoch nicht inhaltlich überarbeitet. Die Druckqualität hängt von der reprototechnischen Eignung des Originalmanuskriptes ab, das uns vom Autor bzw. von der Forschungsstelle zur Verfügung gestellt wurde.

© by Fraunhofer IRB Verlag

2017

ISBN 978-3-7388-0050-0

Vervielfältigung, auch auszugsweise,
nur mit ausdrücklicher Zustimmung des Verlages.

Fraunhofer IRB Verlag

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau

Postfach 80 04 69

70504 Stuttgart

Nobelstraße 12

70569 Stuttgart

Telefon 07 11 9 70 - 25 00

Telefax 07 11 9 70 - 25 08

E-Mail irb@irb.fraunhofer.de

www.baufachinformation.de

www.irb.fraunhofer.de/tauforschung

Forschungsvorhaben:

Infraleichtbeton im Geschosswohnungsbau (INBIG)

Abschlussbericht

25.04.2016

Der Forschungsbericht wurde mit Mitteln der Forschungsinitiative Zukunft Bau des Bundesinstitutes für Bau-, Stadt- und Raumforschung gefördert.

(Aktenzeichen: II 3-F20-12-1-145 / SWD – 10.08.18.7-13.41)

Die Verantwortung für den Inhalt des Berichtes liegt beim Autor.

Autoren:

Regine Leibinger*, Mike Schlaich**, Claudia Lösch**, Philip Rieseberg*, Matthias Ballestrem*

*Institut für Architektur

Fachgebiet Baukonstruktion und Entwerfen

Professor Regine Leibinger

Gastprofessor Matthias Ballestrem

**Institut für Bauingenieurwesen

Fachgebiet Entwerfen und Konstruieren - Massivbau

Prof. Mike Schlaich



Bundesinstitut
für Bau-, Stadt- und
Raumforschung

im Bundesamt für Bauwesen
und Raumordnung



FORSCHUNGSINITIATIVE
Zukunft BAU

Kurzfassung

Das Projekt „Infraleichtbeton im Geschosswohnungsbau“ (INBIG) wurde initiiert, um die architektonischen und baukonstruktiven Potentiale von Infraleichtbeton oder auch Infralightweight-concrete (ILC) für den Geschosswohnungsbau zu erforschen. Ziel war es, die Anwendung und Marktakzeptanz dieses wärmedämmenden Hochleistungsleichtbetons zu fördern.

Hierzu wurden exemplarische Entwürfe von typischen Wohnbauten erstellt und anschließend baukonstruktiv ausgearbeitet. Baukonstruktive Leitdetails, die hinsichtlich des ILC einer materialspezifischen Ausführung bedürfen, wurden untersucht, weiterentwickelt und exemplarisch als Prototypen gebaut und getestet.

Das Projekt gliedert sich in fünf Arbeitspakete über einen Gesamtzeitraum von 24 Monaten.

Arbeitspaket 1: Grundlagenermittlung (2 Monate)

Die Grundlagenermittlung diente der Sammlung und Prüfung vorhandener Informationen, dem Wissenstransfer sowie der Recherche und Besichtigung von fertiggestellten und konkret geplanten Referenzprojekten. Die Ergebnisse wurden in einem separaten Bestandsbericht zusammengefasst.

Arbeitspaket 2: Ausarbeitung der Typenentwürfe (6 Monate)

Es wurden sechs typologische Entwürfe unter besonderer Berücksichtigung der Materialeigenschaften des ILC entwickelt. Hierzu wurden zunächst vier prägnante Typen des Geschosswohnungsbaus betrachtet: Punkthaus, Zeilenbau, Blockrandbebauung und Baulückenschließung. Aufgabe war es, zu jedem Typ ein bis zwei Varianten zu entwickeln. Die interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen Architekten und Bauingenieuren diente dabei dazu, die sich aus den speziellen Eigenschaften des Infraleichtbetons ergeben Fragestellungen, entwurflich auf unterschiedlichen Ebenen zu bearbeiten. Auf Basis von ausgewählten Grundstücken in Berlin wurden die folgenden sechs Entwürfe entwickelt:

- 2x Baulücke (Kantstraße 126, Kantstraße 128)
- 2x Zeilenbau (Alte Jakobstraße, Kracauer Platz)
- 1x Punkthaus, mehrgeschossiges Referenzgebäude als Basis für die Erstellung einer Parametermatrix (ohne Grundstück)
- 1x Punkthaus, Stadtvilla (Stavanger Straße)



Bild 1: Zeilenbau Alte Jakobstraße

Da Infraleichtbeton u.a. aufgrund seiner Trockenrohddichte unter 800 kg/m^3 nicht unter die im EC2 geregelten Leichtbetone fällt und somit außerhalb der Norm liegt, sind für die Bemessung zum Teil Anpassungen der Ansätze der Normen und besondere Betrachtungen verschiedener Punkte, wie z.B. Dauerhaftigkeit, Brandschutz, Schallschutz oder langfristiges Verformungsverhalten, erforderlich. Als Grundlage der Planung der Typenentwürfe wurden die vorliegenden Erkenntnisse zu verschiedenen Eigenschaften des Infraleichtbetons erläutert und Vorgehensweisen aufgezeigt, wie diese Eigenschaften bei der Entwurfs- und Tragwerksplanung berücksichtigt werden können.

Arbeitspaket 3: Baukonstruktive Ausarbeitung (6 Monate)

In dieser Phase wurden die Entwürfe konstruktiv ausgearbeitet. Details, die bei der Ausführung in Infraleichtbeton besonderer Beachtung bedürfen, z.B. Fensteranschlüsse sowie die Einbindung von Balkonen und Decken in ILC-Wände, wurden identifiziert und ausgearbeitet. Baukonstruktiv besonders prägnante oder geeignete Details wurden für die Produktion als Prototyp in der anschließenden Phase weiterentwickelt. In diesem Zuge wurden auch energetische Untersuchungen wie z.B. thermische Simulationen und Wärmebrückenanalysen der Anschlüsse durchgeführt, mit dem Ziel, die entwickelten Details aus energetischer und bauphysikalischer Sicht zu bewerten zu können und anschließend zu optimieren.

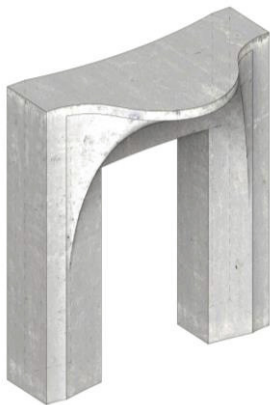


Bild 2: Prototyp 1, Fassadenelement



Bild 3: Prototyp 3, Balkonanschluss

Arbeitspaket 4: Bau und Untersuchung von Prototypen (6 Monate)

In dieser Arbeitsphase wurden die zuvor entwickelten Prototypen praktisch 1:1 umgesetzt. Dabei wurden unterschiedliche Betonrezepturen und verschiedene Schal- und Bewehrungsmaterialien, sowie Herstellungsverfahren genutzt und erprobt. Im Anschluss wurden einige der Prototypen im Hinblick auf Tragverhalten und Feuchtigkeitsaufnahme geprüft. Darüber hinaus wurden Begleitversuche zu Materialeigenschaften wie z.B. Wasserdampfdiffusion, Wassereindringtiefe, Frost-Tau-Widerstand und Schwindverhalten durchgeführt und baupraktische Aspekte wie Ausschalfrieten, geeignete Schalplatten und Trennmittel oder Fallhöhen bei der Betonage untersucht.

Arbeitspaket 5: Auswertung und Zusammenfassung der Ergebnisse (4 Monate)

In diesem abschließenden Schritt wurden die Ergebnisse der vorhergehenden Projektphasen zusammengefasst und weiterer Forschungsbedarf aufgezeigt.

Projektstand nach Abschluss

Die Ergebnisse sollen im Anschluss an das Projekt in der aufgearbeiteten Form eines Leitfadens im Buchhandel publiziert werden, der Bauherren, Planern und Bauunternehmen den Umgang mit dem Material Infraleichtbeton aufzeigt. Die notwendigen theoretischen und praktischen Erkenntnisse für diese Publikation konnten in dem vorgegebenen Projektzeitraum von 2 Jahren erarbeitet werden. Die Publikation selbst ist nicht Teil des Forschungsprojekts, die Voraussetzungen für deren Realisierung werden aktuell geklärt.

Inhalt

| | | |
|----------|---|-----------|
| 0 | EINLEITUNG | 8 |
| 0.1 | KURZBESCHREIBUNG DES FORSCHUNGSVORHABENS | 8 |
| 0.2 | AUFGABENSTELLUNGEN UND PROJEKTABLAUF | 8 |
| 1 | ARBEITSPAKET 1: GRUNDLAGENERMITTLUNG | 13 |
| 1.1 | ZUSAMMENSTELLUNG INTERNER FORSCHUNGS-, SEMINAR- UND STUDIENARBEITEN | 13 |
| 1.2 | ZUSAMMENSTELLUNG VON EXTERNEN FORSCHUNGSPROJEKTEN ZUM THEMA DÄMMBETON | 18 |
| 1.3 | ZUSAMMENSTELLUNG PRÄGNANTER REALISierter REFERENZPROJEKTE | 20 |
| 1.3.1 | <i>Einfamilienhaus Berlin</i> | 20 |
| 1.3.2 | <i>Amtsgericht, Frankfurt/Oder</i> | 21 |
| 1.3.3 | <i>Büroerweiterung David Chipperfield Architects</i> | 22 |
| 1.3.4 | <i>Einfamilienhaus H36</i> | 23 |
| 1.3.5 | <i>Monohaus</i> | 24 |
| 1.3.6 | <i>Volta-Zentrum</i> | 25 |
| 1.3.7 | <i>Zusammenfassung und Vergleich der Referenzprojekte</i> | 26 |
| 1.4 | INFRALEICHTBETON IM KONTEXT DER ENERGIEEINSPARVERORDNUNG (ENEV) | 27 |
| 2 | ARBEITSPAKET 2: AUSARBEITUNG DER TYPENENTWÜRFE | 32 |
| 2.1 | AUSWAHL DER GRUNDSTÜCKE | 32 |
| 2.2 | AUSARBEITUNG DER ENTWÜRFE | 35 |
| 2.2.1 | <i>Referenzgebäude (kein Grundstück)</i> | 36 |
| 2.2.2 | <i>Baulücke Kantstraße 126/128 (Grundstück 1)</i> | 38 |
| 2.2.3 | <i>Punkthaus Urban Living Karl-Marx-Allee (Grundstück 2)</i> | 40 |
| 2.2.4 | <i>Zeilenbau Alte Jakobstraße (Grundstück 3)</i> | 41 |
| 2.2.5 | <i>Zeilenbau Kracauer Platz (Grundstück 4)</i> | 43 |
| 2.2.6 | <i>Punkthaus Stadtvilla Stavanger Straße (Grundstück 6)</i> | 45 |
| 2.3 | GRUNDLAGEN DER PLANUNG | 47 |
| 2.3.1 | <i>Parametertabelle zur entwurflichen und statischen Vorbemessung</i> | 48 |
| 2.3.2 | <i>Dauerhaftigkeit</i> | 49 |
| 2.3.3 | <i>Bemessungsansätze</i> | 51 |
| 2.3.4 | <i>Brandschutz</i> | 59 |
| 2.3.5 | <i>Schallschutz</i> | 61 |
| 2.3.6 | <i>Ökobilanz</i> | 63 |
| 2.3.7 | <i>Ökonomische Betrachtung</i> | 65 |
| 3 | ARBEITSPAKET 3: BAUKONSTRUKTIVE AUSARBEITUNG..... | 68 |
| 3.1 | ABLEITUNG PRÄGNANTER DETAILS AUS DEN ENTWÜRFE N | 68 |
| 3.1.1 | <i>Baulücke Kantstr. 126</i> | 69 |
| 3.1.2 | <i>Fensteranschlüsse</i> | 70 |
| 3.1.3 | <i>Referenzgebäude</i> | 71 |
| 3.1.4 | <i>Freiformoberfläche als Fertigteil</i> | 72 |
| 3.1.5 | <i>Zusammenfassung der zu untersuchenden Details:</i> | 73 |
| 3.2 | BEISPIELHAFTE LEITDETAILS FÜR DIE PLANUNG VON GEBÄUDEN AUS INFRALEICHTBETON | 75 |
| 3.3 | ENERGIETECHNISCHE ANALYSEN | 81 |
| 3.3.1 | <i>Dynamisch-Thermische Analyse</i> | 81 |

| | | |
|----------|--|------------|
| 3.3.2 | <i>Dynamische-Hygrische Analyse</i> | 100 |
| 3.3.3 | <i>Wärmebrückenanalyse</i> | 113 |
| 4 | ARBEITSPAKT 4: BAU UND UNTERSUCHUNG VON PROTOTYPEN | 125 |
| 4.1 | PROTOTYP 1 "FASSADENELEMENT MIT AUSKRAGENDEM BALKON" | 126 |
| 4.2 | PROTOTYP 2 (ILC 800, ILC 600) „FENSTERELEMENT“ | 130 |
| 4.3 | PROTOTYP 3 – „BALKONELEMENT MIT WANDSTUMMEL UND DECKENANSCHLUSS“ | 136 |
| 4.4 | PROTOTYP 4 - "FASSADENELEMENT MIT GEWELLTER OBERFLÄCHENSTRUKTUR" | 141 |
| 4.5 | BEGLEITVERSUCHE ZUM ILC..... | 143 |
| 4.6 | BAUPRAKTISCHE ASPEKTE BEIM UMGANG MIT ILC | 144 |
| 4.6.1 | <i>Mischregime zur Herstellung von ILC</i> | 144 |
| 4.6.2 | <i>Geeignete Schalungen</i> | 144 |
| 4.6.3 | <i>Ausschalzeiten</i> | 148 |
| 4.6.4 | <i>Oberflächengestaltungen</i> | 149 |
| 4.6.5 | <i>Nachbearbeitung und Betonkosmetik</i> | 153 |
| 4.6.6 | <i>Vermeidung von Betonierhorizonten, Fallhöhen</i> | 156 |
| 5 | ARBEITSPAKT 5: ZUSAMMENFASSUNG UND WEITERER FORSCHUNGSBEDARF | 158 |
| | LITERATUR | 164 |
| | ABBILDUNGSVERZEICHNIS | 168 |
| | TABELLENVERZEICHNIS | 173 |
| | ANHANG: BEMESSUNG BAUTEILE REFERENZGEBÄUDE | 175 |
| | ANHANG: BEWEHRUNGSPLAN PROTOTYP 2 | 179 |
| | ANHANG: GRUNDLAGEN DER PLANUNG – SCHALLSCHUTZNACHWEIS KRACAUER PLATZ | 180 |
| | ANHANG: ENERGIETECHNISCHE ANALYSEN –VARIANTENBETRACHTUNG WÄRMEBRÜCKEN | 187 |