

Zukunft Bau

STRUKTUR / GLIEDERUNG KURZBERICHT

Titel

Entwicklung einer modularen, flexiblen und mobilen Wohneinheit

Anlass / Ausgangslage

Modulares Bauen – eine Bauweise, die nach dem Baukastenprinzip die einzelnen Elemente zusammenfügt und komplexe geometrische Strukturen entstehen lassen, bietet beim rasanten Wachstum der Städte eine Möglichkeit den Ansprüchen unserer heutigen Zeit gerecht zu werden. Durch einzelne modulare Elemente, die jederzeit flexibel austauschbar oder ergänzt werden können, entsteht eine wandelbare Wohneinheit, die jeder Umgebungsstruktur angepasst werden kann. Während die meisten Menschen in Deutschland die „Containerbauweise“ mit Notunterkünften assoziieren, haben Architekten längst das Potential dieser Bauweise entdeckt. Im Vergleich zu den anfänglichen Interessen der Material- und Zeiteinsparung, entwickelt sich modulares Bauen hin zur experimentellen und innovativen Architektur.

Gegenstand des Forschungsvorhabens

Im vorliegenden Forschungsvorhaben wurde eine neuartige Variante der modularen Bauweise aus Sandwichelementen mit dünnen Deckschichten aus Textilbeton in monolithischer Ausführung entwickelt. Im Vorfeld der Untersuchungen wurde eine ausführliche Zusammenstellung der wichtigsten Grundlagen für das Forschungsvorhaben erarbeitet. Dies umfasste bspw. die Erstellung eines Raumkonzeptes und Gebäudeentwurfs, die Festlegung der Dimensionen des Baukörpers sowie die zu verwendenden Materialien.

Des Weiteren musste aufgrund der filigranen, monolithischen Bauweise eine Betonzusammensetzung entwickelt werden, die neben der selbstverdichtenden Eigenschaft noch zusätzlich geringe Schwindverkürzungen aufweist, über den gesamten Betonagezeitraum eine fließfähige Konsistenz besitzt, sich selbst entlüftet sowie nicht zur Entmischung neigt und sich zudem noch durch eine hochfeste Druckfestigkeit von 130 – 150 N/mm² kennzeichnet. Ein signifikanter Bestandteil der experimentellen Untersuchungen lag in der Reduktion der Verformungen und somit in der Entwicklung einer geeigneten Konstruktion für die Vorspannung der textilen Flächenbewehrung. Die maximal aufbringbare Vorspannung wurde in einaxialen Zugversuchen im Vorfeld an die Bauteiluntersuchungen durchgeführt. Die Kernaussage dieser Versuchsreihe war, dass die maximal aufnehmbare Vorspannung nicht mit der Grenzzugspannung der Bewehrung, sondern mit dem Herausziehen der Bewehrung aus der Halterungskonstruktion korreliert. Auf Basis dieser Erkenntnis wurde für die unterschiedlichen Probekörper ein auf die Bauteilgeometrie optimiertes Vorspannsystem entwickelt.

In den ersten Bauteilversuchen wurde das allgemeine Last-Verformungs-Verhalten der Betontragschichten unter einer Biegebeanspruchung untersucht. Der Fokus lag auf der Analyse der Wirksamkeit der Vorspannung und der eingebauten Textilbewehrung im Vergleich zu den unbewehrten Betonplatten. Durch den Einsatz der Carbonfasermatten ergab sich ein äußerst duktileres Tragverhalten. Zudem konnte der günstige Einfluss der aufgetragenen Vorspannung auf das Last-Verformungs-Verhalten bestätigt werden.

Im Anschluss erfolgten die Biegezugversuche an den Sandwichstreifen, um das diffizile Tragverhalten des Verbundbauteils sowie dessen Versagensformen zu ermitteln. Hierbei konnten vier Versagensmechanismen festgestellt werden. Maßgebend war stets das lokale Querkraftversagen in den Lasteinleitungsbereichen. Des Weiteren bestätigte die speziell angefertigte Dämmplattenmaserung einen guten Verbund zwischen den einzelnen Schichten, sodass eine gegenseitige Tragschichtenverschiebung erst nach dem maßgebenden Querkraftversagen auftrat.

Der Schwerpunkt dieses Forschungsprojekts lag in der Entwicklung eines geeigneten Herstellverfahrens der monolithischen Wohneinheit und der anschließenden Untersuchung der Wohnraumhülle bezüglich des Last-Verformungs-Verhalten sowie der optischen Erscheinung.

Wie sich beim Aufbau des Schal- und Vorspannsystems zeigte, bedarf die Konzeption der Eckdetails eine sorgsame und detailgenaue Planung. Die erforderliche Segmentierung der einzelnen Bestandteile musste auf jedes darauffolgende Ausführungselement angepasst werden, damit die innenliegenden Carbonfasermatten ohne Probleme nach Außen geführt werden konnten. Neben den Eckdetails benötigten auch die Halterungskonstruktionen und das Vorspannsystem eine passgenaue Abstimmung der Abmessungen.

In umfangreichen Versuchen wurde schließlich das Traglastverhalten der Wohnraumhülle näher untersucht. Die Durchbiegungen, bis kurz vor Erreichen der Maximalkraft, waren dabei verhältnismäßig gering. Das Versagen der Wohnraumhülle ging mit einem lokalen Querkraftversagen an der Lasteinleitung einher. Infolge der Umlagerungsmöglichkeiten im Bauteil konnte kein schlagartiger Abfall der Last beobachtet werden.

Begleitend zu den Bauteilversuchen wurden die jeweiligen Frisch- und Festbetoneigenschaften der einzelnen Betonagen untersucht. Die erzielten Festigkeiten und Konsistenzwerte konnten den Ansprüchen eines selbstverdichtenden Hochleistungsbetons gerecht werden. Zudem konnte eine äußerst schwindarme Betonzusammensetzung entwickelt werden.

Im letzten Schritt wurde eine optische Bewertung der Sichtbetonflächen durchgeführt. Diese erwiesen sich als gleichmäßig und sehr ansehnlich. Es konnten weder sichtbare Risse noch Entmischungserscheinungen an den Probekörpern beobachtet werden.

Fazit

Das Ziel des Forschungsvorhabens war die Entwicklung und Herstellung einer modularen und wandelbaren Wohneinheit aus Sandwichstrukturen mit Deckschichten aus Textilbeton. Das Forschungsvorhaben sollte zur Realisierung eines neuen experimentellen Ansatzes in der modularen Bauweise beitragen, die eine wirtschaftliche und qualitativ hochwertige Alternative zu den bereits vorhandenen Ausführungsvarianten darstellt. Dabei sollte das Wohnelement so konzipiert werden, dass sowohl die statischen und konstruktiven Anforderungen als auch die Transportfähigkeit sichergestellt werden.

Mit dem Forschungsvorhaben „Entwicklung einer modularen, flexiblen und mobilen Wohneinheit“ wurde eine neuartige Variante der modularen Bauweise aus Sandwichelementen mit dünnen Deckschichten aus Textilbeton in monolithischer Ausführung entwickelt. Des Weiteren lässt sich anhand der flexiblen Gestaltungsmöglichkeiten durch angehängte Module sowie einer minimalistisch, effizienten Architektur ein innovatives Design mit konstruktiven Tragwerksideen vereinen.

Eckdaten

Kurztitel:
MonoBau

Forscher / Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Breit (Technische Universität Kaiserslautern)
Daniel Nyman, M. Eng. (Technische Universität Kaiserslautern)

Der Forschungsbericht wurde mit Mitteln der Forschungsinitiative Zukunft Bau des Bundesinstitutes für Bau-, Stadt- und Raumforschung gefördert.
(Aktenzeichen: SWD – 10.08.18.7-16.52)

Gesamtkosten: 231.831,00 €

Anteil Bundeszuschuss: 128.348,48 €

Projektlaufzeit: 01.12.2016 – 01.12.2018 (24 Monate)

BILDER / ABBILDUNGEN:



Bild 1: Gebäudeentwurf (Quelle: Bayer, D.; Berger, D.: TUK, fatuk)

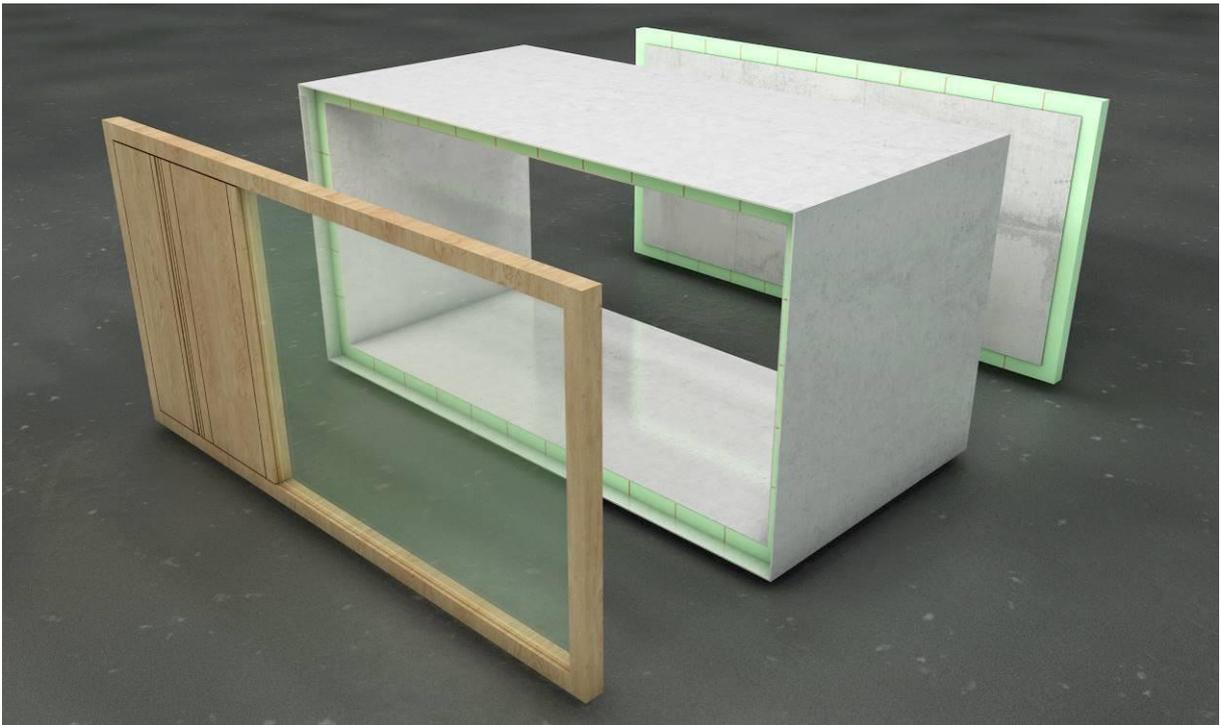


Bild 2: Struktureller Aufbau (Quelle: Bayer, D.; Berger, D.: TUK, fatuk)

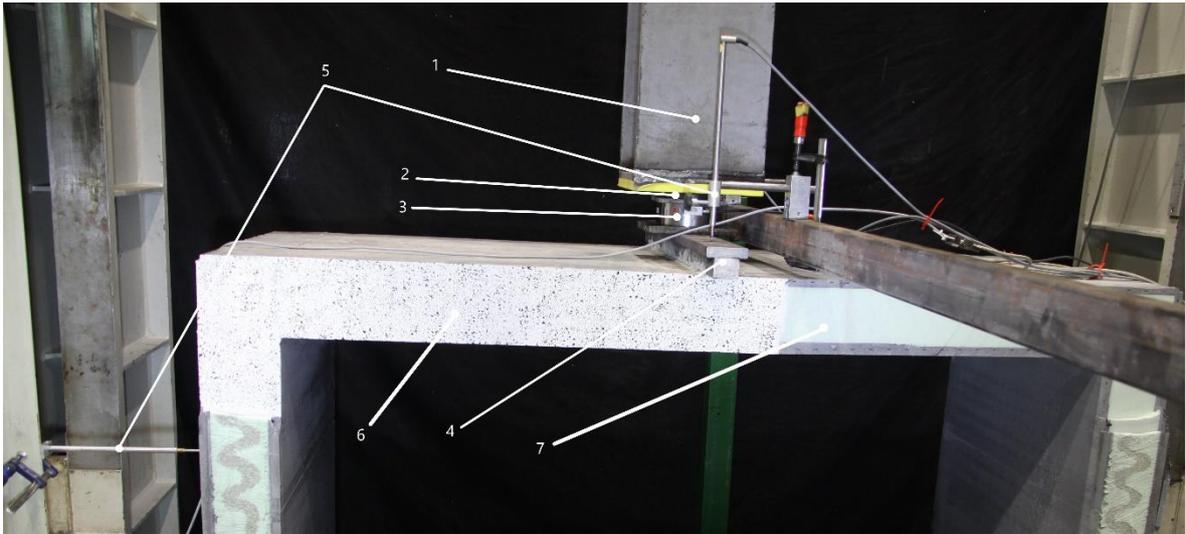


Bild 3: Versuchsaufbau



Bild 4: MonoBau-Körper (Quelle: Bayer, D.; Berger, D.: TUK, fatuk)



Bild 5: Urbane Umsetzungsmöglichkeit (Quelle: Bayer, D.; Berger, D.: TUK, fatuk)

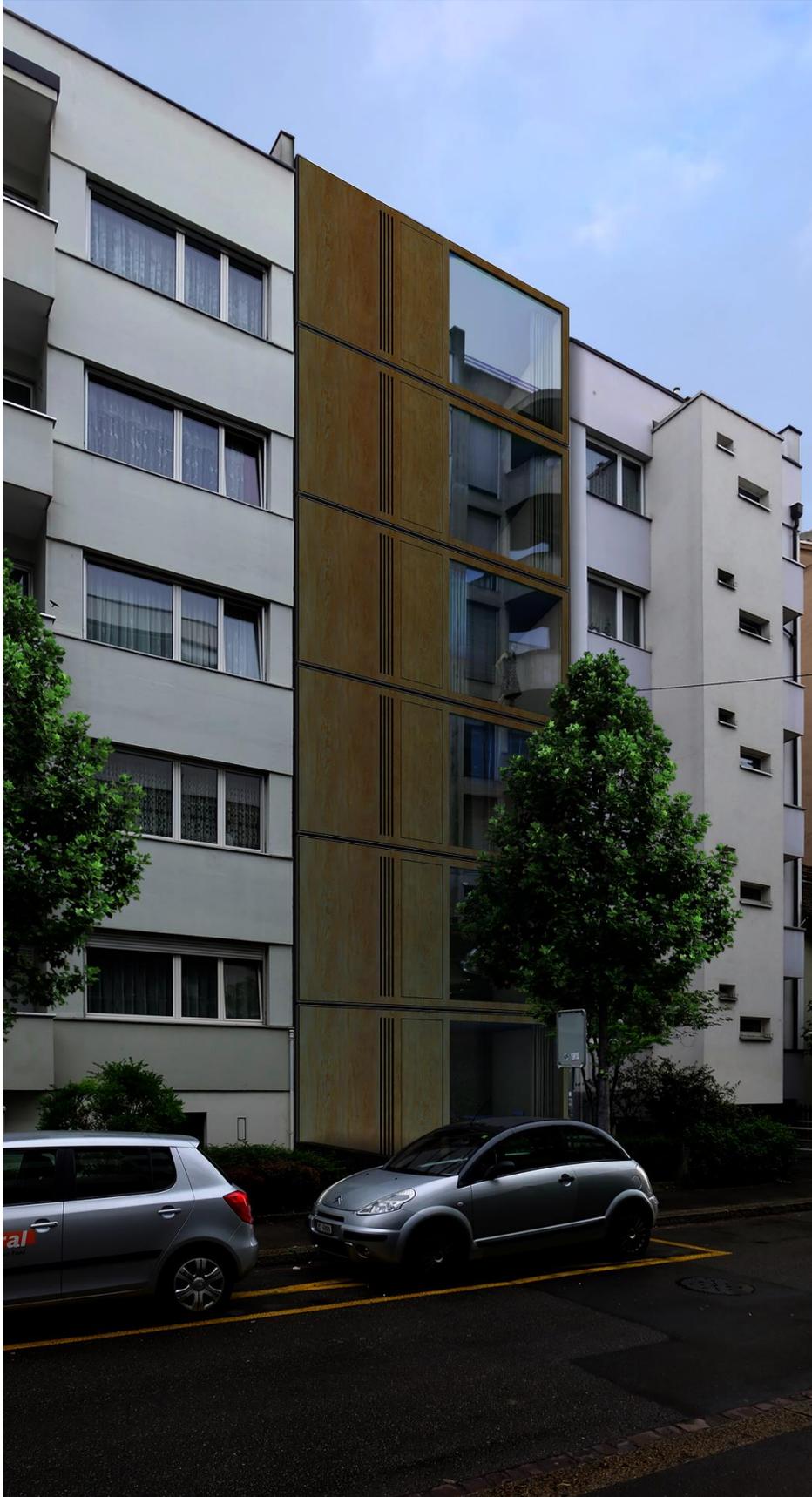


Bild 6: Urbane Umsetzungsmöglichkeit (Quelle: Bayer, D.; Berger, D.: TUK, fatuk)