

**Förderprogramm für Modellvorhaben
zum nachhaltigen und bezahlbarem Bau von Variowohnungen**

Endbericht

Stand: 29.11.2019

Der Forschungsbericht wurde mit Mitteln der Forschungsinitiative Zukunft Bau des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt des Berichtes liegt beim Autor.

**Neubau eines Auszubildendenheims in
Hamburg-Steilshoop**

Aktenzeichen: Stab ZIP – 20.30.08-13

Antragsteller: Octillion Capital GmbH
Frau Mika Harari
Wehmerweg 2
22529 Hamburg

Forschung: Technische Universität Berlin
Fachgebiet Bauwirtschaft und Baubetrieb
Gustav-Meyer-Allee 25
13355 Berlin

Projektlaufzeit: 23,5 Monate

1. Gebäudesteckbrief

Projekt, Standort und Akteure

Projektstandort	Steilshooper Str. 301 22309 Hamburg
Bauherr	Octillion Capital GmbH Wehmerweg 2 22529 Hamburg
Architekt	Nuckel Architekten PartGmbH Bilser Str. 11-13 22297 Hamburg
Forschungseinrichtung	Technische Universität Berlin Prof. Dr.-Ing. Matthias Sundermeier Andreas Hartmann Gustav-Meyer-Allee 25 13355 Berlin
Art der Maßnahme	Neubau
Innovative Maßnahmen/ Förderkriterien	Erhebliche Bauzeitverkürzung Nutzung innerstädtischer Grundstücke Umsetzung des Konzepts "ready" bzw. "ready Plus" für eine vorbereitete Barrierefreiheit Umsetzung eines flexiblen Nachnutzungskonzepts Besondere Aufwendung zur Senkung der Betriebskosten Gestaltung gemeinschaftlicher Flächen, innovative Konzepte des Zusammenwohnens

Gebäudekennwerte

Anzahl Wohneinheiten	19
Anzahl Wohnplätze	42
Gebäudetyp	Punkthaus / Solitär
Anzahl der Gebäude	1
Anzahl der Geschosse	4
BRI	5.973,73 m ³
BGF	2.020,04 m ²
NUF	1.401,93 m ²
NE	19
Gesamte Wohnfläche nach WoFIV (Wohn + Gemeinschaftsfläche)	966,41 m ²
Gesamte Wohnfläche abzgl. Gemeinschaftsfläche nach WoFIV	862,70 m ²
Gesamte Gemeinschaftsfläche nach WoFIV	104,61 m ²
Gemeinschaftsfläche je Wohnplatz	2,49 m ²

Konstruktion/Bauprozess

Bauweise	Modulbau
Tragsystem	Zellenkonstruktion
Baustoff	Stahl
Grad der Vorfertigung	37,0%
Bauzeit (von – bis)	20.11.2018 – 29.03.2019
Dauer des Baus (in Monaten)	16

Wirtschaftlichkeit

Gesamtkosten Bau (KG 200 – 700, ohne 710/720/760, gemäß Kostenschätzung)	3.636.779,47€
Baukosten (KG 300 + 400)	2.637.711,00€
Baukosten (KG 300+400)/BRI	441,38€
Baukosten (KG 300+400)/BGF	1.305,77€
Baukosten (KG 300+400)/NUF	1.881,49€
Baukosten (KG 300+400)/WP	62.802,64€
Warmmiete	300,00€
Möblierungszuschlag	20,00€

Ökologie

Nachhaltigkeitszertifizierungen	
Ergebnis der Nachhaltigkeitszertifizierungen	Sehr innovatives Gebäude
Ready-Standard	Ready Plus, vorbereitet~
Voraussichtlicher Primärenergiebedarf	21,70 kWh/(m ² a)
Voraussichtlicher Primärenergiebedarf nicht erneuerbar	44,17 kWh/(m ² a)
Voraussichtlicher Primärenergiebedarf erneuerbar	12,22 kWh/(m ² a)
Voraussichtlicher Endenergiebedarf	23,80 kWh/(m ² a)
Lebenszykluskosten (gemäß Nachhaltigkeitszertifizierung)	3.918.933,17€

2. Kurzfassung des Endberichts

a. Kurzfassung des Bauvorhabens und der Forschung



Straßenansicht des Auszubildendenheims in Hamburg-Steilshoop

Das durchgeführte Projekt wurde im nördlichen Stadtteil Hamburg-Steilshoop errichtet. Der Stadtteil gehört zum Hamburger Bezirk Wandsbek und grenzt an den benachbarten Bezirk Barmbek-Nord an. Steilshoop ist durch eine Wohn- und gewerbliche Bebauung geprägt.

In der weiteren Nachbarschaft zum Standort befindet sich die Großwohnsiedlung ‚Steilshoop‘, die im Zuge der der Beseitigung der Wohnraumnot nach dem Zweiten Weltkrieg in den Jahren 1969 bis 1975 errichtet worden ist und als Pionier-Wohnmodell ein selbstbestimmtes und gemeinschaftsorientiertes Wohnen bieten sollte.¹ Mit rund 19.600 Einwohnern beherbergt die Siedlung den Großteil der Bewohner des Stadtteils. Die Bewohnerstruktur prägt hierdurch den gesamten Stadtteil und begründet die damit korrespondierende einkommensschwächere Sozialstruktur.² Zudem war die Großwohnsiedlung seit ihrer Fertigstellung durch Kriminalität, Segregation und einseitige Bewohnerstrukturen geprägt.³

Das Baugrundstück war bisher Teil einer größeren Fläche, die vom Ausbildungszentrum-Bau in Hamburg GmbH (AZB) als Parkplatz und Übungsgelände belegt und bewirtschaftet wurde. Das Ausbildungszentrum Bau, welches die engere Nachbarschaft charakterisiert, bietet für die Hamburger Bauwirtschaft sämtliche Aus- und Weiterbildungen an und steht damit in direktem Kontakt zu baugewerblichen Auszubildenden. Da auch in Hamburg der Fachkräftebedarf seit Jahren steigt⁴ und mittlerweile sogar ein Fachkräftemangel zu verzeichnen ist⁵, stand das AZB dem Bau eines Auszubildendenheims in unmittelbarer Nähe sehr positiv gegenüber. Der Bau des Auszubildendenwohnheims trägt daher zu einer sinnvollen Verdichtung des Raumes bei.

Als innerstädtisches Bauprojekt mit direkter Nachbarbebauung sollte die Realisierung des Wohnheims in Steilshoop als Neubauprojekt in Form eines dreigeschossigen Flachdachbaus in modularer Bauweise ausgeführt

¹ Kirchhoff / Jacobs 1985, 9 ff.

² Statistisches Bundesamt 2018, 148 f.

³ Vgl. Weber et al.: Selbstbestimmtes und Gemeinschaftsorientiertes Wohnen am Beispiel Wohnmodell Steilshoop in Hamburg, 1984 sowie Meier,U.: Kriminalität in Neubausiedlungen, Band 91, 1985

⁴ Syben: Ausbildung in der Hamburger Bauwirtschaft, Hrsg. Auszubildendenzentrum Bau in Hamburg GmbH, 2007, S. 5 ff.

⁵ Fachkräftemonitor Hamburg, Online abgerufen: <http://www.fachkraefte-monitor-hamburg.de/fachkraefte-monitor.html#5X0XvJT4> ; letzter Abruf: 27.08.2019

werden. Die Raummodule bestehen aus einer Stahlrahmenkonstruktion, welche bereits mit Innenwandbegleidungen wie Gipskartonplatten Wärmedämmung sowie Fensterelementen geliefert wurden.

Grundsätzlich besteht der oberirdische Teil des Gebäudes aus 48 Raumzellen, die einem Bruttorauminhalt von 8.433,33 m³ entsprechen. Das untere Geschoss des Gebäudes wurde in Ortbetonbauweise errichtet und beinhaltet ein Park-Palettensystem. Diese innovative Lösung für Parksysteeme wurde priorisiert, da das Grundstück zuvor vom AZB als Parkfläche genutzt wurde und die verloren gegangenen 15 Stellplätze in das Kellergeschoss verlegt werden sollten. Aufgrund der knappen Flächenverhältnisse konnte keine Rampe realisiert werden, wodurch die Automobile über ein automatisiertes Paletten-System in das Kellergeschoss hinabbefördert werden und dort positioniert werden.

Die Förderung über das Vario-Programm begrenzt sich lediglich auf den linken Teil des Gebäudes. Der rechte Teil wird als Gästehaus insbesondere für Teilnehmer von Fort- und Weiterbildungen des AZB's genutzt und der linke Teil als Auszubildendenwohnheim. Der linke, geförderte Gebäudeteil umfasst 42 Wohnplätze, die zu insgesamt 27 Zweier- und Dreierappartments zusammengefasst werden und sich auf insgesamt 27 Raummodule in den Obergeschossen verteilen.

Zu jedem Apartment gehört ein Gemeinschaftsbad und eine Küche der gemeinsamen Nutzung. Zusätzlich umfasst das Projekt Gemeinschaftsräume und eine Dachterrasse sowie 75 Fahrrad- und 8 PKW-Stellplätze im Kellergeschoss. Für die Grundrisstypologie wurde sich an einem flexiblen Nachnutzungskonzept orientiert, welches lediglich durch fest eingebaute Sanitärzellen innerhalb der Module beschränkt wird. Die dabei berücksichtigte Barrierefreiheit äußert sich besonders in der vertikalen Erschließung des Gebäudes. Hierzu wurde ein Fahrstuhl, sowie ein Treppenhaus in die Grundrisskonzeption integriert. Dieser so generierte „readyplus“-Standard bildet die Basis für eine Umnutzung zum Seniorenwohnen.

Das Azubiwohnheim fügt sich somit städtebaulich in die bestehenden Gebäudestrukturen ein und kann das Stadtbild Steilshoops durch seine moderne Architektur mit Flachdach und Klinker-Fassade aufwerten. Es steht im Kontrast zu den hohen Plattenbauten im Norden und zu dem Gewerbegebiet in der direkten Umgebung.

Forschungsleistungen

Die Forschungsarbeit orientierte sich gemäß der Förderrichtlinie planungs- und baubegleitend an den Schwerpunkten Bauweise und Baukonstruktionen, Kosteneffizienz der räumlichen und gestalterischen Qualitäten, Flexibilität in der Nachnutzung sowie Nachhaltigkeit. Darüber hinaus wurde ein zusätzlicher Fokus auf die Untersuchung des Vorfertigungsgrad der gewählten Bauweise gesetzt. Die folgenden fünf Forschungsfelder wurden bearbeitet:

- a) Die gewählte Bauweise und Baukonstruktion des Objektes sollte hinsichtlich ihrer Vorteilhaftigkeit für eine Bauzeitverkürzung und Sicherstellung geringer Kosten untersucht werden. Da die Raummodulbauweise wesentliche Unterschiede zur konventionellen Bauweise aufweist, war eine einführende Erläuterung der Besonderheiten im Planungs- und Herstellungsprozess notwendig.
Darauf aufbauend wurden die Nutzensvorteile hinsichtlich einer Bauzeitverkürzung zunächst erläuternd dargelegt und datenbasiert belegt. Hierfür galt es, die Herstellungszeiten in der stationären Vorfertigung und die Bauzeiten inkl. den entsprechenden Arbeitsumfängen für die jeweiligen Leistungsbereiche zu analysieren. Die Bauzeit- und Kostenvorteile dieser Bauweisen wurden abschließend anhand der Daten von Referenzobjekten eingeordnet und bewertet.
- b) Für die Untersuchung der gemischten Nutzung und flexiblen Nachnutzung bei gleichbleibenden räumlichen wie gestalterischen Qualitäten wurden verschiedene Nachnutzungsszenarien überlegt. Hierbei wurden die vom den Planungsteam entwickelten Nachnutzungsoptionen untersucht um weitere Nutzungsvarianten erweitert.
Für die Untersuchungen wurden demographische Entwicklungen berücksichtigt, die unter dem Leitmotto „Wohnen im Alter“ bzw. als Seniorenwohneinrichtung berücksichtigun fanden und darüber hinaus Umnutzungsvarianten mit einem möglichst geringen Umbaufwand untersucht, die so zu einer nachhaltigeren und wirtschaftlicheren Nachnutzung des Objekts beitragen können.
- c) Die planerische Nachweisführung für die Nachhaltigkeit wurde anhand des Qualitätssiegels Nachhaltiger Wohnungsbau, das vom Verein zur Förderung der Nachhaltigkeit im Wohnungsbau e.V. angeboten wird, verfolgt. In engem Austausch mit den Planern, Bauherm und Bauausführenden wurde planungs- und baubegleitend erforderliche Unterlagen zusammengestellt und teilweise verfasst. Die sämtliche Steckbriefdokumentation war zum Zeitpunkt der Berichtabgabe beim Konformitätsprüfer auf Vollständigkeit sowie Konformität geprüft und an den NaWoh weitergeleitet worden.
- d) Zur Untersuchung der Effizienz des baulichen und technischen Konzepts wurde eine Wirtschaftlichkeitsuntersuchung anhand des gesamten Lebenszyklus des Gebäudes durchgeführt. Hierzu wurden die Bauwerkskosten in der zweiten Ebene als Investitionskosten herangezogen und der Effizienz der technischen Anlagen berücksichtigt, die sich in den Betriebskosten widerspiegelte. Wesentliche die Betriebskosten beeinflussende Bestandteile waren die Wärmepumpen sowie die ins Haus eingespeiste Fernwärme.
Darüber hinaus wurde eine Umbauvarianten in der Lebenszyklusberechnung berücksichtigt, so dass die Bestandteile des Forschungspunkte b) auch mit einfließen.
- e) Aufbauend auf dem ersten Forschungsschwerpunkt, der die Untersuchungen zur Bauzeitverkürzung und die Baukosten beinhaltete, wurde in einem zusätzlichen Forschungsbereich die Vorfertigung und insbesondere der Vorfertigungsgrad der gewählten Bauweise untersucht. Hierzu wurden die in der Literatur und von Herstellern oftmals angegebenen Vorfertigungsgrad auf Plausibilität untersucht.
Da keine allgemein gültige Berechnungsformel zum Vorfertigungsgrad existierte, wurde diese wissenschaftlich hergeleitet und anhand der vorhandenen Daten zum Projekt durchgeführt. Anschließend wurden Wirkungsparameter auf den Vorfertigungsgrad untersucht und diskutiert.

b. Kurzfassung der Ergebnisse und Bewertung

Bauweise und Bauzeitverkürzung

Für das Projekt in Hamburg-Steilshoop wurde die Raummodulbauweise gewählt. Sie stellt eine serielle Bauweise dar, die durch einen hohen Vorfertigungsgrad und eine Bauzeitverkürzung geprägt ist und sich daher als ideale Bauweise für die Förderungsanforderungen darstellt.

Die Raummodule- bzw. Raumzellenbauweise besitzt die Vorteilhaftigkeit, dass die vorgelagerte Fertigung der Raumzellen parallel zur Erstellung des konventionell errichteten Untergeschosses inklusive der Sockelplatte durchgeführt werden kann. Hierbei umfasst die Vorfertigung unter stationären und optimierten Bedingungen, die keinen Witterungseinflüssen ausgesetzt sind, sowohl die Leistungsbereiche des Rohbaus als auch grundlegende Arbeiten des Ausbaus und der Installation der technischen Anlagen. Durch diese Vorverlagerung dieser arbeitsumfangreichen Leistungen konnten die erforderlichen Arbeiten auf der Baustelle reduziert und die räumliche Enge vor Ort kompensiert werden.

Dennoch konnten die anvisierten Bauzeitverkürzungen um 10 Monate auf eine Gesamtbauzeit von 8 Monaten nicht erreicht werden. Aufgrund von Verzögerungen der vorlaufenden Leistungsbereiche der Kostengruppen 310 und 320 traten erhebliche Bauablaufstörungen auf. Unfachgemäße Planungsleistungen für den Verbau der Baugrube führten zu einem längerfristigen Stillstand auf der Baustelle und somit zu erheblichen Bauzeitverzögerungen, die sich schließlich auch negativ auf die konventionellen Rohbauarbeiten des Kellergeschosses auswirkten. Die finale Gesamtbauzeit betrug 16 Monate und bedeutete somit eine gesamte Bauzeitverzögerung von 8 Monaten.

Nach einem erforderlichen Planerwechsel und eine Wiederaufnahme der Bautätigkeit konnten die Ortbetonarbeiten des Untergeschosses Anfang Oktober 2018 abgeschlossen werden. Die Raummodule, die zu diesem Zeitpunkt bereits lange fertiggestellt waren und im Herstellerwerk lagerten, konnten somit erst stark verzögert montiert werden. Die Montage aller 48 Raumzellen (Vario: 27 Module), die einem Bruttorauminhalt von 8.433,33 m³ entsprachen (Vario: 5008,32 m³ BRI), konnten innerhalb von 10 Arbeitstagen montiert werden.

Die anschließenden Ausbauarbeiten und Bauinstallationen der technischen Anlagen konnten nach 5 Monaten abgeschlossen werden. Die oberirdischen Gebäudeebenen, die in Raummodulbauweise erstellt wurden, konnten somit innerhalb von 5,5 Monaten auf der Baustelle erbracht werden.

Flexible Nachnutzung und räumlich gestalterische Qualitäten

Die Untersuchungen zur flexiblen Nachnutzung unter Beibehalt der räumlich gestalterischen Qualitäten betrachtete vier verschiedenen andere Nachnutzungsmöglichkeiten. Neben einem Studierendenwohnheim und einem Boarding House wurden die Nutzungsvarianten als Seniorenwohnheim sowie als Mehrgenerationenhaus berücksichtigt.

Für das Boarding House und das Studierendenwohnheim wurden keine Umbaumaßnahmen identifiziert, wodurch eine Umnutzung relativ einfach möglich ist. Die spezifischen Anforderungsprofile der unterschiedlichen Nutzergruppen sind dabei sehr ähnlich. Daher wäre sogar eine gegebenenfalls etagenweise getrennte Mischnutzung denkbar.

Da die Anforderungen an eine Seniorenwohnheim aufgrund der körperlichen Einschränkungen dieser Nutzergruppe an die baulichen Gegebenheiten höher liegen, sind für diese Nutzungsvariante Umbaumaßnahmen empfohlen. Hierzu wurde der bestehende ‚ready‘-Standard als Mindeststandard für altengerechtes Wohnen hinsichtlich einer Heraufstufung untersucht. Insbesondere die nächst höher liegende Stufen ‚ready plus‘ wurde hierbei fokussiert. Im Ergebnis konnten sogar Teilbereiche der höchsten Stufe ‚all ready‘ erreicht werden, jedoch wurde selbst ein Erreichen der nächsten Stufe ‚ready plus‘ als schwierig bewertet, da hierfür die standardisierten und eng bemessenen Bäder umgebaut werden müssten. Ein möglicher Umbau wird aufgrund der hohen Gewerkeichte in diesem Bereich allerdings als nicht förderlich betrachtet.

Nachhaltigkeit

Im Rahmen einer nachhaltigen Zertifizierung des Objektes wurde das Qualitätssiegel ‚NachhaltigerWohnungsbau‘ des Vereins zur Förderung der Nachhaltigkeit im Wohnungsbau e.V. gewählt. Hierbei übernahm das Fachgebiet Bauwirtschaft und Baubetrieb die Aufgaben des Nachhaltigkeitskoordinators. Zum Tätigkeitsspektrum gehörte das Zusammentragen der notwendigen Unterlagen, die Koordination bei der Erstellung fehlender Unterlagen durch die Projektbeteiligten sowie die Erstellung von Erläuterungsschreiben und die Korrespondenz zur Konformitätsprüferin.

Zum Zeitpunkt der Abgabe des Abschlussberichtes wurde von der Konformitätsprüferin bestätigt, dass die Unterlagen vollständig und konform vorlagen und an den Verein zur Förderung der Nachhaltigkeit im Wohnungsbau e.V. weitergeleitet wurden. Eine finale Rückmeldung des Vereins zur Förderung der Nachhaltigkeit im Wohnungsbau e.V. zur Zertifikatserstellung steht noch aus.

Kosten und Effizienz des baulichen und technischen Konzepts

Die Kosten und Effizienz des baulichen und technischen Konzepts wurde anhand einer Wirtschaftlichkeitsberechnung untersucht. Hierzu wurde über einen Zeitraum von 50 Jahren eine Lebenszyklusanalyse durchgeführt, deren Ergebnis auf den Investitions- bzw. Bauwerkskosten sowie den Betriebskosten basiert. Hierzu wurden die zukünftigen Zahlungen abdiskontiert, um eine Bewertung der Wirtschaftlichkeit für den heutigen Zeitpunkt zu erhalten.

Im Ergebnis konnte festgestellt werden, dass die Bauwerkskosten unterhalb derer von Referenzobjekten lagen. Dieser Wert als entscheidendes Kriterium für die ökonomische Vorteilhaftigkeit ergab einen deutlich positiven Kapitalwert, der bei allgemein bei 3.918.933,77 Euro lag und einen spezifischen Wert von 1.875,26 Euro bezogen auf den Quadratmeter der Bruttogrundfläche nach DIN 277 ergab.

Vorfertigungs und Vorfertigungsgrad

Da Bauweisen, die auf seriellen und industriellen Herstellungsweisen basieren und dank einer Vorfertigung eine verkürzte Bauzeit bieten, momentan sehr stark nachgefragt werden, lag der selbst gewählte Forschungsschwerpunkt auf einer wissenschaftlichen Untersuchung zum Vorfertigungsgrad, da ein hoher Vorfertigungsgrad generell auch mit einer Verkürzung der Bauzeit verbunden wird.

Zunächst wurde eine Beschreibung des Vorfertigungsgrades aufgestellt und eine allgemeine Berechnungsformel hergeleitet, die insbesondere auf dem Verhältnis von vorgefertigter Leistung zur gesamten Bauleistung basiert. Auf Basis der im Projektverlauf gewonnenen Daten zu Arbeitsumfängen auf Basis der Einheit in Lohnstunden der Vorfertigung und der Bauleistungen auf der Baustelle konnten so unterschiedliche Berechnungsansätze für den Vorfertigungsgrad ermittelt werden.

Da die Raummodulbauweise aufgrund ihrer Dreidimensionalität den höchstmöglichen Vorfertigungsgrad im Vergleich zu anderen industriellen Bauweisen im Bauwesen aufweist, wurde daher mit einem relativ hohen Grad der Vorfertigung gerechnet. Der Vorfertigungsgrad, der die Leistungen der Vorfertigung, Sicherung für Transport und Montage sowie die auf der Baustellen restlichen Arbeiten berücksichtigte, lag bei 37,0 Prozent und lag damit deutlich unter den Werten, die in der Fachliteratur für diese Bauweise angegeben wurde. Dort wurden Vorfertigungsgrade für die Raummodulbauweise zwischen 60 und 90 Prozent angegeben, die so nicht plausibilisiert werden konnten.

Abschließend konnte festgestellt werden, dass insbesondere die automatisierten und rationalisierten Bedingungen einer werkseitigen Vorfertigung dazu führen, dass der Vorfertigungsgrad sinkt. Dieser Effekt liegt daran, dass der Arbeitsumfang für die Arbeiten, die auf einer stationären Produktionsstraße anfallen, aufgrund der optimierten Arbeitsbedingungen und einem hohen Automatisierungs- und Mechanisierungsgrad allgemein geringer ausfallen (Skaleneffekte). Dementsprechend sinkt auch die Verhältnisgröße von vorgefertigter Leistung zu gesamter Bauleistung.

Das heißt, dass ein sehr effizienter Fertigungsprozess in der Vorfertigung nicht zu einer proportionalen Erhöhung des Vorfertigungsgrads führt.

Des Weiteren konnte festgestellt werden, dass ein höherer Vorfertigungsgrad auch zu Einschränkungen führen kann und die spezifischen Kosten bezogen auf den Bruttorauminhalt überproportional ansteigen lassen kann. Grund hierfür ist die Tatsache, dass ein höherer Vorfertigungsgrad mit einem höheren Gewicht der Module einhergeht. Moduldimensionen sind jedoch transportbedingt an Restriktionen gebunden. Tieflader und Krane können nur zu einer bestimmten Größe und Gewicht und Raumzellen bewegen. Daher müssen diese Einheiten zwangsläufig kleiner dimensioniert werden.

In Konsequenz führt dies jedoch zu weiteren Einschränkungen in der architektonischen bzw. räumlich gestalterischen Qualität. Bei einer höheren Anzahl an Modulen, die eine höhere Vorfertigung aufweisen, können daher beispielsweise nur Estrichflächen in der Vorfertigung eingebaut werden, die sich auf die Flächen eines Moduls begrenzen. Dies führt zwangsläufig zu Einschränkungen im Entwurf, die bedacht werden müssen.