ZUKUNFT BAU
FORSCHUNGSFÖRDERUNG

Förderprogramm für Modellvorhaben
zum nachhaltigen und bezahlbaren Bau von Variowohnungen

Endbericht

Stand: 31.08.2019

Neubau Wohnhaus für Studierende in Berlin-Grunewald

Aktenzeichen: Stab ZIP 20.30.08-03

Antragsteller: StudierendenWERK Berlin
Hardenbergstr. 34
10623 Berlin

Forschung: FH Potsdam – Institut für angewandte
Forschung Urbane Zukunft
Kiepenheuerallee 5
14469 Potsdam

Projektlaufzeit 26 Monate

Der Forschungsbericht wurde mit Mitteln der Forschungsinititative Zukunft Bau
des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) gefördert.
Die Verantwortung für den Inhalt des Berichts liegt bei den Autoren.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis ... **2**

1 Gebäudesteckbrief ... **3**

2 Kurzfassung des Endberichts ... **5**

Kurzfassung des Bauvorhabens und der Forschung ... *5*

Kurzfassung der Ergebnisse und Bewertung ... *8*

3 Aufbau und Methodik der durchgeführten Forschungsleistungen ... **12**

3.1 Projektziele und Maßnahmen ... 12
3.2 Forschungsleistungen ... 14
3.3 Arbeits- und Zeitplan ... 18

4 Ziele, Methodik, Ergebnisse und Bewertung der Forschungsschwerpunkte ... **21**

a. Bauweise / Baukonstruktion ... *21*
1. Ziele und Methodik ... 21
2. Ergebnisse zur Bauzeitverkürzung ... 22
3. Ergebnisse zu Kosten und Umweltfolgewirkungen ... 25
4. Zusammenfassende Bewertung ... 45

b. Gemischte Nutzung und flexible Nachnutzung, räumliche und gestalterische Qualitäten ... *46*
1. Ziele und Methodik ... 46
2. Ergebnisse zu den räumlichen und gestalterischen Qualitäten ... 49
3. Ergebnisse zur Flexibilität der Nutzung und Nachnutzung ... 53
4. Zusammenfassende Bewertung ... 54

c. Nachhaltigkeit ... *56*
1. Ziele und Methodik ... 56
2. Ergebnisse aus der begleitenden Nachhaltigkeitszertifizierung ... 56
3. Nachhaltigkeitsbewertung mit SNAP ... 62
4. Zusammenfassende Bewertung ... 69

d. Kosten und Effizienz ... *71*
1. Ziele und Methodik ... 71
2. Ergebnisse zu Investitions- und Lebenszykluskosten ... 72
3. Zusammenfassende Bewertung ... 75

e. Weitere Forschungsschwerpunkte: Projektmanagement und integrale Planung ... *76*
1. Projektspezifische und allgemeine Herausforderungen im Projektmanagement ... 76
2. Integrale Planung ... 77
3. Ziele und Methodik ... 78
4. Der Nachbesserungszyklus und seine Folgen ... 79
5. Ergebnisse zur Integralen Planung und Nachhaltigkeitszertifizierung (Group Model Building) ... 83
6. Schlussfolgerungen hinsichtlich des Variowohnungen-Projekts ... 88

5 Literatur ... **90**

6 Abbildungs- und Tabellenverzeichnis ... **92**

7 Mitwirkende am Forschungsprojekt ... **94**

8 Anlagen ... **96**

1 Gebäudesteckbrief

Projekt, Standort und Akteure

Projektstandort	Dauerwaldweg 1 14055 Berlin-Grunewald
Bauherr	studierendenWERK Berlin Hardenbergstr. 34 10623 Berlin
Architekt	Lehrecke Wittschurke Architekten BDA
Forschungseinrichtung	FH Potsdam – Institut für angewandte Forschung Urbane Zukunft Prof. Dr. Michael Prytula, Dipl.-Ing. Jeannette Hanko Kiepenheuerallee 5 14469 Potsdam
Art der Maßnahme	Neubau
Innovative Maßnahmen/ Förderkriterien	Bauzeitverkürzung durch Konstruktion städtebauliche Nachverdichtung Umsetzung "ready Plus" Flexibles Nachnutzungskonzept Senkung der Betriebskosten Gemeinschaftsflächen für Campus Ökologische Freiraumgestaltung Wählen Sie ein Element aus.

Gebäudekennwerte

Anzahl Wohneinheiten	46
Anzahl Wohnplätze	50
Gebäudetyp	Punkthaus / Solitär
Anzahl der Gebäude	1
Anzahl der Geschosse	2 Vollgeschosse
BRI (DIN 277, Stand 01/2016)	7.338,57 m^3
BGF	2.206,51 m^2
NUF	1.460,97 m^2
NE	46
Gesamte Wohnfläche nach WoFIV (Wohn + Gemeinschaftsfläche)	1.387,64 m^2
Gesamte Wohnfläche abzgl. Gemeinschaftsfläche nach WoFIV	1.199,52 m^2
Gesamte Gemeinschaftsfläche nach WoFIV	188,12 m^2
Gemeinschaftsfläche je Wohnplatz	3,76 m^2

Konstruktion/Bauprozess

Bauweise	Massivbau Porenbeton
Tragsystem	Schottenbauweise
Baustoff	Porenbeton, Stahlbeton
Grad der Vorfertigung	Bauteil
Bauzeit (von – bis)	06.11.2017 - 15.09.2019
Dauer des Baus (in Monaten)	23 Monate

Wirtschaftlichkeit (Stand Mai 2019)

Gesamtkosten Bau (KG 200 – 700, ohne 710/720/760) (nur für den Vario-Anteil)	5.320.000 €
Baukosten (KG 300 + 400)	3.960.000 €
Baukosten (KG 300+400)/BRI	538,92 €
Baukosten (KG 300+400)/BGF	1.806,57 €
Baukosten (KG 300+400)/NUF	2.742,38 €
Baukosten (KG 300+400)/WF	2.877,74 €
Warmmiete	300,00 €
Möblierungszuschlag	20,00 €

Ökologie

Nachhaltigkeitszertifizierungen	NaWoh
Ergebnis der Nachhaltigkeitszertifizierungen	In Prüfung
Ready-Standard	Ready Plus im UG
Voraussichtlicher Primärenergiebedarf	113,97 kWh/(m²a)
Voraussichtlicher Primärenergiebedarf nicht erneuerbar	99,05 kWh/(m²a)
Voraussichtlicher Primärenergiebedarf erneuerbar	14,92 kWh/(m²a)
Voraussichtlicher Endenergiebedarf ENEV	66,88 kWh/(m²a)
Lebenszykluskosten (gemäß Nachhaltigkeitszertifizierung)	1.597 €/ m²a

2 Kurzfassung des Endberichts

Kurzfassung des Bauvorhabens und der Forschung

Abbildung 1 - Wohnhaus für Studierende Berlin Grunewald, Foto: FH Potsdam

Projektbeschreibung

Das Projekt „Neubau Wohnhaus für Studierende in Berlin-Grunewald“ ist eine Erweiterung der denkmalgeschützten Wohnanlage „Studierendenwohnheim Dauerwaldweg“ aus dem Jahr 1960. Die bestehende Anlage umfasst zehn ein- und zweigeschossige Gebäude und liegt auf einem höheren Geländeniveau als die umgebenden Straßen. Der Neubau mit 50 Wohnplätzen arrondiert an der südöstlichen Grundstücksecke die städtebauliche Situation, die aufgrund der Vorhaltung des Grundstücks für Verkehrsflächen unbebaut geblieben war. Der Neubau ist als Solitär konzipiert, der durch seine Größe von 35 m Länge und 18 m Breite bei genehmigungsrechtlich zwei Vollgeschossen einen städtebaulichen Akzent am Übergang des Wohngebietes zum angrenzenden Grunewald bildet. Der Baukörper vermittelt zwischen dem Straßenniveau und dem auf dem höheren Plateau liegenden Studierendenwohnheim, indem das Untergeschoss in den Geländesprung hineingeschobenen wurde. Dadurch wird ein farblich abgesetztes Sockelgeschoss ausbildet, das zwei barrierefreie Zugänge zu den Gemeinschaftsräumen und den drei „ready-Plus“-Wohnungen ermöglicht. Der Hauptzugang zum Gebäude erfolgt vom Plateau, das über eine neu geschaffene Freitreppe mit Sitzstufen erreicht wird und so eine markante Eingangssituation erzeugt.

In der Fassadengestaltung wurden wesentliche Merkmale der vorhandenen denkmalgeschützten Wohnanlage aufgenommen. Die Gestaltung orientiert sich vom Material und farblich durch eine Putzfassade mit weißen Fensterelementen und farbigen Paneelfüllungen eng am äußeren Erscheinungsbild der Bestandsbauten.
Das oberste Geschoss ist als Staffelgeschoss konzipiert und gibt so Raum für eine Dachterrasse, die allen Bewohner*innen der Siedlung zugänglich ist und einen Blick auf die gesamte Wohnanlage ermöglicht. Der Außenraum rund um den Neubau wurde neu gestaltet. Es wurde ein umfassendes ökologisches Konzept umgesetzt, das eine geringstmögliche Versiegelung mit Regenwasserversickerung, die Pflanzung einer Vielzahl unterschiedlicher, der örtlichen Vegetation angepassten Hecken und Baumarten sowie extensive Dachbegrünungen über dem seitlich in den Hang eingelassenen Müllraum und den Dachflächen beinhaltet.

Gebäudetypologisch ist der Neubau als eine zweihüftige Anlage mit Mittelflurerschließung für Einraumwohnungen in Schottenbauweise konzipiert. Das Gebäude wird durch zwei Treppenhäuser erschlossen. Die linear angelegte Treppe der Haupterschließung verbindet die Geschosse terrassenartig miteinander und bietet komplexe räumliche Durchdringungen, die vielfältige Ausblicke und Kommunikationsangebote erzeugen. Angrenzend am

zweiten Treppenhaus ist ein Aufzugsschacht für einen späteren Umbau vorgehalten, um später die Wohnungen im Obergeschoß barrierefrei erschließen zu können. Durch die räumliche Position im Gelände, die Höhenstaffelung des Baukörpers, der komplexen inneren und äußeren Erschließung sowie den Gemeinschaftsflächen wird der Neubau zum Dreh- und Angelpunkt der gesamten Wohnanlage.

Auf insgesamt vier Geschossen werden überwiegend Einzelapartments realisiert, die bis auf vier größere Apartments für Wohngemeinschaften gleiche Abmessungen aufweisen. Die barrierefreien Apartments des Untergeschosses liegen auf Straßenniveau zur offenen Seite nach Südwesten. Auf der Nordseite des Untergeschosses befinden sich ein großer Gemeinschaftsraum mit Nebenräumen, der gemeinschaftlich genutzte Waschmaschinen- und Trockenraum sowie die Nebenräume für Hausanschluss und Technik. Die Ausstattung und Abmessung von Waschküche und Trockenraum soll neben funktionalen Anforderungen auch die Nutzung der Räume als informellen Treffpunkt ermöglichen.

Die Apartments sind voll ausgestattet. Jedes Apartment besteht aus einem Wohnraum mit offener Küchenzeile (Pantry-Küche) und einem eigenen Bad mit Dusche sowie einem Korridor mit Garderobenbereich und Schrankstellfläche. Der Wohnraum ist möbliert mit Schreibtisch, Schreibtischdrehstuhl, einem Raumteiler-Regal, einem 1 m breiten Bett mit Nachttisch, zwei 90 cm breiten Kleiderschränken, einer Garderobenleiste, blickdichten Vorhängen sowie Decken-, Lese- und Schreibtischleuchten. Die Fußböden sind mit Linoleum belegt, Bäder gefliest. Wand- und Deckenflächen in Massivbauweise werden geputzt- und erhalten wie die in Trockenbauweise Anstriche. Die Beheizung erfolgt über Heizkörper vor den Fensterelementen. Der erforderliche Luftwechsel in Wohnräumen wird über dezentrale Abluftgeräte in den Bädern und die Zuluft über Schalldämmlüfter in den Sturzbereichen der Fensterelemente gewährleistet.

In den vier Wohngemeinschaften teilen sich jeweils zwei Studierende je ein Bad und eine Pantry-Küche. Die drei rollstuhlgerechten Wohnungen im Untergeschoss sind entsprechend der Anforderungen von „ready-Plus“ dimensioniert und in der Ausstattung angepasst. Zwei weitere Wohnungen in diesem Geschoss werden als mögliche Betreuer*innenwohnungen vorgesehen. Die Obergeschosse sind in den Flächen und Durchgangsbreiten und -höhen für eine spätere Umrüstung entsprechend „ready-Plus“ vorbereitet.

Durch die modulare und standardisierte Bauweise, die Realisierung mit Halbfertigteilen, Fertigteilen und Vermeidung von komplexen Details soll das Gebäude zeiteffizient errichtet werden. Gleichzeitig werden so Fehlerquellen und Komplikationen reduziert. Die zweiachsige Schottenbauweise soll auch größere Wohneinheiten und damit eine einfache Umnutzung ermöglichen. Die Warmwasserbereitung wird durch eine thermische Solaranlage unterstützt. Eine digitale Anzeige im Eingangsbereich des Neubaus macht die hierdurch entstehenden Energiegewinne für die Bewohner ablesbar.

Forschungsleistungen

Das Forschungsobjekt wurde gemäß der Förderrichtlinie planungs- und baubegleitend hinsichtlich Bauzeitverkürzung, Bauweisen und Baukonstruktion, Kosteneffizienz, der räumlichen und gestalterischen Qualitäten, Flexibilität in der Nachnutzung sowie Nachhaltigkeit untersucht und ausgewertet. Für die Bearbeitung der vier vorgegebenen Forschungsschwerpunkte wurden verschiedene Methoden eingesetzt, um die unterschiedlichen Einzelaspekte optimal zu untersuchen und eine ganzheitliche und objektivierbare Analyse der architektonischen Konzeption sowie der eingesetzten Bauweisen und Technologien des Bauvorhabens sicherzustellen.

a) Um die Effizienz eines Bauvorhabens zu beurteilen, werden üblicherweise die Investitionskosten, die Bauzeit und die Energiebedarfe in der Nutzungszeit betrachtet. Diese Betrachtungen wurden auch in diesem Forschungsprojekt im Vergleich zu anderen Bauweisen geführt. Die Auswirkungen der verwendeten Baustoffe oder von Instandhaltungsaufwendungen werden dabei i.d.R. nicht berücksichtigt. Daher wurden in dieser Untersuchung die

im Forschungsobjekt gewählten Konstruktionen und Bauweisen auch hinsichtlich der Umweltfolgewirkungen (LCA) und der Lebenszykluskosten (LCC) über den gesamten Lebenszyklus bewertet. Die Beziehungen und Folgewirkungen zwischen Zeit- und Kosten-, Material- und Energieeffizienz wurden bauteilbezogen und im Vergleich zu anderen Bauweisen untersucht.

b) Die Nutzungsflexibilität sowie die räumlichen und gestalterischen Qualitäten des Projektes wurden unter Verwendung von vier Umnutzungsvarianten für das Gebäude für den Betrachtungszeitraum 2040+ untersucht. Diese Varianten wurden auf der Grundlage der von den Architekten entwickelten Nachnutzungsoptionen, den konkreten räumlichen und konstruktiven Bedingungen sowie weiteren Überlegungen zu demographischen und gesellschaftlichen Veränderungen entwickelt. Hierfür wurden sogenannte Personas entwickelt, die als fiktionale Charaktere abstrakte soziodemografische Daten oder gesellschaftliche Trends in personifizierter Form illustrieren und damit „idealtypische" Profile von Menschen in einem konkreten Nutzungsprofil abbilden. Die Varianten wurden in einem interdisziplinären Workshop mit zwölf Experten*innen diskutiert und bewertet.

c) Die Nachhaltigkeitszertifizierung wurde nach „NaWoh" des Vereins zur Förderung der Nachhaltigkeit im Wohnungsbau e.V. planungs- und baubegleitend in enger Zusammenarbeit mit Bauherr, Architekt, Landschaftsarchitekt und Fachplanern durch die Begleitforschung der FH Potsdam erarbeitet. Die Planung und Ausführung wurden auf die Einhaltung der Anforderungen der Kriteriensteckbriefe geprüft. Bei Ergänzungs- und/oder Änderungsbedarfen wurden durch den Bauherren Umplanungen und/oder Nachträge beauftragt. Die betreffenden Kriterien und durch die Zertifizierung verursachte Mehrkosten wurden in der Bearbeitung sukzessive tabellarisch erfasst. Außerdem wurde steckbriefweise tabellarisch dokumentiert, ob und wie die einzelnen Kriterien zur Qualitätssicherung beitragen konnten. Ergänzend wurden in einer Lehrveranstaltung fünf Projekte aus dem Variowohnennetzwerk in Anlehnung an die Systematik für Nachhaltigkeitsanforderungen in Planungswettbewerben (SNAP) miteinander verglichen und bewertet.

d) Die Investitions- und Lebenszykluskosten der Bauweise im Forschungsobjekt wurden im Vergleich zu je zwei Ausführungsvarianten in der Baukonstruktion (konventionelle Massivbauweise mit Kalksandstein und Wärmedämmverbundsystem sowie Holztafelbauweise) und in der Gebäudetechnik (BHKW unterstützt durch Gasbrennwertkessel sowie Wärmepumpen) mit Kostenkennwerten für Wohnheime aus dem BKI Neubau 2018 (BKI, 2018) ermittelt und ausgewertet. Die Untersuchung der Investitionskosten umfasste die KG 300 Baukonstruktion und die KG 400 Gebäudetechnik jeweils bis zur 3. Ebene. Bei der Lebenszykluskostenberechnung wurden neben den Investitionskosten in den Nutzungskosten die Austausch- bzw. Erneuerungsintervalle der jeweils untersuchten Ausführungsvarianten berücksichtigt.

e) Als weiterer Forschungsschwerpunkt wurden die Wirkungszusammenhänge von Projektmanagement, integraler Planung und Nachhaltigkeitszertifizierung in einer qualitativen system-dynamischen Modellierung untersucht. Die integrale Planung spielt bei der Strukturierung und Optimierung komplexer Zusammenhänge eine zentrale Rolle, wird aber in der Praxis häufig aus verschiedenen Gründen nicht oder nur unzureichend durchgeführt. Viele typische Probleme in Planungs- und Bauprozessen lassen sich auf den sogenannten „Nachbesserungszyklus" zurückführen und unerwünschte Nebenwirkungen von Steuerungsmaßnahmen können dazu führen, dass sich die Probleme sogar noch zu verschärfen. In einem Workshop mit allen Projektbeteiligten wurden dazu weiterführende Erkenntnisse und verallgemeinerbare Optimierungsvorschläge erarbeitet.

Mit den Projektbeteiligten wurden zwei Workshops durchgeführt, die zu einer breiteren Wissensintegration im Projekt beigetrugen. Ergänzend wurden einzelne Forschungsinhalte von Studierenden in Seminar- und Masterarbeiten bearbeitet. Damit wurde die Absicht verfolgt, die Ziele der Förderlinie, das Wissen über die komplexen Sachverhalte im nachhaltigen Planen und Bauen und das Instrument der Nachhaltigkeitszertifizierung zukünftigen Planer*innen im Rahmen des *„Forschenden Lernens"* nahezubringen sowie die eingesetzten Methoden und Ergebnisse in der Lehre zu reflektieren und zu optimieren.

Kurzfassung der Ergebnisse und Bewertung

Bauweise/ Baukonstruktion

Die im Forschungsobjekt gewählten Baukonstruktionen entsprechen sehr gut den Variowohnen-Projektzielen, möglichst schnell und kostengünstig aber auch nachhaltig zu bauen. Lediglich eine flexiblere Nachnutzung wird durch die Wohn-und Erschließungstypologie und das gewählte statische System der Schottenbauweise eingeschränkt. Die geplante Gesamtbauzeit von 15 Monaten wurde um ca. 8 Monate überschritten. Die Ursachen hierfür liegen maßgeblich im Bauprozess, wo sich aufgrund von Lieferschwierigkeiten und unzuverlässigem Personaleinsatz einzelner Gewerke (z.B. Lieferung von Fertigteilen für den Rohbau, Zargen im Innenausbau) bereits geringe Abweichungen zu größeren Terminverschiebungen aufsummierten. Aufgrund der aktuell äußerst angespannten Marktsituation im Baugewerbe wirkten sich bereits geringfügige Verzögerungen so aus, dass Folgegewerke nicht mehr termingerecht leisten konnten, da sie schon anderweitig gebunden waren. Weitere Gründe liegen im verspäteten Baubeginn infolge von Verzögerungen bei der Umsetzung des Trafos, wodurch sich die Ausführung der Gründungs- und Rohbauarbeiten vom Untergeschoss in die schlechtere Wetterzeit verschob.

Obwohl die avisierte Bauzeitverkürzung nicht erreicht werden konnte, können monolithische Bauweisen, Standardisierung und Teilvorfertigung von Bauteilen für einen möglichst zügigen Bauablauf förderlich sein. Die Bauweise stellt sich mit weitgehend konventionellen, marktüblichen Konstruktionen günstig in den Investitionskosten dar. Durch die Wahl vorrangig langlebiger, reparatur- und pflegefreundlicher schadstofffreier Materialien sind die Lebenszykluskosten ebenfalls positiv bewertet. Eine Ausnahme bilden die Stahlbetonbauteile mit erhöhten Stahlanteilen, insbesondere die Bodenplatte, die sich sowohl investiv als auch in den Umweltfolgewirkungen ungünstig abbilden. Nachteilig für die gewählte Bauweise sind die hohe Witterungsabhängigkeit, der hohe Koordinationsaufwand der vielen Einzelfirmen und die Kleinteiligkeit bei der Ausführung. Die Bauzeiten sind dadurch stark von Arbeits- und Lieferkapazitäten und der Hersteller und Ausführenden geprägt.

Die vergleichende Auswertung der Bauweisen zeigt, dass Materialwahl und Energiekonzept neben den Flächenbedarfen maßgeblichen Einfluss auf die Kosten, die Projektlaufzeit und die Umweltfolgewirkungen einer Baumaßnahme haben. Insofern haben neben den Bauherren*innen und Architekten*innen auch die Statiker*innen und Haustechnikplaner*innen in frühen Planungsphasen einen starken Einfluss auf Kosteneffizienz, Projektlaufzeit und Nachhaltigkeit eines Gebäudes. Eine integrale Beteiligung der wichtigsten Planungsakteure von Beginn an fördert ein frühzeitiges iteratives Problemlösen, um Planungskonzepte zu optimieren (s. Ergebnisse zur Projektmanagement und integrale Planung). Aufgrund der Aufgabendefinition und Auftragsvergabe liegt diese Steuerungsaufgabe initial beim Bauherren.

Nutzung/ Nachnutzung und räumlich gestalterische Qualitäten

Die städtebaulichen und gestalterischen Qualitäten des Gebäudes sind als hoch einzuschätzen. Das Gebäude passt sich vom Bauvolumen und gestalterisch ganz selbstverständlich in das Ensemble des denkmalgeschützten Baubestandes aus den 1960er Jahren ein. Städtebaulich gewinnt die Siedlung durch den abgestuften Baukörper, der die städtebauliche Figur arrondiert und zur Straße eine markante Zugangssituation schafft. Durch die geschickte Nutzung der Topographie fügt sich der große Solitär in den Bestand ein, ohne die Anlage zu dominieren. Durch die Verlegung eines Trafogebäudes wurde ein wenig genutztes Gelände sinnvoll nachverdichtet.

Die innenräumlichen Qualitäten und Potentiale zur Nutzung und Nachnutzung sind differenzierter zu bewerten. Der Gebäudetyp eignet sich optimal für die geplante Nutzung Studierendenwohnen und ähnlichen Wohnnutzungen mit homogener und mobiler Bewohnerschaft. Ohne Eingriffe in Statik und Fassaden können jeweils zwei Apartments zu einer größeren Wohneinheit zusammengelegt werden, die sich gut für barrierefreies und / oder

Betreutes Wohnen für Senioren*innen oder behinderte Menschen eignet. Sollte eine Zusammenlegung der Apartments erfolgen, wären jedoch die Sanitärbereiche und ein Großteil der Installationen umzubauen.
Das Energie- und TGA-Konzept ist optimal auf Studierendenwohnen zugeschnitten, aber relativ wenig anpassungsfähig.

In der Untersuchung der Nachnutzungspotentiale im Rahmen eines interdisziplinären Expert*innen-Workshops hat sich gezeigt, dass eine veränderte Nutzung des Gebäudes vor allem durch die zentrale Mittelflurerschließung, die große Gebäudetiefe bei gleichzeitig überwiegender Nord-Süd-Ausrichtung erschwert wird. Die Treppe der Haupterschließung bietet eine hohe räumliche Qualität und mindert den Mittelflurcharakter. Zugleich schränkt diese Erschließungssituation einige Umbauoptionen ein. Im Hinblick auf andere Nutzungsvarianten wie „Boardinghouse", „konventionelle Geschosswohnungen" oder eine „hybride Nutzung von Wohnen und Arbeiten" wurden die Nachnutzungsqualitäten und die damit verbundenen Umbauaufwendungen von den Expert*innen weniger gut bewertet. Das liegt einerseits an der Gebäudetypologie mit der großen Gebäudetiefe, an planerischen Entscheidungen zur Optimierung der Variowohnungen sowie an der Berücksichtigung denkmalrechtlicher Aspekte (Fassaden). Die bauliche Vorhaltung eines Aufzugschachts lohnt sich finanziell nur bei einem barrierefreien Um- und Ausbau. Im Kontext des demografischen Wandels und eines voraussichtlich steigenden Bedarfs an barrierefreien Wohnungen wird diese Maßnahme zusammen mit anderen konstruktiven Vorkehrungen (z.B. teilweise nichttragende Wohnungstrennwände) als sinnvoll angesehen.

Nachhaltigkeit

Die Stärken des Forschungsobjektes in der Nachhaltigkeitsbewertung liegen insbesondere in der städtebaulichen, gestalterischen und funktionalen Einbindung in die Siedlung, der Erhöhung der Anzahl und Qualität von Gemeinschaftsflächen, der Autofreiheit sowie in der hohen Wirtschaftlichkeit des Gebäudes im Lebenszyklus. Das Materialkonzept wurde insbesondere in Bezug auf Schadstofffreiheit engagiert umgesetzt. Die hohen Anteilen an Stahlbeton in Bodenplatte und Decken sowie bei den Wänden im Untergeschoss aufgrund des statischen Konzepts wirken sich auf die Ökobilanz ungünstig aus. Schwächen bestehen im Energiekonzept und im Bereich thermischer und visueller Komfort.

In vielen Kriterien führte die Nachhaltigkeitskoordination effektiv zu einer Qualitätssicherung und zu einer Qualitätssteigerung. Die Änderungsbedarfe zum Erreichen der Nachhaltigkeitszertifizierung beliefen sich im Projekt auf ca. 40% der Steckbriefe, wobei insbesondere die haustechnischen und bauphysikalischen Planungen einen hohen Überarbeitungsbedarf verursachten. Die Mehrkosten durch die Änderungsbedarfe belaufen sich vorläufig auf 120.260 €. Sie liegen bei 2,25% der Gesamtkosten und bei 2,07% der Bauwerkskosten (KG300/400) sowie bei 4,4% der Planungskosten (KG 700).

Die Nachhaltigkeitszertifizierung sollte neben der Qualitätssicherung des Baues zu einer Optimierung der Arbeitsprozesse und Klärung der Schnittstellen zwischen Planung, Bau und Betrieb der Bauherren*in beitragen. Standardanforderungen aus DIN und EnEV, die eigentlich erfüllt werden müssten, werden in Projekten häufig nicht erreicht. Die Nachhaltigkeitszertifizierung macht diese Defizite sichtbar und ermöglicht Nachbesserungen im Planungs- oder Ausführungsprozess. Im konkreten Projekt führte u.a. die späte Beteiligung der Nachhaltigkeitskoordination zu einem erhöhten Abstimmungsaufwand. Das führte zu investiven Mehrkosten sowie einem zeitlichen und personellen Mehraufwand im Planungs-, Projektsteuerungs- und Bauprozess, der zu einer ablehnenden Haltung gegenüber der Zertifizierung beiträgt. Eine Aufwandsoptimierung wäre möglich, wenn die Nachhaltigkeitszertifizierung nicht extern, sondern direkt beim Bauherrn als unterstützende Leistung zur Projektsteuerung angesiedelt wäre und Mehrfachdokumentationen durch Zusammenfassen von Steckbriefen vermieden werden, z.B. Steckbriefe zur Ökobilanz oder zu Schadstofffreiheit / Innenraumhygiene / Holz, zusammengefasst würden.

Das Zertifizierungssystem könnte für Bauherren auch attraktiver werden, wenn es übersichtlicher und nutzerfreundlicher gestaltet wäre. Aufgrund der Vielzahl der Kriterien und Anforderungen ist es derzeit nur mit Hilfe der Nachhaltigkeitskoordination möglich, schnell Einzelthemen aufzurufen und Handlungsbedarfe zu erkennen.

Wir empfehlen, die Nachhaltigkeitszertifizierung nach NaWoh digital aufzubereiten und in eine Wiki-Engine (vereinfachtes Content-Management-System) einzupflegen. Damit könnten alle Kriteriensteckbriefe, Nachweise, technische Datenblätter und Pläne kategorisiert abgelegt werden. Durch die Nutzung einer Stichwort-Suche und mithilfe von Verlinkungen mit anderen relevanten Steckbriefen und Informationen entstünde somit ein leicht navigierbares und nutzerfreundliches Gebäude-Wiki. Darüber hinaus würde dieses System die kollaborative Erarbeitung spezifischer Themen der Zertifizierung ermöglichen und somit die Kommunikation vereinfachen und den integralen Prozess unterstützen.

Die Mittelausstattung und geplante Projektzeit für die Durchführung der Nachhaltigkeitszertifizierung durch die Begleitforschung ist kritisch zu bewerten. Der lange Realisierungsprozess des Bauvorhabens machte es nicht möglich, die Nachhaltigkeitszertifizierung im erforderlichen Umfang im vereinbarten Bearbeitungszeitraum abzuschließen. Wir empfehlen daher, Förderprogramme mit Nachhaltigkeitszertifizierung zeitlich in die Planungs- und Bauabläufe so einzuordnen, dass die Nachhaltigkeitskoordination spätestens zur LP2 Vorentwurf planungs- und baubegleitend beauftragt werden kann. Damit würde eine weitaus höhere Kosten- und Planungssicherheit für das Bauprojekt ermöglicht. Die Laufzeit zur Nachhaltigkeitszertifizierung muss flexibel an möglichen Bauzeitänderungen anpassbar gestaltet sein. Die Mittel zur Nachhaltigkeitszertifizierung sollten separat ausgewiesen werden und flexibel bei begründeter Laufzeitverlängerung erweiterbar sein.

Kosten und Effizienz des baulichen und technischen Konzepts

Die im Forschungsobjekt gewählte Bauweise mit tragenden Innenwänden aus Kalksandstein (partiell auch Beton), Filigrandecken und einschaligen Porenbetonaußenwänden ist marktüblich und als sehr kosteneffizient einzuschätzen. Im Vergleich mit anderen Bauweisen sind die zur Ausführung gelangten Konstruktionen im Lebenszyklus sehr kostengünstig. Nach BKI ist das Forschungsobjekt im Vergleich zum Bundesdurchschnitt Wohnheime in der KG300/400 insgesamt 17% kostengünstiger, davon 20% in der KG 300 Baukonstruktionen und 7% in der KG 400 Technische Anlagen. In den Lebenszykluskosten ist das Forschungsobjekt im Vergleich zum Bundesdurchschnitt Wohnheime 19% kostengünstiger. Insbesondere die Porenbeton-Massivaußenwände schneiden in den Investitions- und den Lebenszykluskosten günstig ab. Vergleichsvarianten mit Holzkonstruktionen haben bei den Umweltfolgewirkungen Vorteile, können aber aufgrund der standortspezifischen Besonderheiten (Schallschutz, Brandschutz) nicht zur Ausführung empfohlen werden.

Insgesamt ist das Materialkonzept kostenseitig als sehr gut einzuschätzen. Es wurden überwiegend dauerhafte, schadstofffreie Materialien und gut zu reinigende Oberflächen eingesetzt. Das energetische Konzept sieht die Erfüllung des Mindeststandards nach EnEV vor und ist investiv günstig darstellbar, lässt aber erhöhte Energiekosten im Betrieb erwarten. Die Beeinflussbarkeit der Kosten im Lebenszyklus des Gebäudes ist in den frühen Phasen der Projektentwicklung und Planung am größten. So wirken sich insbesondere das Material- und Energiekonzept stark auf die Nutzungskosten (Reinigung, Energieverbrauch, Wartung, Reparatur-und Instandhaltungsbedarfe, Schadstofffreiheit) aus. Neben dem Material bestimmt die Art der Baukonstruktion mögliche Wiederverwendungs- und Recyclingwerte oder kostenintensive Schadstoff- /Entsorgung. Für einen kostenoptimierten Entscheidungsansatz ist daher eine frühe umfassende Abwägung aus Investition-, Nutzungs- und Betriebsaspekten erforderlich, mit Blick auf die Werthaltigkeit der Materialien am „End of Life“.

Projektmanagement und integrale Planung

Viele projektspezifische Probleme und Ergebnisse (z.B. Bauzeitüberschreitung) lassen sich mit der Kenntnis des Nachbesserungszyklus und im systemischen Zusammenwirken der verschiedenen Projektparameter besser verstehen. Hinsichtlich der Nachhaltigkeitszertifizierung lag das Hauptproblem in der späten Beauftragung der Begleitforschung. Bedingt durch die verfahrenstechnischen Abläufe zur Vergabe des Förderbescheids konnte mit der NaWoh-Zertifizierung erst begonnen werden, als die Ausführungsplanung bereits fertiggestellt und einige der Hauptgewerke vergeben waren. Daraus resultierten planerische Nachbesserungsbedarfe sowie Nachtragsforderungen der Baufirmen. Sinnvoll für zukünftige Förderprogramme wäre eine frühzeitigere Beteiligung der Begleitforschung (s.o.).

Durch die Nachhaltigkeitszertifizierung ergeben sich höhere Anforderungen an Planungs- und Bauprozesse und teilweise an Baustandards. Erhöhte Baustandards, wie Ausstattung mit LED-Leuchten, waren bereits in der ursprünglichen Planung berücksichtigt, so dass hieraus keine Mehrkosten infolge der Nachhaltigkeitskriterien verbunden waren. Weitere Anforderungen, die sich aus den Standortspezifika ergeben (z.B. Schallschutz Autobahn) wurden von den Architekten und Fachplanern zwar bewältigt, waren aber auch mit Mehrkosten verbunden und wurden z.T. als Besondere Leistungen (für die Fachplaner) separat honoriert. An konkreten Planungsänderungen und Aufwendungen ergaben sich u.a. Änderungen in einigen Leistungsverzeichnissen (z.B. Vorbemerkungen bei den zusätzlichen technischen Vertragsbedingungen zum Ausschluss bestimmter Schadstoffe), Änderungen beim Trockenbau und bei der Verglasung einiger Fenster (Verbesserung des Schallschutzes). Für den Bauherren entstanden damit zwar zusätzliche Kosten - die im konkreten Fall durch die Förderung gedeckt waren -, er bekam dafür aber auch ein hochwertigeres Gebäude.

Mit dem Problem, erhöhte Anforderungen zu einem spätem Zeitpunkt des Planungsprozesses zu realisieren, sind alle Beteiligte (einschließlich Konformitätsprüfung) sehr konstruktiv und pragmatisch umgegangen. Die an der Planung und Ausführung beteiligten Akteure arbeiteten gut zusammen und der Bauherr kompensierte erforderliche Leistungen in einzelnen Bereichen durch Nachbeauftragungen. Daraus lässt sich die Empfehlung ableiten, den Prozess offen und flexibel zu halten, um den Bauherren die Möglichkeit zu geben, bei Mehrkosten sinnvoll nachzusteuern.

Für die Begleitforschung war die späte Beauftragung ebenfalls mit Herausforderungen verbunden, weil nicht alle dringenden Aufgaben gleichzeitig bearbeiten werden konnten. Entsprechend mussten Prioritäten für die Bearbeitung gesetzt werden. Auf wesentliche planerische und konstruktive Entscheidungen konnte keinen Einfluss mehr genommen werden, daraus ergeben sich z.B. bei einigen Konstruktionen höhere CO_2-Emissionen, z.B. für Stahl in der Bodenplatte. Insgesamt können die Qualitäten des Planungsprozesses (Prozessqualität) als auch des Gebäudes selbst aber als gut eingeschätzt werden.

Der Bauherr und die Planer erkennen laut eigenem Bekunden in der Arbeit mit der Nachhaltigkeitszertifizierung einen nützlichen Wissenszuwachs, der neuen Projekten zugute kommt. Insbesondere der Projektleiter des Bauherrn sieht eine wichtige Aufgabe darin, dieses Wissen im Unternehmen umfassender zu kommunizieren, damit es in neuen Projekten angewendet wird, sofern es die Rahmenbedingungen zulassen. Dem Bauherren sollte durch eine umfassendere Betrachtung der Baumaßnahme im Lebenszyklus bewusster werden, welchen Einfluss bauliche Standards auf den Gebäudebetrieb und die Kurz-, Mittel- und Langfristfinanzierung haben. Daraufhin abgestimmte Planungsziele und Planungsprozesse gewinnen an Bedeutung, um eine langfristig kosteneffizient betreibbare Immobilie zu entwickeln.

3 Aufbau und Methodik der durchgeführten Forschungsleistungen

> *"Wir brauchen mehr Wohnungen, die flexibel nutzbar sind und deren Warmmiete auch mit geringen Einkommen bezahlt werden kann. Wir denken dabei langfristig. Wir brauchen jetzt viele kleinere Wohneinheiten für junge Leute in der Ausbildungsphase, in zehn Jahren brauchen wir wahrscheinlich mehr Wohnungen für Senioren. In unserem Förderprogramm kombinieren wir beides.*
> *Wir fördern innovative Wohnraumkonzepte, die schnell gebaut werden können, nachhaltig sind und intelligente Lösungen für den demografischen Wandel bieten. Die Wohnungen sollen für zukünftige Nutzungen flexibel bleiben - deshalb auch der Name Variowohnen."*
>
> *Barbara A. Hendricks, Bundesministerin für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (2013 - 2018) (BMU 2018, Pressemitteilung Nr. 042/18)*

Das Förderprogramm *Modellvorhaben zum nachhaltigen und bezahlbaren Bau von Variowohnungen* hat das Ziel, den Bau und die Nutzung von Variowohnungen zu evaluieren und durch Forschung und Untersuchung Grundlagen für die Weiterentwicklung und die nachhaltige Nutzung derartiger Gebäude zur Verfügung zu stellen.
Aktuelle Trends implizieren möglichst schnell und kostengünstig die steigenden Bedarfe nach kostengünstigem Mietwohnraum zu decken. Demgegenüber stehen endliche Ressourcen - Zeit, Finanzierungskapital, Material und Energie - sowie der Wunsch, auf künftige Anforderungen an Wohngebäude flexibel reagieren zu können.
Für das Modellvorhaben „ Neubau für Studierende Berlin-Grunewald“ wurden neben den, im Rahmen des Förderprogramms festgelegten ökonomischen Rahmenbedingungen zur Mietoberhöhe mit einer Bindung über 10 Jahre konkrete Projektziele und -maßnahmen definiert, um die übergeordneten Ziele des Förderprogramms zu erreichen. Diese wurden im Zuwendungsbescheid vereinbart und bildeten den Ausgangspunkt der Begleitforschung.

3.1 Projektziele und Maßnahmen

1. Bauzeitverkürzung

Eine Bauzeitverkürzung um 3 Monate auf insgesamt 15 Monate soll erreicht werden. Das statische System ist als Schottenbauweise konzipiert. Ein hoher Wiederholungsfaktor in der Planung und der Einsatz standardisierter Bauelemente sowie partielle Vorfertigung der tragenden Rohbauteile versprechen eine Reduktion der Bauzeit. Konkrete Maßnahmen dafür sind

- Filigrandeckenplatte, Fertigteil-Treppenläufe
- Außenwände als Porenbetonmauerwerk ohne zusätzliche Aufdämmung
- Standardisierte Fenster, lediglich ein Fenstertyp mit gleichbleibender Einbausituation
- Standardisierte Bäder
- Standardisierte Pantryküchen

2. Städtebauliche Maßnahmen

Die Verdichtung der innerstädtischen, denkmalgeschützten Studierendenwohnanlage wird durch ein denkmalpflegerisches Konzept für die Gesamtanlage begleitet. Der Neubau schiebt sich in einen bestehenden Geländehang. Er vermittelt so zwischen den Geländeniveaus und erreicht eine relativ hohe Belegung innerhalb der zulässigen Bebauungsdichte. Um das Grundstück bebaubar zu machen wurden folgende Maßnahmen erforderlich:

- Geländeabtrag und Geländemodellierung aufgrund der vorhandenen Topographie,
- Abbruch folgender Außenanlagen: Stützwände, eine Außentreppenanlage, ein Kellerbauwerk,

- Das Verlegen einer Trafostation.
- Aufgrund der unmittelbaren Lage an einer Autobahn wurden Schallschutzmaßnahmen an den Fenstern realisiert (Dreifachverglasung aller Elemente, Wahl eines Fensterlüfters mit Schallschutzfunktion).

3. Umsetzung „ready“

Der Barrierefreiheits-Standard "ready-Plus" wird in drei Wohnungen sowie den Gemeinschaftsräumen im Untergeschoß eingehalten. Ein Aufzugsschacht ist geplant als Vorhaltung für einen späteren Umbau. In den restlichen Wohnflächen wird aufgrund von zu kleinen Bädern weder "ready" noch "ready-Plus" erfüllt.

4. Flexibles Nachnutzungskonzept

Das Nachnutzungskonzept basiert auf dem Prinzip der Schottenbauweise, bei dem jede zweite Wand durch eine flexible Trennwand gebildet wird. Bei späterer Umnutzung sollen sich jeweils zwei Appartements zu einer größeren Wohneinheit mit einfachen Mitteln zusammenschalten lassen. Dadurch sollte ein einfacher Grad an Flexibilität erfüllt werden, der eine spätere Umnutzung ermöglicht.

5. Senkung Betriebskosten

Zur Senkung der Betriebskosten wurde eine Solarthermie-Anlage zur Unterstützung der Warmwasserbereitung geplant. Eine digitale Anzeige im Eingangsbereich des Neubaus wird die durch die Solarthermie-Anlage gewonnen Erträge für die Bewohner*innen ablesbar machen.

6. Gemeinschaftsflächen

Es werden Synergien mit den bereits auf dem Campus bestehenden gemeinschaftlichen Flächen genutzt. Die Maßnahmen umfassen die Herstellung einer gemeinschaftlichen Dachterrasse, einen ausgestatteten Fitnessraum einschließlich Nebenräume sowie einen möblierten Waschsalon mit Aufenthaltsqualität (vergrößerte Fensterflächen und Lichtschächte). Die qualitativ hochwertige Freiraumgestaltung lässt eine Beförderung gemeinschaftsstiftender Aktivitäten im Außenraum erwarten. Die Planung umfasst eine großzügige Treppenanlage mit Sitzstufen im Eingangsbereich des Campus, die den informellen Austausch der Bewohner*innen unterstützen kann.

7. Ökologische Freiraumgestaltung

Die Freiraumgestaltung sieht ein umfassendes Konzept für das Vorhaben vor. Ein geringer Versiegelungsgrad und eine Vielzahl differenzierter Baum- und Hecken-Neupflanzungen werden angestrebt sowie extensiv begrünte Dachflächen des Wohnhauses, des Müll- und des Fahrradhauses. Entlang des Dauerwaldwegs wird der bestehende Gehölzsaum durch Heckenpflanzungen ergänzt.

Umsetzung der Maßnahmen und Ergebnisse

Von den genannten Maßnahmen wurden alle wie beschrieben umgesetzt und im Rahmen der begleitenden Nachhaltigkeitszertifizierung optimiert sowie um weitere Maßnahmen ergänzt.

So wurde für Punkt 3 das Untergeschoss vollständig im "ready-Plus"-Standard ausgestattet und die Ausstattung nicht nur vorbereitet und in den anderen Geschossen neben der Vorhaltung des Aufzugschachtes die Barrierefreiheit des Zugangs zu den Wohnungen und sämtliche Flächen- und Durchgangsmasse in den Wohnungen entsprechend "ready" vorbereitet umgesetzt.

Für Punkt 5 - Senkung der Betriebskosten wurden stromseitig hocheffiziente Beleuchtung, Einraumlüfter und Einbaugeräte gewählt und wärmeseitig die Firma egain mit der energetischen Betriebsoptimierung der Heizung mittels Einzelraumsensoren zur Heizkurvenoptimierung beauftragt.

Für Punkt 7 - Ökologische Freiraumgestaltung wurden zusätzlich Maßnahmen zur Regenwasserversickerung umgesetzt (Rigolensysteme). Die umfangreiche Bepflanzung erfolgte mit heimischen Arten. Die Arbeiten waren zum Zeitpunkt der Berichtlegung beauftragt, aber noch nicht vollständig ausgeführt.

Nicht alle Maßnahmen führten zum gewünschten Ergebnis. Die hinsichtlich der Bauzeitverkürzung geplanten Maßnahmen wurden vollständig umgesetzt. Trotzdem kam es zu einer Bauzeitverzögerung. Die Ursachen hierfür sind im Kapitel 4.a ausführlich dargelegt.

3.2 Forschungsleistungen

Die Forschungsleistungen sollten gemäß Zuwendungsbescheid folgende Schwerpunkte umfassen:

a) Wissenschaftliche Untersuchung der Bauweise/ Baukonstruktion:
   Die Bauweise sollte hinsichtlich Herstellungs- und Errichtungszeit evaluiert werden und alternativen Konstruktionen gegenübergestellt werden. Außerdem sollte untersucht werden, inwieweit die gewählte Bauweise die Integration der Anlagentechnik fördert oder behindert. Vergleiche aus dem BKI zu Kosten und Zeiten sollten herangezogen werden.
b) Wissenschaftliche Untersuchung der Nutzung/ Nachnutzung und der räumlich gestalterischen Qualität:
   In Nachnutzungsszenarien sollten mittels definierter „Personas“ die städtebaulichen, architektonischen und innenräumlichen Qualitäten sowie der Umbauaufwand analysiert werden.
c) Planerische Nachweisführung Nachhaltigkeit einschließlich Zertifikatserstellung:
   Die Zertifizierung sollte nach NaWoh durch die forschende Einrichtung erfolgen.
d) Wissenschaftliche Auswertung der Kosten und Effizienz des baulichen und technischen Konzeptes:
   Die ausgeführte Bauweise soll in Bezug auf Baukosten und Bauzeit mit alternativen (konventionellen) Bauweisen unter Verwendung von BKI-Standartwert verglichen und beurteilt werden. Die Baukosten des Gebäudes sollten quadratmeterbezogen nach Bauteilen ausgewertet werden. Ziel- und tatsächliche Investionskosten sollten gegenübergestellt werden. Experten vom Bauphysiklabor der FHP sollten zur bauphysikalisch-energetischen Bewertung eingebunden werden.

Die Forschungsleistungen wurden nahezu vollständig gemäß der vereinbarten Schwerpunkte umgesetzt. Abweichend vom Forschungsplan wurde das Bauphysiklabor der FHP nicht beteiligt (vergl. Kap. 3.3. Arbeits- und Zeitplan). Die eingesetzten Forschungsmethoden und Ergebnisse zu den jeweiligen Forschungsschwerpunkten sind in Kapitel 4 ausführlich beschrieben. Die Ergebnisse zur Bauzeituntersuchung sind in Kap. 4a und die Ergebnisse zur Untersuchung der Integration der Anlagentechnik im Hinblick auf die gewählte Bauausführung sind in Kap. 4b dargestellt (Variantenuntersuchung und Erneuerungs- bzw. Umbauaufwendungen).

Integrale Planung

Als ergänzende Forschungsschwerpunkt wurde das Thema „Projektmanagement und integrale Planung“ behandelt. Da die Qualität der Zusammenarbeit aller Beteiligten ein maßgeblicher Faktor für den Erfolg einer Baumaßnahme und das Erreichen von Projektzielen - insbesondere im Hinblick auf ressourcensparende und nachhaltige Bauweisen - ist, erschien uns eine Bearbeitung dieses Themas auch im Hinblick auf die übergeordneten Ziele der Förderrichtlinie von besonderem Interesse. Im Rahmen eines Workshops mit allen Projektbeteiligten wurden in einer qualitativen system-dynamischen Modellierung die Wirkungszusammenhänge von Projektmanagement, integraler Planung und Nachhaltigkeitszertifizierung untersucht (Abb. 2).

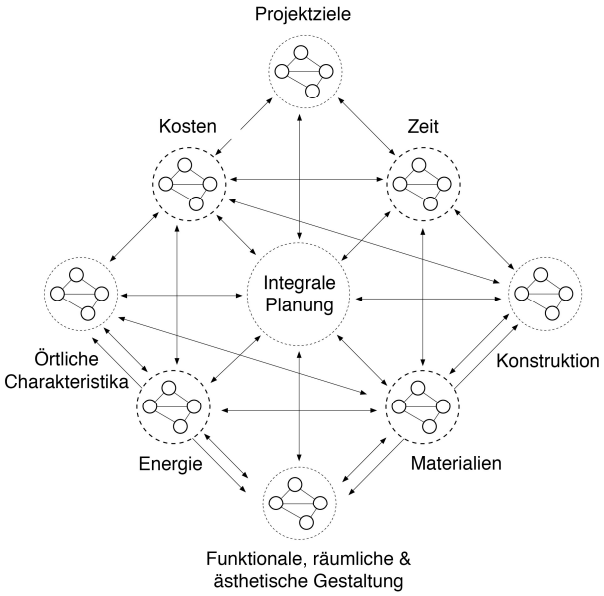


Abbildung 2 - Integrale Planung zur Koordination der vielfältigen Planungsparameter

Lebenszyklusbetrachtung

Um die Effizienz eines Bauvorhabens zu beurteilen, werden üblicherweise die Investitionskosten, die Bauzeit und die Energiebedarfe in der Nutzungszeit betrachtet. Diese Betrachtungen wurden in diesem Forschungsprojekt im Vergleich zu anderen Bauweisen geführt. Die Entscheidungsgrundlage für eine bestimmte Bauweise und Konstruktion ist herkömmlicherweise von den rechtlichen Rahmenbedingungen (wie z.B. EnEV) und von Investitionskosten geprägt, und beziehen die Betriebsphase und Unterhaltungsaufwendungen nicht ein (vergl. Abb. 3).

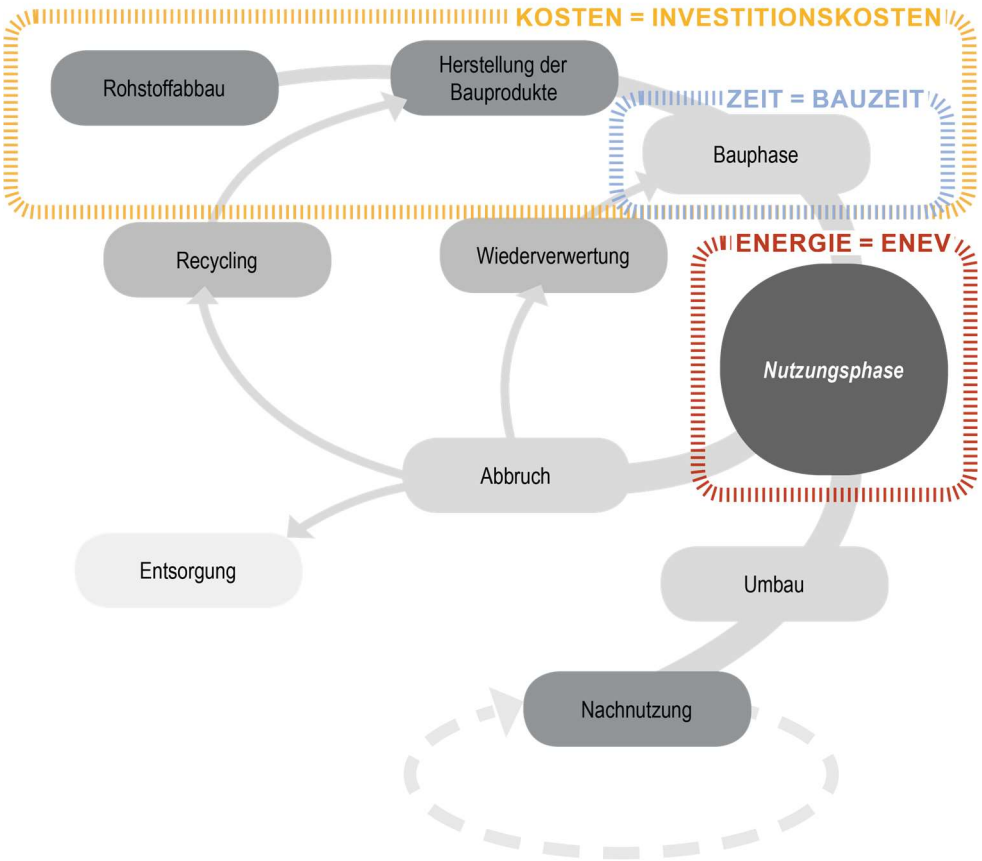


Abbildung 3 - Übliche Beurteilung der Effizienz von Baumaßnahmen

Im Hinblick auf das Erreichen von Nachhaltigkeitszielen greift diese Beurteilung allerdings zu kurz. Die konstruktiven und gebäudetechnischen Maßnahmen entfalten langfristige Wirkungen, die sich nur über eine Lebenszyklusbetrachtung (LCA und LCC) umfänglich bewerten lassen (Abb. 4).

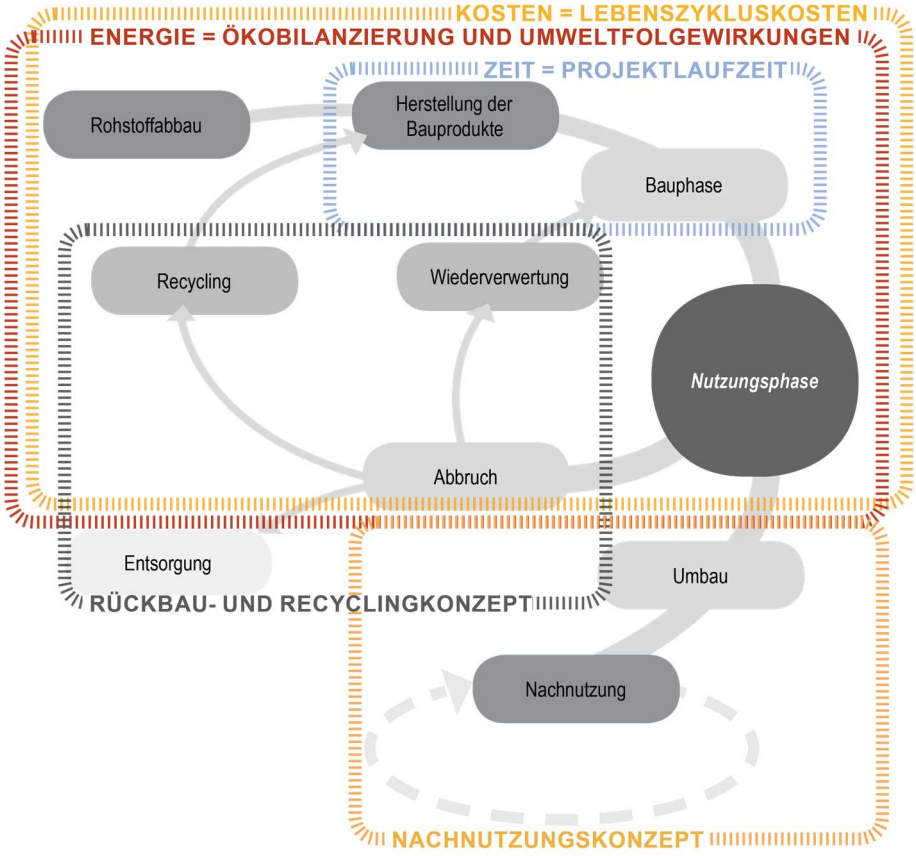


Abbildung 4 - Beurteilung der Effizienz über den Lebenszyklus des Gebäudes

Im Rahmen der Begleitforschung wurde die Baukonstruktion deshalb zusätzlich im Lebenszyklus über 50 Jahre bilanziert und vergleichend ausgewertet. In die Bauzeitbetrachtung wurden die Planungs- und Projektvorlaufzeit berücksichtigt sowie Nachnutzungsszenarien entwickelt und bewertet. Die Rückbau-, Recycling- und Wiederverwendungspotentiale wurden aufgrund fehlender Berechnungsgrundlagen nicht bilanziert. Im Rahmen der Nachhaltigkeitszertifizierung wurde jedoch ein Rückbau- und Recyclingkonzept erstellt

Forschendes Lernen

Ein weiterer methodischer Schwerpunkt bei der Bearbeitung der Forschungsinhalte war die Einbindung von Studierenden durch Seminar- und Masterarbeiten. „Forschendes Lernen“ ist zu einem Qualitätsmerkmal der Fachhochschule Potsdam geworden. Neben forschungsorientierten Masterstudiengängen wie z.B. den „M.A. Urbane Zukunft“, gibt es auch in der grundständigen Lehre Angebote, die Studierende dazu animieren sollen, sich aktiv mit Forschung auseinanderzusetzen und Forschungsmethoden kennenzulernen: „Forschendes Lernen hat an der FH Potsdam Tradition: 2009 wurde die Hochschule für das Projekt InterFlex ausgezeichnet, von 2012 bis 2016 hat das Projekt FL² die Verknüpfung von Forschung und Lehre weiter ausgebaut. 2013 fand die erste große nationale Konferenz zum Thema an der FH;P statt“ (FHP, 2019). Durch Forschendes Lernen werden nicht nur fachliche Kenntnisse und Fähigkeiten erworben und vertieft, sondern zugleich eine Vielzahl von wichtigen Kompetenzen für die inter- und transdisziplinäre Arbeit gefördert, die Hochschulabsolventen und -absolventinnen in ihrem späteren Berufsleben benötigen (Prytula, Schröder, & Mieg, 2017).

Ein ergänzendes Ziel im Forschungsprojekt war es daher, die Forschungsaspekte in der Lehre zu reflektieren und Forschendes Lernen zu ermöglichen. Nicht zuletzt trägt die Integration von Forschung in die Lehre zur Wissensbildung und Weitergabe der Forschungsinhalte in den Berufsstand bei. Im Sommersemester 2018 und Sommersemester 2019 führte Jeannette Hanko dazu an der Fachhochschule Potsdam am Fachbereich Bauingenieurwesen im Masterstudiengang Bauerhalt Seminare zum Nachhaltigen Planen und Bauen durch, die in direktem Bezug zum Forschungsprojekt Variowohnungen standen.

Der Schwerpunkt des ersten Seminars waren Bauteiluntersuchungen zum Forschungsschwerpunkt a) Bauweise / Baukonstruktion. Die Studierenden untersuchten die Wirkungsbeziehungen und Prinzipien des nachhaltigen Bauens am Beispiel des Projekts Berlin-Grunewald, indem sie die im Projekt gewählten Materialien und Konstruktionen mit alternativen Bauweisen in den Lebenszykluseigenschaften verglichen. So sollten die Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Bauweisen reflektiert werden.

Der Schwerpunkt des zweiten Seminars „Entwurfskritierien für Nachhaltiges Bauen“ war die vergleichende Bewertung von fünf Projekten aus dem Förderprogramm Variowohnen in Anlehnung an die „Systematik für Nachhaltigkeitsanforderungen in Planungswettbewerben (SNAP)“ (Fuchs, 2013). Durch die Diskussion und Erkenntnisse in den Seminaren konnten Stärken und Schwächen des Forschungsobjektes im Vergleich zu anderen Bauweisen und zu anderen Projekten von Variowohnungen verdeutlicht werden.

In der Arbeit mit den Studierenden wurde deutlich, wie stark soziokulturelle Faktoren und Vorlieben sowohl die Materialwahl als auch die Bewertung von Gebäuden prägen.

3.3 Arbeits- und Zeitplan

Der Arbeitsplan wurde weitgehend wie geplant umgesetzt. Die zeitliche Bearbeitung der Teilleistungen wurde an den Verlauf des Bauvorhabens angepasst, das später begonnen und mit Verzögerung fertiggestellt wurde. Aufgrund der späteren Fertigstellung des Gebäudes kam es auch bei den Forschungsleistungen zu einer Verlängerung der Bearbeitungszeit (siehe Abb. 5). Die Arbeits-, Zeit- und Ausgabeplanungen wurden daher in Abstimmung mit dem BBSR angepasst.

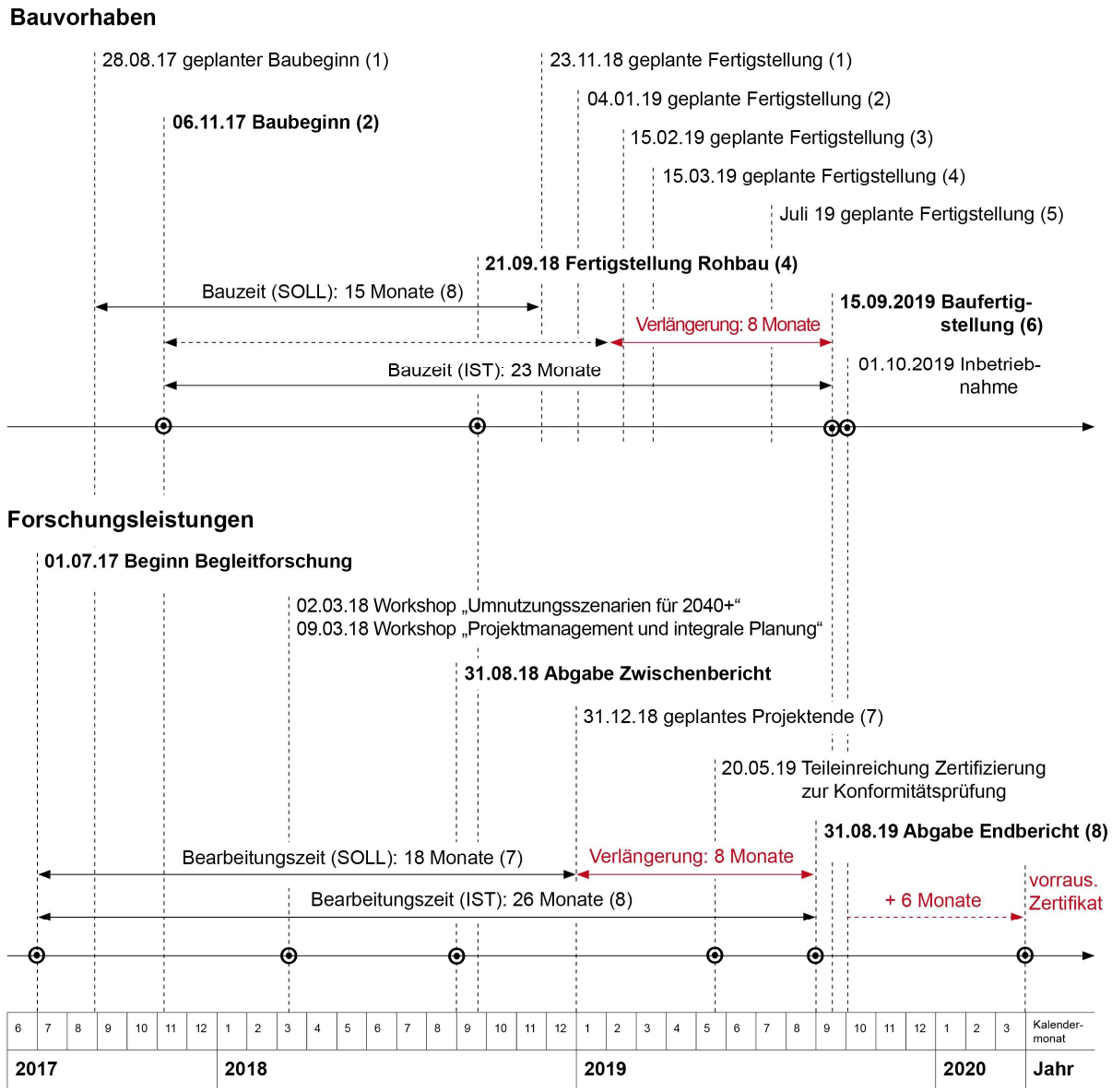


Abbildung 5 - Zeitplan zum Projektverlauf von Bauvorhaben und Begleitforschung

(1) Bauzeitenplan von IDP vom 17.06.2017
(2) Bauzeitenplan von IDP vom 11.01.2018
(3) Bauzeitenplan von IDP vom 08.06.2018
(4) Bauzeitenplan von IDP vom 18.09.2018
(5) Mitteilung vom studierendenWERK BERLIN vom 13.05.2019
(6) Mitteilung von IDP vom 29.07.2019
(7) Zuwendungsbescheid (BBSR) vom 15.06.2017
(8) Änderungsbescheid (BBSR) vom 14.11.2017

Abweichungen vom ursprünglichen Arbeits- und Zeitplan

Abweichend vom Forschungsplan wurde auf eine Einbindung des Bauphysiklabors der FH Potsdam verzichtet. Die Beauftragungen der Fassaden - einer der geplanten Untersuchungsgegenstände - waren zu Beginn der Begleitforschung am 01.07.2017 bereits vergebenen. Eine Beteiligung des Bauphysiklabors an der Bauteiloptimierung war daher fachlich nicht mehr erforderlich. Alle weiteren erforderlichen bauphysikalischen Optimierungen wurden im Rahmen der Nachhaltigkeitskoordination in Zusammenarbeit mit den beteiligten Fachplaner*innen (Bauphysik) durchgeführt. Die vergleichende Untersuchung und Bewertung der Konstruktionsvarianten und Kosten wurden durch die fehlende Beteiligung des Bauphysiklabors nicht beeinträchtigt.

Da das forschungsseitig begleitete Bauvorhaben entgegen der ursprünglichen Zeitplanung erst Mitte September 2019 fertiggestellt sein wird, konnte die Nachhaltigkeitszertifizierung bis zum Zeitpunkt der Berichtslegung noch nicht abgeschlossen werden. Viele Arbeiten der Begleitforschung für die Nachhaltigkeitszertifizierung sind auf Vorarbeiten und Ergebnisse angewiesen, die vom Baufortschritt bzw. Fertigstellung des Gebäudes abhängig sind. So ist

1. eine vollständige Zusammenstellung aller für die Zertifizierung erforderlichen Abnahmebescheinigungen, wie Einweisungen zur Inbetriebnahme der technischen Anlagen, Bautagebücher, Revisionspläne, Aktualisierung des EnEV-Nachweises, Blower-Door-Test usw. erst mit / nach Baufertigstellung möglich;
2. die für die Zertifizierung erforderliche Kostenfeststellung nach DIN 276 voraussichtlich erst 6-8 Wochen nach Baufertigstellung zu erhalten.

Erst nach Abschluss dieser Arbeiten können die Ergebnisse dokumentiert und ausgewertet werden, um die Kriteriensteckbriefe zu vervollständigen. Diese sind dann vom Konformitätsprüfer zu prüfen. Möglicherweise ergeben sich daraus noch Aufgaben zur Nachbesserung. Erst nach Ablauf dieser Verfahrensschritte kann die Nachhaltigkeitszertifizierung abgeschlossen werden.

Durch die Bauverzögerung war es außerdem nicht möglich, innerhalb der Projektlaufzeit eine mögliche Bauzeitverkürzung durch Standardisierung bei Einbauten und Bädern zu erfassen, da die Baumaßnahmen noch laufen.

In Abstimmung mit dem BBSR erfolgte eine Umwidmung der für das Bauphysiklabor vorgesehenen Honorare (Leistungen Dritter) in Personalkosten, was anteilig eine kostenneutrale Verlängerung der Bearbeitungszeit ermöglichte. Darüber hinaus hat die FH Potsdam über einen hochschulinternen Forschungs- und Entwicklungsfonds die Finanzierung der Personalkosten für drei Monate überbrückt, um die Verzögerungen bei der Fertigstellung des Bauvorhabens auszugleichen (vergl. Kap. 4a).

Projektstruktur und beteiligte Akteure im Forschungsprojekt

Für die Bearbeitung des ergänzenden Forschungsschwerpunkts „Projektmanagement und integrale Planung“ wurde eine Übersicht zur Projektstruktur mit den Akteursbeziehungen und Arbeitsprozessen erstellt (Abb. 6).
In diesem Diagramm sind die wesentlichen Akteursrollen, deren Aufgaben und vertraglichen Beziehungen in vereinfachter Form dargestellt. Es ist in Form von zwei Teilsystemen strukturiert, die mit „Planung und Ausführung des Bauvorhabens“ und „Wissenschaftliche (Begleit-)Forschung“ bezeichnet sind. Vor dem Hintergrund der Erkenntnisse zum Projektmanagement und der integralen Planung (Systemarchetyp „Nachbesserungszyklus“, Kap. 4e) lassen sich einige der im Forschungsprojekt aufgetretenen Probleme aufgrund der unterschiedlichen Akteurslogiken erklären.

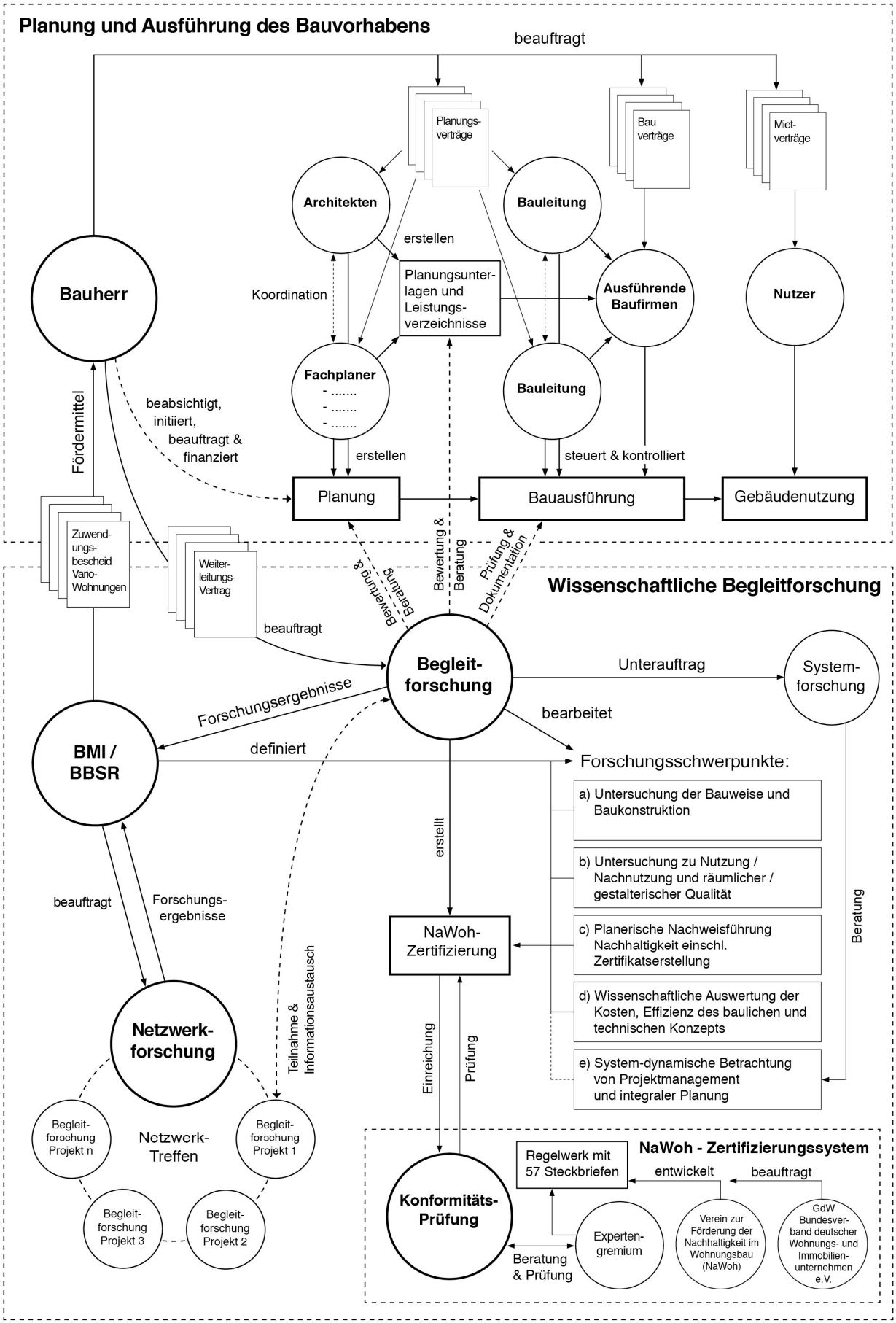


Abbildung 6 - Vereinfachte Darstellung der Projektstruktur mit Beziehungen der Akteursrollen und Arbeitsprozessen

4 Ziele, Methodik, Ergebnisse und Bewertung der Forschungsschwerpunkte

a. Bauweise / Baukonstruktion

1. Ziele und Methodik

Ziel war die Untersuchung der Bauweise und Baukonstruktion des Forschungsobjektes im Vergleich zu alternativen Konstruktionen in Bezug auf Herstellungs- und Errichtungszeit und Kosten.

Die Baukonstruktion des Forschungsobjektes wurde bauteilweise hinsichtlich Bauzeitverkürzung, Investition- und Lebenszykluskosten (LCC) und zusätzlich hinsichtlich Umweltfolgewirkungen (LCA) und untersucht und vergleichend zu alternativen Baukonstruktionen bewertet. Dazu wurden den Bauteilen Außenwand, Innenwand, Fenster, Gründung, Decken, Dach des Forschungsobjektes alternative marktübliche Konstruktionsaufbauten gegenübergestellt. In der Auswertung lag das Augenmerk auf der Darstellung von Wirkungsbezügen zwischen den einzelnen Teilaspekten.

Bauzeitverkürzung:

Als Ziel wurde „eine Bauzeitverkürzung um 3 Monate“ (vergl. 3.1 Projektziele) definiert, so dass die Gesamtbauzeit auf insgesamt 15 Monate reduziert werden sollte. Die Bauzeitverkürzung sollte durch marktgängige Bauweisen mit Vorfertigung bzw. Teilvorfertigung, Standardisierung sowie einschalige Baukonstruktionen erreicht werden. Zum Erreichen der Bauzeitverkürzung wurden folgende Maßnahmen vorgeschlagen und durchgeführt:

- Filigrandecken und Fertigteiltreppen
- Außenwände aus Porenbetonmauerwerk ohne zusätzliche Dämmung
- Standardisierte Fenster, lediglich 1 Fenstertyp, gleiche Einbausituation
- Standardisierte Bäder
- Standardisierte Pantry-Küchen

Die im Antrag benannten Bauteile des Forschungsobjektes wurden baubegleitend in den Soll/Ist-Bauzeiten dokumentiert und Gründe für eine Bauzeitverkürzung gegenüber einer Ortbeton-Bauweise dargestellt.
Dazu wurde die reine Baustellenzeitbetrachtung auf die Vorlaufzeiten bei Vorfertigung erweitert, um die Bauzeit der Konstruktion insgesamt benennen zu können. Probleme und Wechselwirkungen zu anderen Projektzielen, wie Flexibilität in der Nachnutzung, Kosten und Umweltfolgewirkungen wurden in Zusammenarbeit mit der Fachplanung und der Bauleitung herausgearbeitet und dokumentiert.

Investition- und Lebenszykluskosten (LCC):

Um die Kosten der Bauweise im Vergleich zu alternativen Konstruktionen darzustellen, erfolgte eine bauteilbezogene Lebenszykluskostenuntersuchung entsprechend Berechnungsverfahren aus dem Steckbrief 4.1.1 Lebenszykluskosten zur Zertifizierung nach NaWoh (NaWoh, 2019). Die Lebenszykluskosten wurden je Bauteil und Variante im Online-Ökobilanzierungstool eLCA (BBSR, eLCA, 2019) im vereinfachten Verfahren auf Grundlage der Investitions- und Nutzungskosten bilanziert. Die vergleichende Auswertung wurde tabellarisch und grafisch aufbereitet.

Dazu wurden die Investitionskosten gemäß DIN 277 der jeweiligen Baukonstruktion nach den Kostengruppen mithilfe der BKI Baukosten Neubau 2018 (BKI, 2018) ermittelt und auf den Projektstandort Berlin und massebezogen umgerechnet. Weiterhin wurden für die Nutzungskosten nach DIN 18960 die Reinigungskosten, Bedienungs-,Wartungs- und Instandhaltungskosten und Kosten für Instandhaltung/Ersatz bezogen auf die Bauteillebensdauer angesetzt. Nicht betrachtet auf Bauteilebene wurden Energiekosten in der Nutzungszeit.

Umweltfolgewirkungen (LCA):

Zusätzlich erfolgte die Untersuchung der Umweltfolgewirkungen der Bauteilaufbauten im Vergleich zu alternativen Baukonstruktionen für die Bauteile: Gründung, Geschossdecken, Außenwände, Innenwände, Fenster und Dach in Anlehnung und Erweiterung an die Veröffentlichung der Projektplattform Energie der TU München, Leitfaden 01 Ökologische Kenndaten Baustoffe und Bauteile (Schneider et al., 2015). Im ersten Schritt wurden die Eigenschaften der Bauteile im Lebenszyklus und die technischen Eigenschaften mit Hilfe von WECOBIS (WECOBIS / BMI und ByAK, o.J.) und aus Herstellerangaben recherchiert. Anschließend wurde die Ökobilanzierung der Bauteile im Online-Ökobilanzierungstool eLCA (BBSR, eLCA, 2019) entsprechend der Bauausführung und mit Mengen entsprechend vorab durchgeführter Massenberechnung durchgeführt, einschließlich Variantenerstellung für die alternativen Bauteilaufbauten. Die Umweltfolgewirkungen der gewählten Baukonstruktionen (Treibhauspotential, Primärenergiebedarf, Andere Wirkungskategorien) wurden vergleichend berechnet. Die Auswertungen der Bauteilbilanzen im Vergleich wurden tabellarisch und grafisch aufbereitet.

Um herauszufinden, welchen Anteil die "Graue Energie" des Materials an der Gesamtbilanz des Gebäudes im Lebenszyklus über 50 Jahre hat, wurden außerdem die Bilanzdaten aus den Energieverbräuchen der Nutzungsphase (Endenergie nach ENEV) separat berechnet und vergleichend der Gesamtbilanz gegenübergestellt. Die Berechnung erfolgte wiederum im Online-Ökobilanzierungstool eLCA (BBSR, eLCA, 2019)

2. Ergebnisse zur Bauzeitverkürzung

Die vorgesehenen Maßnahmen zur Bauzeitverkürzung

- monolithische Bauweise: einschalige Außenwände, tragende Bodenplatte
- (Teil)-Vorfertigung: Filigrandecken, Einbauküchen
- Standardisierung: Fenster-und Türelemente, Bäder

konnten im Forschungsobjekt in den Einzelbauteilen erfolgreich umgesetzt werden (vergl. Abb. 7 ff.).
Jedoch wurde die Gesamtbauzeit aufgrund von Lieferschwierigkeiten und unzuverlässigem Personaleinsatz der Firmen wegen der ausgesprochen guten konjunkturellen Auslastung der Firmen überschritten. Aufgrund der aktuell äußerst angespannten Marktsituation im Baugewerbe wirken sich auch geringfügige Verzögerungen so aus, dass Folgegewerke nicht mehr leisten konnten, da sie schon anderweitig gebunden waren. Hinzu kam ein verspäteter Baubeginn infolge von Verzögerungen bei der Umsetzung des Trafos, wodurch sich die Ausführung der Gründungs- und Rohbauarbeiten vom Untergeschoss verschob.

	Geplante Bauzeit	Ist-Bauzeit
Baubeginn:	28.08 2017	06.11 2017
Fertigstellung:	23.11.2018	15.09.2019
Bauzeit:	15 Monate	23 Monate

Tabelle 1 - Vor- und Nachteile der Maßnahmen zur Bauzeitverkürzung

Gründe für die Bauzeitverlängerung

- Verzögerter Beginn und damit Ausführung der Gründungs- und Rohbauarbeiten vom Untergeschoss in die schlechtere Wetterzeit
- Das Fertigteilwerk für die Filigranplatten konnte aufgrund eines Schadens in der Produktionsstraße die Filigranplatten vom 2. OG erst ca. 4 Wochen verzögert ausliefern

Rohbauzeiten geplant: 145 Tage
Rohbauzeit ist: 245 Tage
Resultierende Bauzeitverlängerung: ca. 5 Monate

- Vertragstermine der folgenden Gewerke waren nicht mehr gültig. Die Unternehmer hatten andere Aufträge angenommen und konnten auf Abruf nicht wie gewollt/ gewünscht einsetzen. Dies traf auf diverse Firmen zu, addierte sich zusammen und führte zur weiteren Bauzeitverlängerung.

Resultierende Bauzeitverlängerung: ca. 2,5 Monate

- Die Bauzeitverlängerung Rohbau und Ausbau haben sich überlappt.
- Bedingt durch die gute Baukonjunktur haben die Firmen zu viele Aufträge angenommen und waren immer nicht regelmäßig und nicht zuverlässig auf der Baustelle präsent.

KG			Bauzeit-verkürzung geplant in Arbeitstagen	Bauzeit Vergleichskonstruktion Streifenfundamente/ Ortbeton/ KSS-WDVS in Arbeitstagen	Bauzeit IST ab Baubeginn Baustelle in Arbeitstagen	Bauzeit-verkürzung IST in Arbeitstagen	Bauzeit IST ab Freigabe Werkplanung, einschl. Vorfertigung in Arbeitstagen	Anmerkungen
320	Gründung	tragende Bodenplatte Stahlbeton, Frischbetonverbundabdichtung	10	37	**23**	**14**	33	wittterungsbedingt 1 Tag verzögert
330	Außenwände	einschaliges nichttragendes Mauerwerk, Großformat, Porenbeton	10	150	**130**	**20**	140	
334	Außentüren und -fenster	Standardisierung Fensterelemente Aluminiumrahmen 3fach Verglasung, Brüstungspaneel	10	30	**20**	**10**	50	
340	Innenwände	Schottenbauweise tragende Innenwände Kalksandstein	10	95	**80**	**15**	90	
350	Decken	Halbfertigteile Filigrandecken	10	47	**7**	**40**	37	aufgrund Terminschwierigkeiten Fertigteilwerk 15 Tage verzögert
370	Einbauten	Standardisierung Pantry-Küchen Holzwerkstoff mit Melaminbeschichtung	10	0	**0**	**0**	0	noch im Bau, keine Aussage in der Projektlaufzeit möglich
300+ 400	Sonstiges	Standardisierung Ausbau Bäder Trockenbau, Kalkzementputz, Fliesen, HSLE, Ausstattung	10	0	**0**	**0**	0	noch im Bau, keine Aussage in der Projektlaufzeit möglich
Summe			**70**			**99**		

Tabelle 2 - Bauzeitvergleich

Die vorgesehenen Maßnahmen zur Bauzeitverkürzung durch Bauweise und Konstruktion konnten somit für das Gesamtvorhaben nicht die gewünschte Wirkung entfalten. Die Bauzeiten sind stark von Arbeits- und Lieferkapazitäten und den Umsetzungsinteressen der Hersteller und Ausführenden geprägt. Nachteilig für die gewählte Bauweise schlagen die hohe Witterungsabhängigkeit, der hohe Koordinationsaufwand der vielen Einzelfirmen und die Kleinteiligkeit bei der Ausführung zu Buche.
Die umgesetzten Maßnahmen zur Bauzeitverkürzung haben teils wesentliche Auswirkungen auf die weiteren Effizienzkriterien zu Kosten und Umweltfolgewirkungen. Die Ausführung einer tragenden durchgehenden Bodenplatte führt zu einer Einsparung der separaten Erstellung der Fundamente und zu einer Abdichtung in einem Arbeitsschritt und trägt damit zu einer Bauzeitverkürzung bei. Jedoch sind die erhöhten Beton- und Stahlmengen der tragenden Bodenplatte sehr kostenintensiv und wirken sich ungünstig auf die Ökobilanzierung und die Lebenszykluskosten aus. Die tragenden Innenwände in Schottenbauweise und die Filigrandecken konnten sehr zügig eingebaut werden, wobei letztere wiederum in der Vorfertigung eine Lieferzeitverzögerung verursachten, die sich stark auf die Folgegewerke auswirkte. Weitere Vor- und Nachteile der Maßnahmen zur Bauzeitverkürzung sind der Tabelle 3 zu entnehmen.

KG	Bauteil	Konstruktion	Vorteile	Nachteile
320	**Gründung**	tragende Bodenplatte Stahlbeton, Frischbetonverbundabdichtung	- Vereinfachung des Bauprozesses, weniger Schalung - Vereinfachung der Bauwerksabdichtung und Vermeidung von Fehlern durch einfache Kubatur	- Erhöhte Anforderungen und Komplexität der Bewehrungsführung - Auswirkung auf Ökobilanzierung durch erhöhte Mengen Bewehrungsstahl und Beton - Mehrkosten Stahl und damit Kostenerhöhung auch in LCC
330	**Außenwände**	einschaliges nichttragendes Mauerwerk, Porenbeton	- keine zusätzlich aufzubringende Dämmung der Außenwände, positive Auswirkungen auf die Ökobilanz im Vergleich zu konventionellen mehrschaligen Bauteilen.	- Bei Wänden die parallel zur Deckentragrichtung verlaufen oder die besondere brandschutztechnische oder schallschutztechnische Anforderungen besitzen kann eine Planung in Stahlbeton notwendig sein. - geringe Festigkeit und Steifigkeit des Materials - Statisch ungünstig für die Lastabtragung bei geringen Pfeilerquerschnitten, z.B. zwischen Fensterelementen
334	**Außentüren und -fenster**	Standardisierung Fensterelemente, Aluminiumrahmen mit 3-fach Verglasung, Brüstungspaneel	- Einsparung von Baukosten - gesichertere Ausführungsqualität durch Wiederholung	- aufgrund unterschiedlicher Schallschutzanforderungen nicht vollständig umsetzbar - Wärmeverluste und Solare Wärmeeinträge nicht nach Gebäudeausrichtung optimiert
340	**Innenwände**	Schottenbauweise tragende Innenwände Kalksandstein	- Einsparung von Baukosten	- ein möglichst offenes Bauwerk mit einer flexiblen Raumaufteilung in den Geschossen oder einer mögliche spätere Gebäudeumnutzung kann durch die Planung mit einer Schottenbauweise eingeschränkt sein. -Für die Gebäudeaussteifung kann die Schottenbauweise ein Nachteil sein. Durch die Materialwahl der Querwände aus Porenbeton mit ihrer geringen Festigkeit und Steifigkeit müssen andere Wände zur Gebäudeaussteifung herangezogen werden. Daher sind im Bauvorhaben Dauerwaldweg auch die Flurwände im Haus in Achse B und C hoch belastet.
350	**Decken**	Halbfertigteile Filigrandecken	- Senkung von Produktionskosten bei der Herstellung von mehreren Fertigteilen	Ein Nachteil von einachsig tragenden Elementen ist die Durchbruchsplanung. Durchbrüche müssen parallel zur Deckenspannrichtung laufen was einen Einfluss auf die Raumnutzung haben kann.
370	**Einbauten**	Standardisierung der Pantry-Küchen, Holzwerkstoff mit Melaminbeschichtung	- Einsparung von Baukosten - gesichertere Ausführungsqualität durch Wiederholung	
300+400	**Sonstiges**	Standardisierung Ausbau Bäder *(Trockenbau, Kalkzementputz, Fliesen, HSLE, Ausstattung)*	- Einsparung von Baukosten - gesichertere Ausführungsqualität durch Wiederholung	

Tabelle 3 - Vor- und Nachteile der Maßnahmen zur Bauzeitverkürzung

3. Ergebnisse zu Kosten und Umweltfolgewirkungen

Vergleich mit alternativen Bauweisen

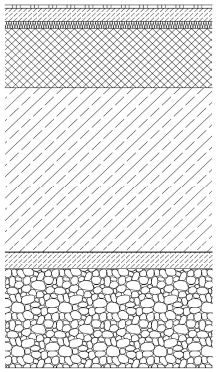
Insgesamt stellt sich die gewählte Bauweise im Forschungsobjekt als sehr kostengünstig und mit gutem Ergebnis in den Umweltfolgewirkungen dar. Insbesondere die Porenbeton-Vollsteinaußenwände haben eine sehr positive Umweltbilanz und sind im Lebenszyklus die kostengünstigste Variante. Im Vergleich der Bauteilaufbauten des Forschungsobjektes zu alternativen Bauweisen zeigten sich die Vorteile der gewählten Konstruktion insbesondere in den Kosten und technischen Eigenschaften.

Die im Forschungsobjekt gewählten Bauteilaufbauten sind - abgesehen von den Deckenkonstruktionen - die im Lebenszyklus kostengünstigsten im Vergleich zu alternativen Bauweisen. Bei den Umweltfolgewirkungen schneiden die Varianten mit Holzkonstruktionen jeweils günstiger ab, können aber aufgrund der standortspezifischen Besonderheiten (Schallschutz, Brandschutz) nicht zur Ausführung empfohlen werden.

Auf den folgenden Seiten sind die Eigenschaften der Bauteilaufbauten von Gründung, Außen- und Innenwänden, Fenster, Decken und Dach im Vergleich zu alternativen Bauweisen tabellarisch dargestellt. Weiterhin sind die Berechnungsergebnisse aus eLCA (BBSR, eLCA, 2019) zu Ökobilanz und Lebenszykluskosten dargestellt.

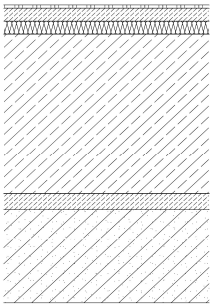
Die Studierenden, die im Sommersemester 2018 die Bauteilaufbauten mit alternativen Bauweisen in den Eigenschaften im Lebenszyklus verglichen, werteten die Ergebnisse aus der Ökobilanz und der Lebenszykluskostenberechnung korrekt aus. Nichtsdestotrotz empfahlen Sie oftmals im Fazit andere Baustoffe als die, die in der Auswertung am positivsten abgeschnitten hatten. Begründet wurde dies oftmals mit ästhetischen Vorlieben und mit den Baustoffen verbundenen Erfahrungen. Unter anderem wurden die im Forschungsobjekt verwandten Aluminiumfenster und der Porenbeton, obwohl in der Auswertung der technischen, wirtschaftlichen und ökologischen Kenndaten überzeugend, nicht favorisiert. Holz und Beton wurden bevorzugt. Ästhetische, haptische und soziokulturelle Erfahrungen mit Material sind entscheidungsrelevant. Es bedarf neben den technischen, wirtschaftlichen und ökologischen Kenndaten zur Materialwahl auch der Berücksichtigung der (bau)kulturellen Erfahrung der Planenden.

KG 320 Gründungen – Bauteilvergleich



Ist Vario
Bodenplatte Ortbeton C30/37; Wärmedämmung auf Bodenplatte, EPS-Hartschaum

Steinzeugfliesen	0,4 cm
Estrichmörtel-Zementestrich	4,0 cm
Dampfbremse PET, gitterverstärkt	
Mineralwolle	2,0 cm
EPS-Hartschaum	18,0 cm
PE-HD mit PP-Vlies	
Stahlbeton C30/37	50,0 cm
Frischbeton-Verbundfolie	0,5 cm
Sauberkeitsschicht Beton	5,0 cm
Kies, Körnung 2/32	30,0 cm



Variante A
Bodenplatte Ortbeton C30/37; Wärmedämmung unter Bodenplatte, Blähglasschotter

Steinzeugfliesen	0,4 cm
Estrichmörtel-Zementestrich	4,0 cm
Dampfbremse PET, gitterverstärkt	
Mineralwolle	4,0 cm
PE-HD mit PP-Vlies	
Stahlbeton C30/37	50,0 cm
Frischbeton-Verbundfolie	0,5 mm
Sauberkeitsschicht Beton	5,0 cm
Blähglas	30,0 cm

Abbildung 7 - KG 320 Gründungen - Bauteilaufbau Varianten

	Eigenschaft	IST Vario	Variante A
Eigenschaften im Lebenszyklus	natürliche Rohstoffe, Verfügbarkeit	-	±
	Transportaufwand	±	±
	Herstellungsaufwand	-	-
	Montage	-	±
	Lebensdauer	+	+
	Recyclingfähigkeit	-	±
Technische Eigenschaften	Druckfestigkeit/ Tragfähigkeit	+	+
	Schlankheit der Konstruktion	-	+
	Wärmekapazität	±	±
	Schallschutz	+	+
	Brandschutz	+	+
	Feuchteschutz	+	+
Ökobilanzierung	Treibhauspotential	-	±
	Primärenergiebedarf	-	±
	Primärenergiebedarf erneuerbar	-	±
Kosten im Lebenszyklus	Lebenszykluskosten	+	±
	Investkosten	+	±
	Nutzungskosten	±	+

Tabelle 4 - KG 320 Gründungen - Übersicht Bauteilvergleich

KG 320 Gründungen – LCA

Kriterium Nawoh	Indikator	Einheit	IST Vario	Variante A	Differenz
3.1.1 Ökobilanz Teil 1					
Treibhauspotential	GWP	kg CO2-Äqv./m2NRF*a	2,749	2,48	-10%
3.1.2 Primärenergiebedarf (QP)					
Primärenergiebedarf gesamt	PE Ges.	kWh/m2NRF*a	9,3	8,41	-10%
3.1.2-1 QP nicht erneuerbar	PENRT	kWh/m2NRF*a	8,2	7,29	-11%
3.1.2-2 QP erneuerbar	PERT	kWh/m2NRF*a	1,05	1,12	7%
3.2.1 Ökobilanz Teil 2					
Ozonschichtabbaupotential	ODP	kg CFC11-Äqu./m2NRF*a	1,84E-09	9,55E-10	-48%
Ozonbildungspotential	POCP	kg C2H4-Äqu./m2NRF*a	1,62E-03	4,56E-04	-72%
Versauerungspotential	AP	kg SO2-Äqu./m2NRF*a	5,35E-03	5,19E-03	-3%
Überdüngungspotential	EP	kg PO4-Äqu./m2NRF*a	6,39E-04	6,59E-04	3%

Tabelle 5 - KG 320 Gründungen - LCA

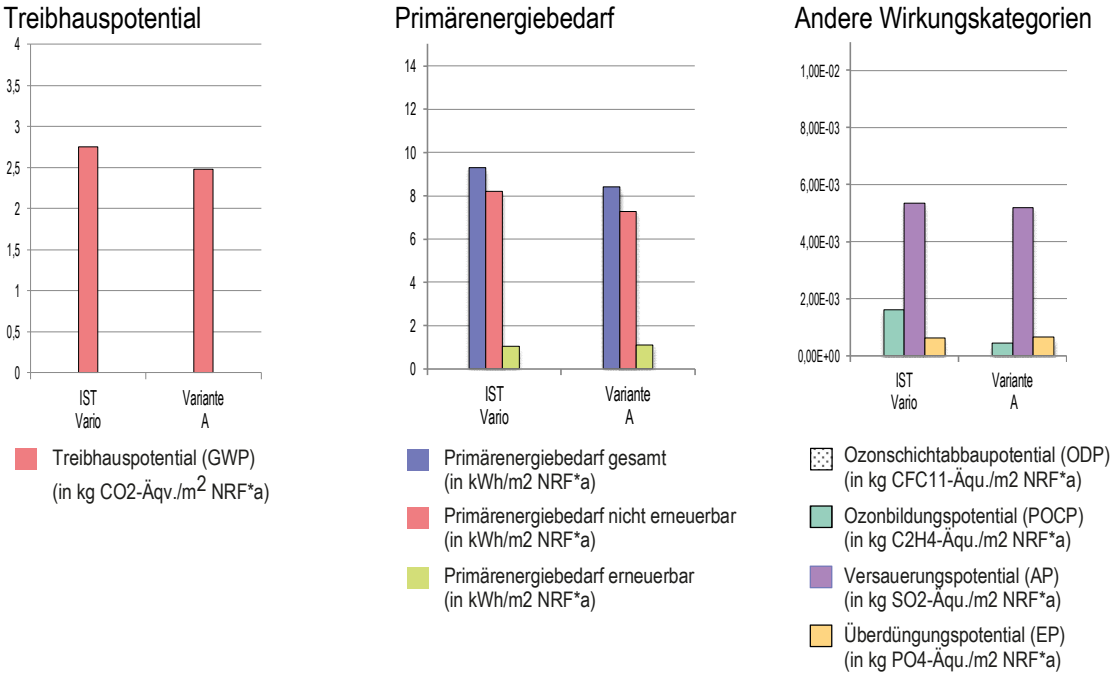


Abbildung 8 - KG 320 Gründungen - LCA

KG 320 Gründungen – LCC

Kriterium Nawoh	KG	Einheit	IST Vario	Variante A	Differenz
4.1.1 Ausgewählte Kosten im Lebenszyklus		€/m2 BGF netto	113	123,13	
Bauwerkskosten DIN 276	300+400	€/m2 netto	359	373	3,93%
Gründungen	320	€/m2 netto	359	373	3,93%
Bodenplatten	324	€/m2 netto	207	237	14,49%
Bodenbeläge	325	€/m2 netto	153	136	-11,11%
Nutzungskosten DIN 18960		€ netto	71214	68615	-3,65%
Energie/ Wasser/ Abwasser (nicht betracht	310/320	€ netto	0	0	
Reinigung	330	€ netto	40575	40575	0,00%
Bedienung, Inspektion, Wartung	350	€ netto	0	0	
Instandhaltung/ Ersatzinvestition	410	€ netto	30639	28040	-8,48%
Rückbau/Entsorgung (nicht betrachtet)		€/m2 netto	0	0	0,00%

Tabelle 6 - KG 320 Gründungen - LCC

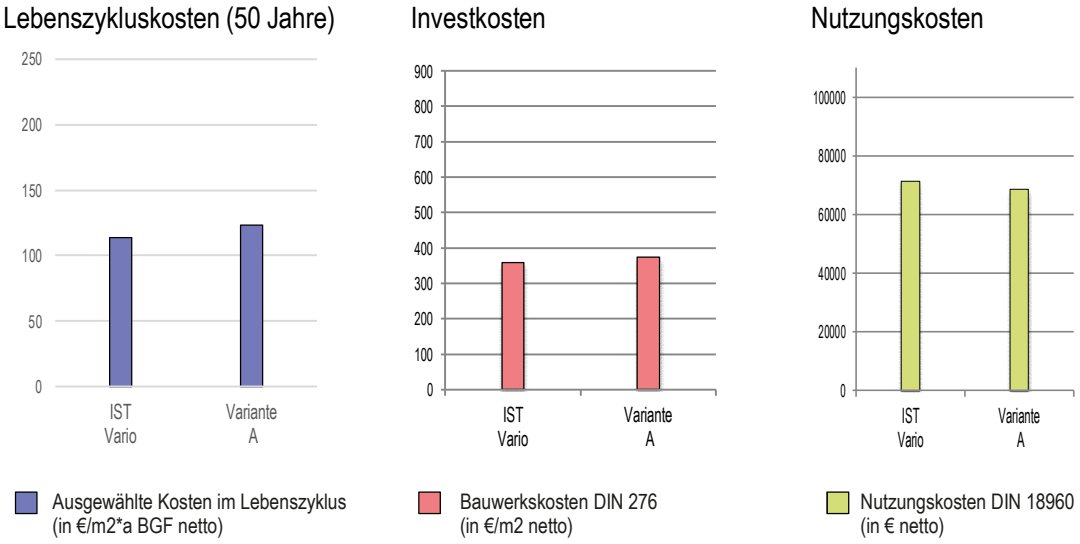
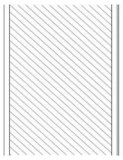


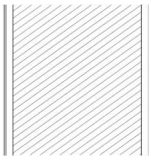
Abbildung 9 - KG 320 Gründungen - LCC

KG 330 Außenwand – Bauteilvergleich



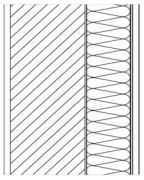
Ist Vario
Massivwand Porenbeton

Dispersionsfarbe	
Gipsputz	1,5 cm
Porenbeton P2 04 unbewehrt	36,5 cm
Putzmörtel-Normalputz / Edelputz	2,0 cm
Dispersionsfarbe	



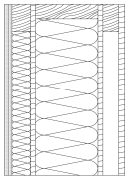
Variante A
Massivwand Porotonziegel mit Perlitefüllung

Dispersionsfarbe	
Gipsputz	1,5 cm
Poroton Perlitefüllung	36,5 cm
Putzmörtel-Normalputz / Edelputz	2,0 cm
Dispersionsfarbe	



Variante B
Kalksandstein mit WDVS

Dispersionsfarbe	
Gipsputz	2,0 cm
Kalksandstein	24,0 cm
Armierungsspachtel	0,5 cm
EPS-Hartschaum	14,0 cm
Putzmörtel-Armierungsputz	0,5 cm
Glasvlies	
Putzmörtel-Normalputz	0,5 cm
Dispersionsfarbe	



Variante C
Holztafelwand, Holzfassade

Dispersionsfarbe	
Gipskarton doppelt (Feuerschutz)	2,5 cm
Holzfaserdämmung/ Holz-Unterkonstruktion	6,0 cm
OSB	1,5 cm
Holzfaserdämmung/ Konstruktionsvollholz	20,0 cm
MDF, imprägniert	1,6 cm
Luftschicht, Traglattung	5,0 cm
Holz-Fassadenbekleidung Lärche	2,0 cm

Abbildung 10 - KG 330 Außenwand - Bauteilaufbau Varianten

	Eigenschaft	IST Vario	Variante A	Variante B	Variante C
Eigenschaften im Lebenszyklus	natürliche Rohstoffe, Verfügbarkeit	+	+	-	+
	Transportaufwand	±	+	±	+
	Herstellungsaufwand	+	±	-	±
	Montage	+	+	-	-
	Lebensdauer	+	+	-	-
	Recyclingfähigkeit	+	-	-	±
Technische Eigenschaften	Druckfestigkeit/ Tragfähigkeit	±	+	+	±
	Schlankheit der Konstruktion	-	-	±	+
	Wärmekapazität	+	+	+	-
	Schallschutz	-	+	+	-
	Brandschutz	+	+	+	-
	Feuchteschutz	-	+	+	-
Ökobilanzierung	Treibhauspotential	±	±	-	+
	Primärenergiebedarf	+	±	-	-
	Primärenergiebedarf erneuerbar	-	-	-	+
Kosten im Lebenszyklus	Lebenszykluskosten	+	+	±	-
	Investkosten	+	+	±	±
	Nutzungskosten	+	+	-	-

Tabelle 7 - KG 330 Außenwand - Bauteilvergleich Übersicht

KG 330 Außenwand – LCA

Kriterium Nawoh	Indikator	Einheit	IST Vario	Variante A	Diff.	Variante B	Diff.	Variante C	Diff.
3.1.1 Ökobilanz Teil 1									
Treibhauspotential	GWP	kg CO2-Äqv./m2NRF*a	0,59	0,52	-11%	0,78	33%	0,42	-29%
3.1.2 Primärenergiebedarf (QP)									
Primärenergiebedarf gesamt	PE Ges.	kWh/m2NRF*a	1,57	1,93	23%	2,67	70%	6,61	321%
3.1.2-1 QP nicht erneuerbar	PENRT	kWh/m2NRF*a	1,38	1,68	22%	2,43	77%	2,32	68%
3.1.2-2 QP erneuerbar	PERT	kWh/m2NRF*a	0,19	0,25	26%	0,24	21%	4,30	2115%
3.2.1 Ökobilanz Teil 2									
Ozonschichtabbaupotential	ODP	kg CFC11-Äqu./m2NRF*a	2,08E-10	2,03E-10	-2%	1,03E-09	394%	1,84E-08	8739%
Ozonbildungspotential	POCP	kg C2H4-Äqu./m2NRF*a	7,16E-05	9,38E-05	31%	8,00E-04	1017%	1,76E-04	145%
Versauerungspotential	AP	kg SO2-Äqu./m2NRF*a	9,85E-04	1,20E-03	22%	1,32E-03	34%	1,08E-03	9%
Überdüngungspotential	EP	kg PO4-Äqu./m2NRF*a	1,33E-04	1,50E-04	13%	1,56E-04	18%	1,88E-04	42%

Tabelle 8 - KG 330 Außenwand - LCA

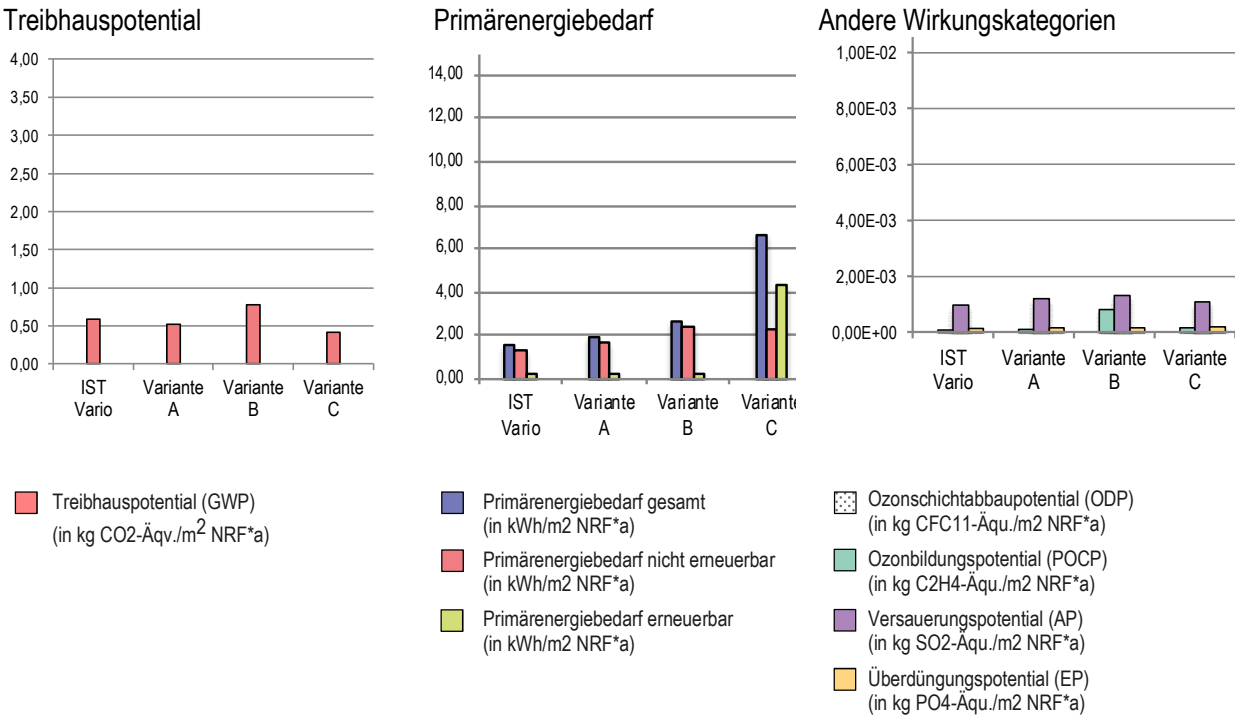


Abbildung 11 - KG 330 Außenwand - LCA

KG 330 Außenwand – LCC

Kriterium Nawoh	KG	Einheit	IST Vario	Variante A	Diff.	Variante B	Diff.	Variante C	Diff.
4.1.1 Ausgewählte Kosten im Lebenszyklus		€/m2*a BGF netto	62,42	63,68	2%	76,60	23%	89,34	43%
Bauwerkskosten DIN 276	300+400	€/m2 netto	218	223	3%	248	14%	295	36%
Ausssenwand	330	€/m2 netto	124	130	5%	88	-29%	124	0%
AW-bekleidungen außen	335	€/m2 netto	58	58	0%	124	114%	114	96%
AW-bekleidungen innen	336	€/m2 netto	35	35	0%	35	0%	57	62%
Nutzungskosten DIN 18960		€ netto	21.300	21.300	0%	36.448	71%	39.050	83%
Energie/ Wasser/ Abwasser (nicht betr.)	310/320	€ netto	0	0		0		0	
Reinigung	330	€ netto	0	0		0		0	
Bedienung, Insp., Wartung	350	€ netto	0	0		0		0	
Instandhaltung, Ersatz	410	€ netto	21.300	21.300	0%	36.448	71%	39.050	83%
Rückbau/Entsorgung (nicht betrachtet)		€/m2 netto	0	0	0%	0	0%	0	0%

Tabelle 9 - KG 330 Außenwand - LCC

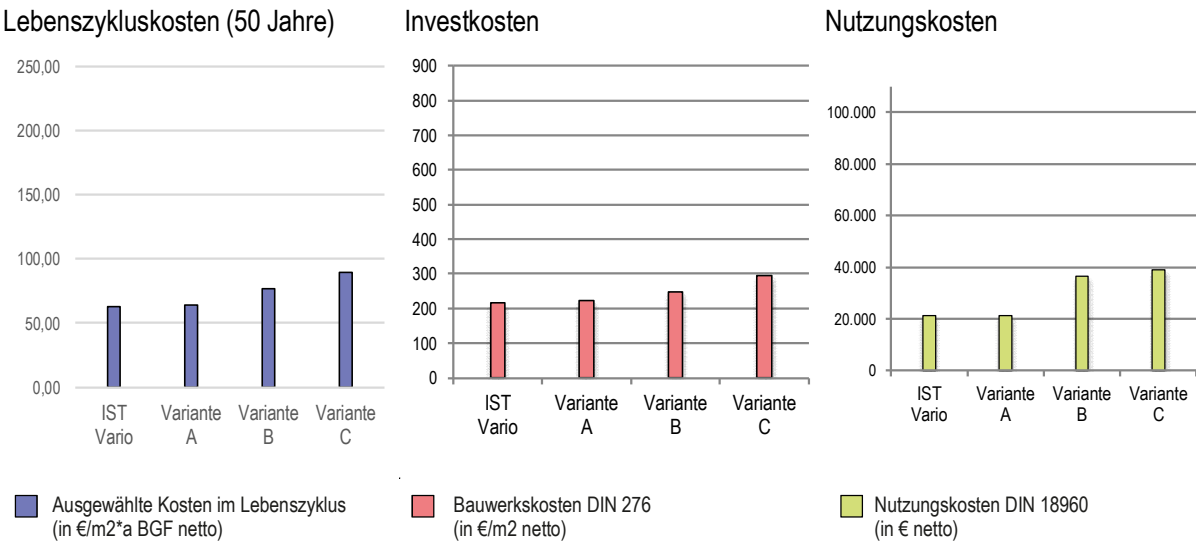


Abbildung 12 - KG 330 Außenwand - LCC

KG 334 Fenster – Bauteilvergleich

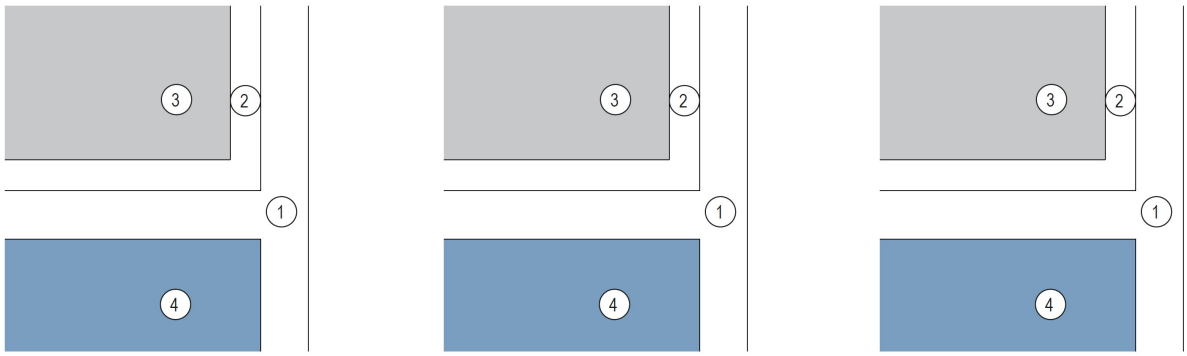


Abbildung 13 - KG 334 Fenster - Bauteilaufbau Varianten

Ist Vario
Fenster aus Aluminium

Anschlussfuge Elastomer Fugenbäder, Polyurethan
Blendrahmen (1) Aluminium-Rahmenprofil, thermisch getrennt, pulverbeschichtet
Flügelrahmen (2) wie Blendrahmen
Verglasung (3) Dreifachverglasung
Paneel (4) PU-Dämmplatte mit Aluminium-Mehrlagen- Deckschicht

Variante A
Fenster aus Holz

Anschlussfuge Elastomer Fugenbäder, Polyurethan
Blendrahmen (1) Holz-Blendrahmen
Flügelrahmen (2) Holz-Blendrahmen
Verglasung (3) Dreifachverglasung
Paneel (4) PU-Dämmplatte mit Aluminium-Mehrlagen- Deckschicht

Variante B
Fenster aus Kunststoff

Anschlussfuge Elastomer Fugenbäder, Polyurethan
Blendrahmen (1) Blendrahmen PVC-U
Flügelrahmen (2) Blendrahmen PVC-U
Verglasung (3) Dreifachverglasung
Paneel (4) PU-Dämmplatte mit Aluminium-Mehrlagen- Deckschicht

Tabelle 10 - KG 334 Fenster - Bauteilvergleich

	Eigenschaft	IST Vario	Variante A	Variante B
Eigenschaften im Lebenszyklus	natürliche Rohstoffe, Verfügbarkeit	-	+	-
	Transportaufwand	-	+	±
	Herstellungsaufwand	-	±	±
	Montage	+	+	+
	Lebensdauer	+	±	-
	Recyclingfähigkeit	+	+	±
Technische Eigenschaften	Druckfestigkeit/ Tragfähigkeit	+	+	+
	Schlankheit der Konstruktion	+	±	±
	Wärmekapazität	±	±	±
	Schallschutz	+	+	+
	Brandschutz	-	-	-
	Feuchteschutz	+	-	+
Ökobilanzierung	Treibhauspotential	-	+	-
	Primärenergiebedarf	-	-	±
	Primärenergiebedarf erneuerbar	-	+	-
Kosten im Lebenszyklus	Lebenszykluskosten	±	+	-
	Investkosten	-	±	+
	Nutzungskosten	+	±	-

Tabelle 11 - KG 334 Fenster - Bauteilvergleich Übersicht

KG 334 Fenster – LCA

Kriterium Nawoh	Indikator	Einheit	IST Vario	Variante A	Differenz	Variante B	Differenz
3.1.1 Ökobilanz Teil 1							
Treibhauspotential	GWP	kg CO2-Äqv./m2NRF*a	0,634	0,47	-26 %	0,622	-2 %
3.1.2 Primärenergiebedarf (QP)							
Primärenergiebedarf gesamt	PE Ges.	kWh/m2NRF*a	2,773	3,15	14 %	2,212	-20 %
3.1.2-1 QP nicht erneuerbar	PENRT	kWh/m2NRF*a	2,42	1,899	-22 %	2,07	-14 %
3.1.2-2 QP erneuerbar	PERT	kWh/m2NRF*a	0,35	1,25	257 %	0,138	-61 %
3.2.1 Ökobilanz Teil 2							
Ozonschichtabbaupotential	ODP	kg CFC11-Äqu./m2NRF*a	3,70E-08	3,69E-08	0 %	3,69E-08	0 %
Ozonbildungspotential	POCP	kg C2H4-Äqu./m2NRF*a	1,83E-04	2,38E-04	30 %	1,86E-04	2 %
Versauerungspotential	AP	kg SO2-Äqu./m2NRF*a	2,03E-03	1,49E-03	-27 %	1,44E-03	-29 %
Überdüngungspotential	EP	kg PO4-Äqu./m2NRF*a	2,67E-04	2,43E-04	-9 %	2,37E-04	-11 %

Tabelle 12 - KG 334 Fenster - LCA

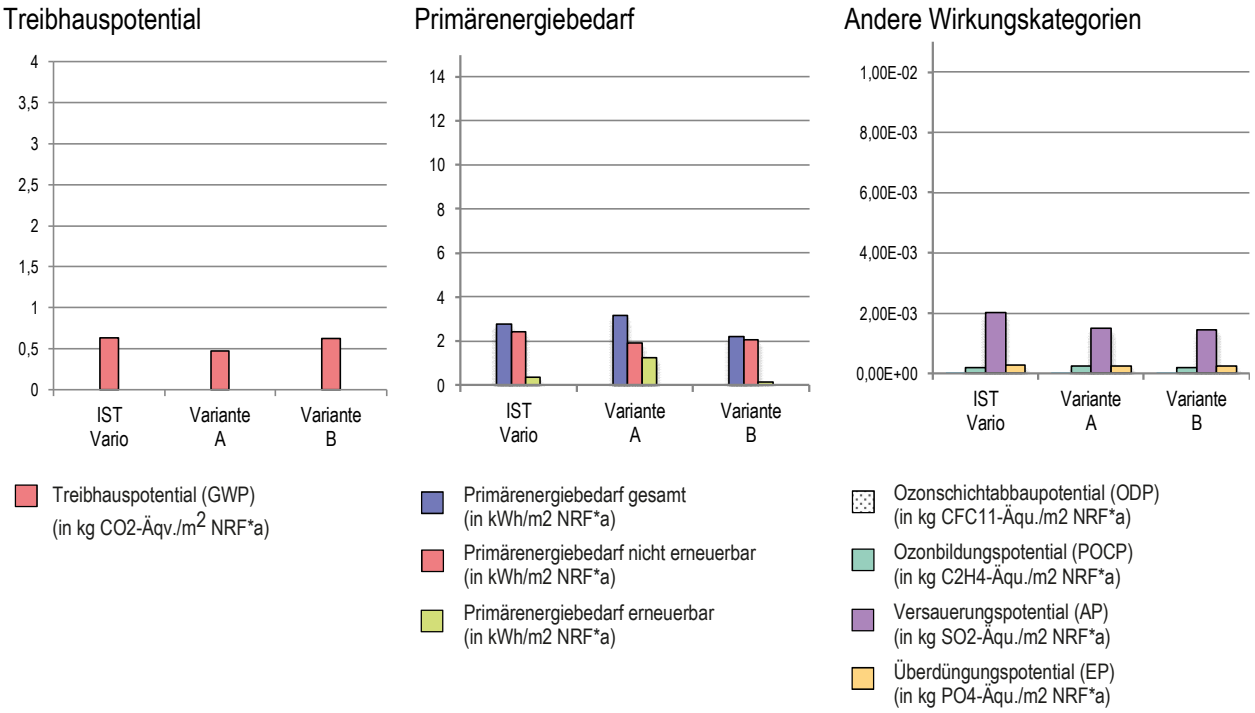


Abbildung 14 - KG 334 Fenster - LCA

KG 334 Fenster – LCC

Kriterium Nawoh	KG	Einheit	IST Vario	Variante A	Differenz	Variante B	Differenz
4.1.1 Ausgewählte Kosten im Lebenszyklus		€/m2*a BGF netto	131,17	115,34	-12,07 %	137,21	4,60 %
Bauwerkskosten DIN 276	300+400	€/m2 netto	797,72	683,76	-14,29 %	663,04	-16,88 %
Fenster	334	€/m2 netto	797,72	683,76	-14,29 %	663,04	-16,88 %
Nutzungskosten DIN 18960		€ netto	4203,53	9971,11	137,21 %	65283,21	1453,06 %
Energie/ Wasser/ Abwasser (nicht betrachtet)	310/320	€ netto	0	0		0	
Reinigung	330	€ netto	4203,53	4203,53		4203,53	
Bedienung, Insp., Wartung	350	€ netto	0	5767,58		0	
Instandhaltung/ Ersatz	410	€ netto	0	0		61079,68	
Rückbau/Entsorgung (nicht betrachtet)		€/m2 netto	0	0		0	

Tabelle 13 - KG 334 Fenster - LCC

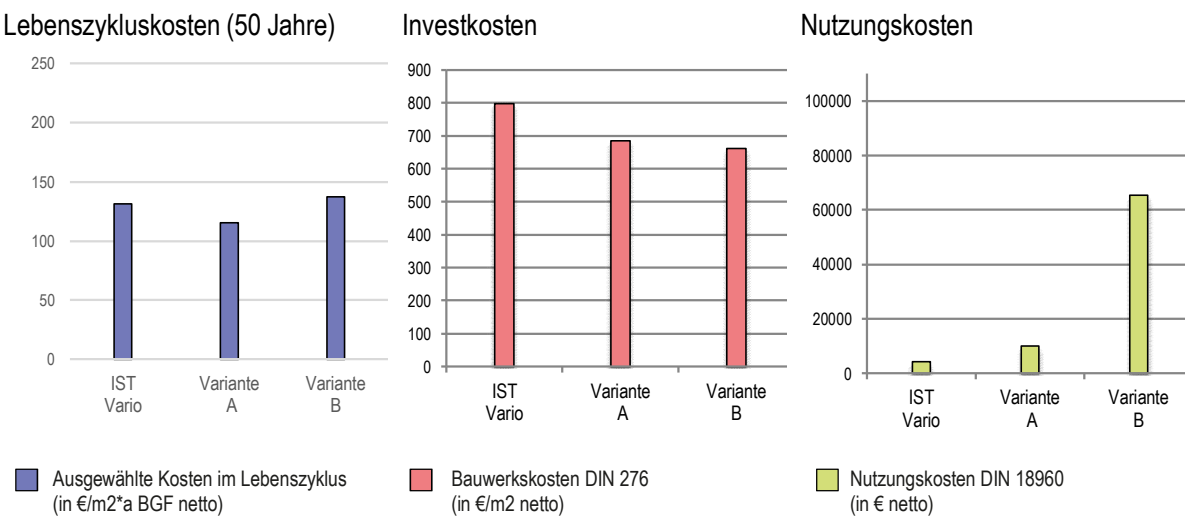
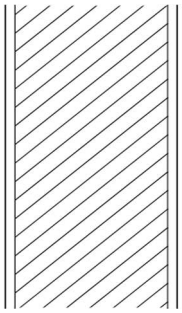


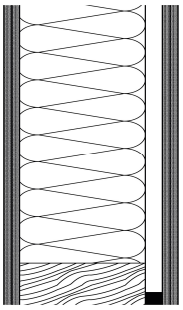
Abbildung 15 - KG 334 Fenster - LCC

KG 340 Innenwand – Bauteilvergleich



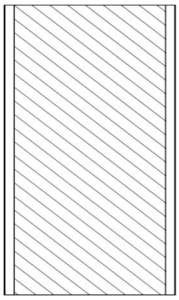
Ist Vario
Innenwand, tragend, Kalksand-stein

Dispersionsfarbe	
Kalk-Innenputz	1,5 cm
Kalksandstein	24,0 cm
Kalk-Innenputz	1,5 cm
Dispersionsfarbe	



Variante A
Innenwand, tragend, Holzrahmenbau

Dispersionsfarbe	
Rigips Feuerschutzplatte RF,RFI	2 x 1,25 cm
Konstruktionsvoll-holz	20,0 cm
Holzfaserdämmplatten	20,0 cm
Stahl Feinblech	
Rigips Feuerschutzplatte RF,RFI	2 x 1,25 cm
Dispersionsfarbe	



Variante B
Innenwand, tragend, Porenbeton bewehrt

Dispersionsfarbe	
Kalk-Innenputz	1,5 cm
Porenbeton P4 05 bewehrt	24,0 cm
Kalk-Innenputz	1,5 cm
Dispersionsfarbe	

Abbildung 16 - KG 340 Innenwand - Bauteilaufbau Varianten

	Eigenschaft	IST Vario	Variante A	Variante B
Eigenschaften im Lebenszyklus	natürliche Rohstoffe, Verfügbarkeit	+	±	±
	Transportaufwand	±	+	±
	Herstellungsaufwand	+	-	+
	Montage	±	+	+
	Lebensdauer	+	±	+
	Recyclingfähigkeit	+	±	+
Technische Eigenschaften	Druckfestigkeit/ Tragfähigkeit	+	±	±
	Schlankheit der Konstruktion	+	-	+
	Wärmekapazität	+	-	±
	Schallschutz	+	-	-
	Brandschutz	+	-	+
	Feuchteschutz	+	-	-
Ökobilanzierung	Treibhauspotential	-	+	±
	Primärenergiebedarf	±	-	+
	Primärenergiebedarf erneuerbar	-	+	-
Kosten im Lebenszyklus	Lebenszykluskosten	+	-	+
	Investkosten	±	-	+
	Nutzungskosten	+	-	+

Tabelle 14 - KG 340 Innenwand - Bauteilvergleich Übersicht

KG 340 Innenwand – LCA

Kriterium Nawoh	Indikator	Einheit	IST Vario	Variante A	Differenz	Variante B	Differenz
3.1.1 Ökobilanz Teil 1							
Treibhauspotential	GWP	kg CO2-Äqv./m2NRF*a	0,6584	0,5285	-20%	0,5968	-9%
3.1.2 Primärenergiebedarf (QP)							
Primärenergiebedarf gesamt	PE Ges.	kWh/m2NRF*a	1,5114	4,8763	223%	1,3419	-11%
3.1.2-1 QP nicht erneuerbar	PENRT	kWh/m2NRF*a	1,3523	2,4465	81%	1,2012	-11%
3.1.2-2 QP erneuerbar	PERT	kWh/m2NRF*a	0,1591	2,4297	1427%	0,1407	-12%
3.2.1 Ökobilanz Teil 2							
Ozonschichtabbaupotential	ODP	kg CFC11-Äqu./m2NRF*a	8,45E-12	5,46E-09	64574%	1,54E-11	82%
Ozonbildungspotential	POCP	kg C2H4-Äqu./m2NRF*a	1,32E-05	2,16E-04	1537%	7,51E-05	468%
Versauerungspotential	AP	kg SO2-Äqu./m2NRF*a	6,91E-04	1,46E-03	111%	8,42E-04	22%
Überdüngungspotential	EP	kg PO4-Äqu./m2NRF*a	1,49E-04	1,98E-04	33%	1,11E-04	-25%

Tabelle 15 - KG 340 Innenwand - LCA

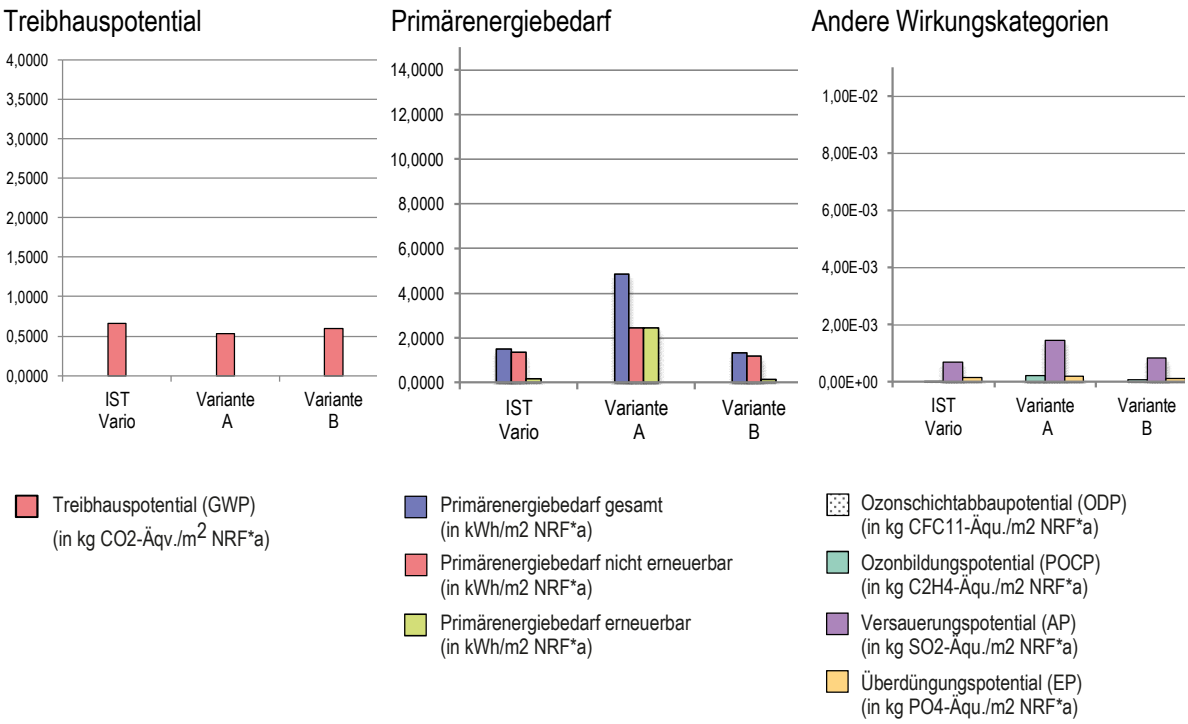


Abbildung 17 - KG 340 Innenwand - LCA

KG 340 Innenwand – LCC

Kriterium Nawoh	Indikator	Einheit	IST Vario	Variante A	Differenz	Variante B	Differenz
4.1.1 Ausgewählte Kosten im Lebenszyklus		€/m2 BGF netto	49,07	95,16	93,93%	46,27	-5,71%
Bauwerkskosten DIN 276	300+400	€/m2 netto	115,00	159,00	38,26%	106,00	-7,83%
tragende Innenwände	341	€/m2 netto	92,00	80,00	-13,04%	83,00	-9,78%
IW-bekleidungen	345	€/m2 netto	23,00	79,00	243,48%	23,00	0,00%
Nutzungskosten DIN 18960		€ netto	13.023,35	44.732,38	243,48%	13.023,35	0,00%
Energie/ Wasser/ Abwasser (nicht betrachtet)	310/320	€ netto	0,00	0,00		0,00	
Reinigung	330	€ netto	0,00	0,00		0,00	
Bedienung, Inspektion, Wartur	350	€ netto	0,00	0,00		0,00	
Instandhaltung/ Ersatzinvestitio	410	€ netto	13.023,35	44.732,38	243,48%	13.023,35	0,00%
Rückbau/Entsorgung (nicht betrachtet)		€/m2 netto	0	0		0	

Tabelle 16 - KG 340 Innenwand - LCC

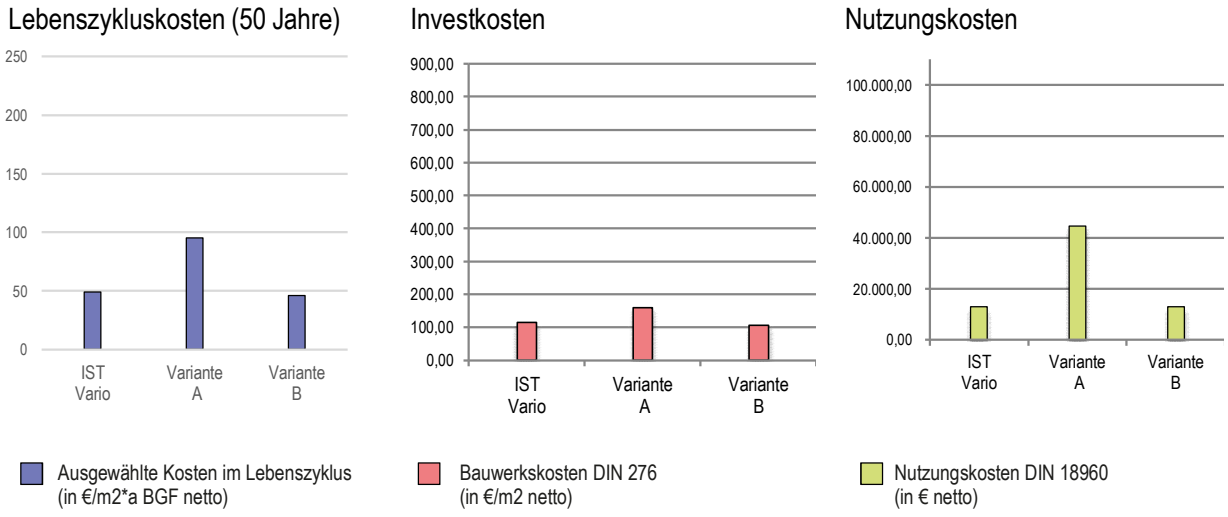
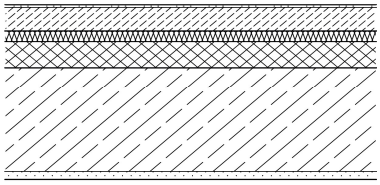
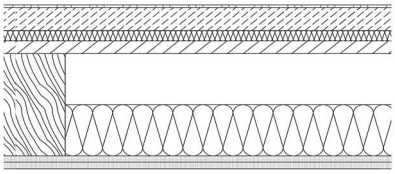
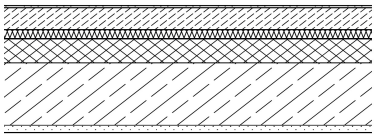


Abbildung 18 - KG 340 Innenwand - LCC

KG 350 Decken – Bauteilvergleich







Ist Vario Stahlbetondecke mit schw. Estrich		Variante A Holzbalkendecke mit schw. Estrich		Variante B Spannbetondecke mit schw. Estrich	
Linoleum	0,5 cm	Linoleum	0,5 cm	Linoleum	0,5 cm
Zementestrich	4,5 cm	Zementestrich	4,5 cm	Zementestrich	4,5 cm
Trennlage PE		Trennlage PE		Trennlage PE	
Mineralwolle	2,0 cm	Mineralwolle	2,0 cm	Mineralwolle	2,0 cm
Dämmung EPS	5,0 cm	Spanplatte	2,5 cm	Dämmung EPS-Hartschaum	5,0 cm
Dampfbremse PE		Konstruktionsvollholz	20,0 cm	Dampfbremse PE	
Stahlbeton C20/25	20,0 cm	Mineralwolle	10,0 cm	Spannbeton C30/37	15,0 cm
Kalk-Gips-Innenputz	1,5 cm	Rigips Feuerschutzplatte	2x 1,25 cm	Kalk-Gips-Innenputz	1,5 cm
Dispersionsfarbe		Dispersionsfarbe		Dispersionsfarbe	

Abbildung 19 - KG 350 Decken - Bauteilaufbau Varianten

	Eigenschaft	IST Vario	Variante A	Variante B
Eigenschaften im Lebenszyklus	natürliche Rohstoffe, Verfügbarkeit	-	+	-
	Transportaufwand	±	+	±
	Herstellungsaufwand	-	+	-
	Montage	±	±	+
	Lebensdauer	+	±	+
	Recyclingfähigkeit	-	+	-
Technische Eigenschaften	Druckfestigkeit/ Tragfähigkeit	+	±	+
	Schlankheit der Konstruktion	-	±	+
	Wärmekapazität	+	-	+
	Schallschutz	+	-	+
	Brandschutz	+	-	+
	Feuchteschutz	+	-	+
Ökobilanzierung	Treibhauspotential	-	+	±
	Primärenergiebedarf	-	+	±
	Primärenergiebedarf erneuerbar	-	+	-
Kosten im Lebenszyklus	Lebenszykluskosten	±	-	+
	Investkosten	±	-	+
	Nutzungskosten	±	-	±

Tabelle 17 - KG 350 Decken - Bauteilvergleich Übersicht

KG 350 Decken – LCA

Kriterium Nawoh	Indikator	Einheit	IST Vario	Variante A	Differenz	Variante B	Differenz
3.1.1 Ökobilanz Teil 1							
Treibhauspotential	GWP	kg CO2-Äqv./m2NRF*a	3,80	2,10	-44,7%	3,33	-12,4%
3.1.2 Primärenergiebedarf (QP)							
Primärenergiebedarf gesamt	PE Ges.	kWh/m2NRF*a	13,96	9,43	-32,5%	11,77	-15,7%
3.1.2-1 QP nicht erneuerbar	PENRT	kWh/m2NRF*a	10,97	6,56	-40,2%	9,08	-17,2%
3.1.2-2 QP erneuerbar	PERT	kWh/m2NRF*a	2,99	2,86	-4,3%	2,69	-10,0%
3.2.1 Ökobilanz Teil 2							
Ozonschichtabbaupotential	ODP	kg CFC11-Äqu./m2NRF*a	5,98E-10	2,79E-08	4572,2%	5,70E-10	-4,7%
Ozonbildungspotential	POCP	kg C2H4-Äqu./m2NRF*a	1,46E-03	5,66E-04	-61,1%	1,36E-03	-6,6%
Versauerungspotential	AP	kg SO2-Äqu./m2NRF*a	9,87E-03	7,06E-03	-28,5%	8,70E-03	-11,8%
Überdüngungspotential	EP	kg PO4-Äqu./m2NRF*a	2,64E-03	2,44E-03	-7,7%	2,50E-03	-5,4%

Tabelle 18 - KG 350 Decken - LCA

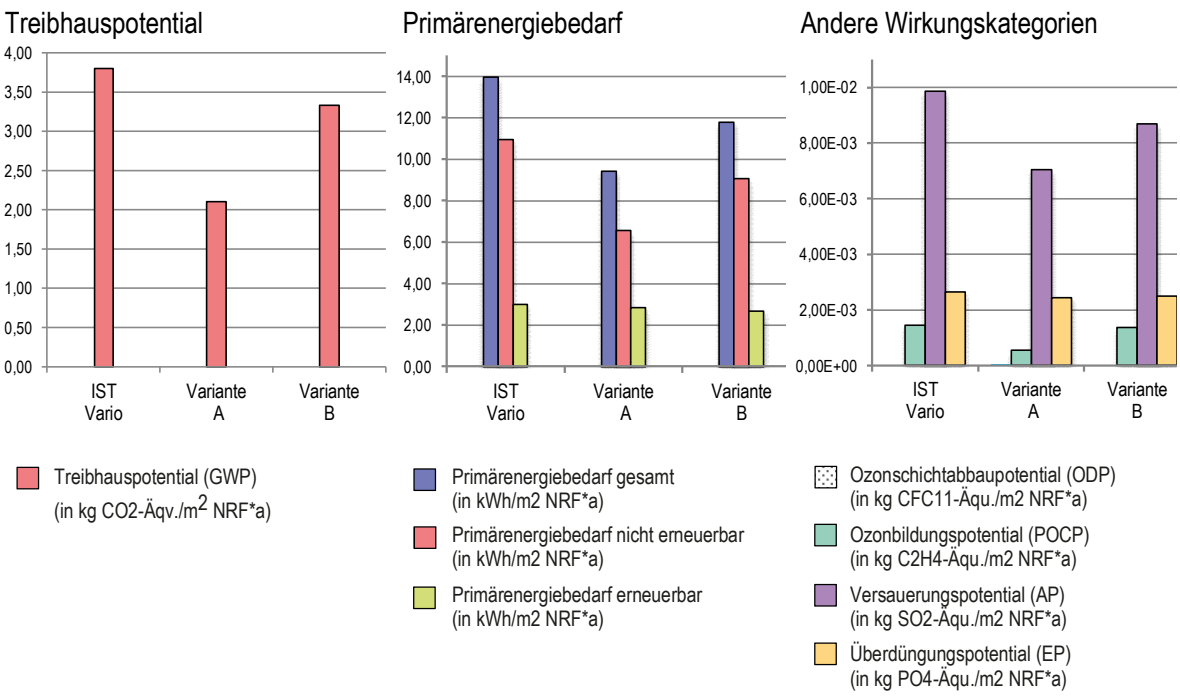


Abbildung 20 - KG 350 Decken - LCA

KG 350 Decken – LCC

Kriterium Nawoh	KG	Einheit	IST Vario	Variante A	Differenz	Variante B	Differenz
4.1.1 Ausgewählte Kosten im Lebenszyklus		€/m2 BGF netto	186	216	15,9%	158	-15,5%
Bauwerkskosten DIN 276	300+400	€/m2 netto	229	252	9,9%	150	-34,8%
Decken	350	€/m2 netto	229	252	9,9%	150	-34,8%
Deckenkonstruktion	351	€/m2 netto	148	121	-18,5%	68	-53,9%
Deckenbeläge	352	€/m2 netto	62	69	12,3%	62	0,0%
Deckenbekleidung	353	€/m2 netto	20	62	215,8%	20	0,0%
Nutzungskosten DIN 18960		€ netto	70.990	102.677	44,6%	70.990	0,0%
Energie/ Wasser/ Abwasser (nicht betrachtet)	310/320	€ netto	0	0	0,0%	0	0,0%
Reinigung	330	€ netto	19.480	19.480	0,0%	19.480	0,0%
Bedienung, Inspektion, Wartung	350	€ netto	0	0	0,0%	0	0,0%
Instandhaltung/ Ersatzinvestition	410	€ netto	51.510	83.197	61,5%	51.510	0,0%
Rückbau/Entsorgung (nicht betrachtet)		€/m2 netto	0	0	0,0%	0	0,0%

Tabelle 19 - KG 350 Decken - LCC

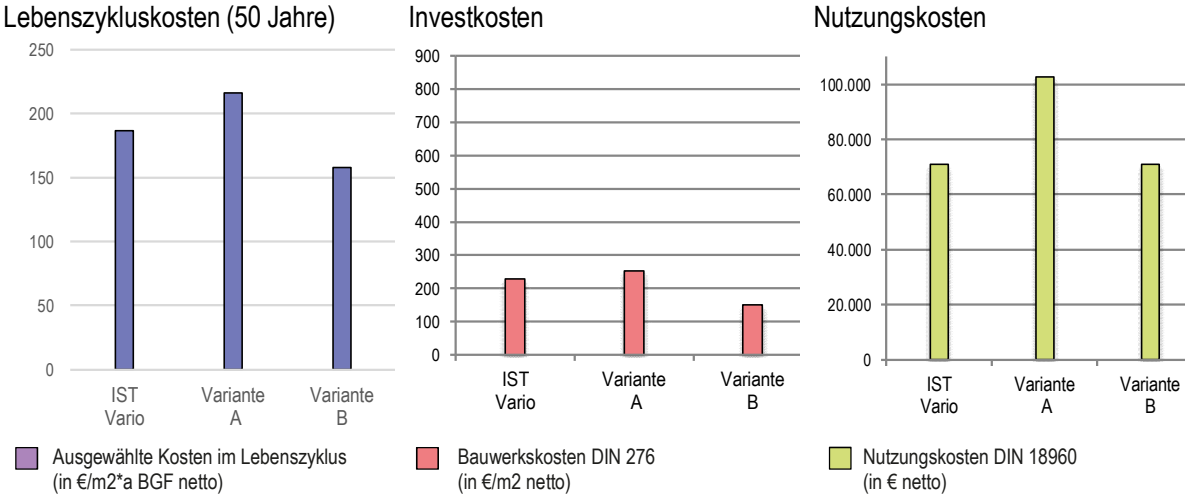
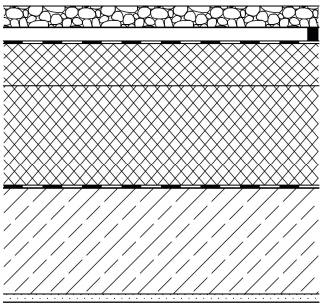
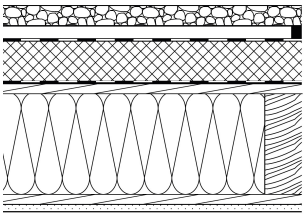


Abbildung 21 - KG 350 Decken - LCC

KG 360 Dach – Bauteilvergleich





Ist Vario Stahlbetonfertigteildecke mit EPS-Dämmung		Variante A Holzbalkendecke mit Zwischensparrendämmung	
Kies 2/32, getrocknet	4,0 cm	Kies 2/32 getrocknet	4,0 cm
Glasvlies		Glasvlies	
Kunststoffprofil CR	2,5 cm	Kunststoffprofil CR	2,5 cm
Bitumenbahnen V 60		Bitumenbahn PYE-PV 200 S5	
Dämmung EPS	8,0 cm	Dämmung EPS	8,0 cm
Dämmung EPS	19,0 cm	Bitumenbahn PYE PV 200 S5	
Bitumenbahn PYE PV 200 S5		3- und 5-Schicht Massivholzplatte	4,0 cm
Bitumen-Emulsion		Mineralwolle	24,0 cm
Betonfertigteil-Decke	20,0 cm	Konstruktionsvollholz	24,0 cm
Gipsputz	1,5 cm	Dampfbremse PE	
Dispersionsfarbe		Gipskartonplatte (Feuerschutz)	2x1,25cm
		Dispersionsfarbe	

Abbildung 22 - KG 360 Dach - Bauteilaufbau Varianten

	Eigenschaft	IST Vario	Variante A
Eigenschaften im Lebenszyklus	natürliche Rohstoffe, Verfügbarkeit	-	+
	Transportaufwand	-	+
	Herstellungsaufwand	±	±
	Montage	±	±
	Lebensdauer	+	±
	Recyclingfähigkeit	-	+
Technische Eigenschaften	Druckfestigkeit/ Tragfähigkeit	+	-
	Schlankheit der Konstruktion	-	+
	Wärmekapazität	+	-
	Schallschutz	+	-
	Brandschutz	+	-
	Feuchteschutz	+	-
Ökobilanzierung	Treibhauspotential	-	+
	Primärenergiebedarf	-	+
	Primärenergiebedarf erneuerbar	-	+
Kosten im Lebenszyklus	Lebenszykluskosten	+	-
	Investkosten	+	-
	Nutzungskosten	+	-

Tabelle 20 - KG 360 Dach - Bauteilvergleich Übersicht

KG 360 Dach – LCA

Kriterium Nawoh	Indikator	Einheit	IST Vario	Variante A	Differenz
3.1.1 Ökobilanz Teil 1					
Treibhauspotential	GWP	kg CO2-Äqv./m2NRF*a	2,22	0,79	-64%
3.1.2 Primärenergiebedarf (QP)					
Primärenergiebedarf gesamt	PE Ges.	kWh/m2NRF*a	9,47	4,58	-52%
3.1.2-1 QP nicht erneuerbar	PENRT	kWh/m2NRF*a	8,97	4,18	-53%
3.1.2-2 QP erneuerbar	PERT	kWh/m2NRF*a	0,50	0,04	-92%
3.2.1 Ökobilanz Teil 2					
Ozonschichtabbaupotential	ODP	kg CFC11-Äqu./m2NRF*a	1,90E-09	1,00E-08	427%
Ozonbildungspotential	POCP	kg C2H4-Äqu./m2NRF*a	2,85E-03	6,35E-04	-78%
Versauerungspotential	AP	kg SO2-Äqu./m2NRF*a	3,53E-03	2,13E-03	-40%
Überdüngungspotential	EP	kg PO4-Äqu./m2NRF*a	3,75E-04	2,27E-04	-39%

Tabelle 21 - KG 360 Dach - LCA

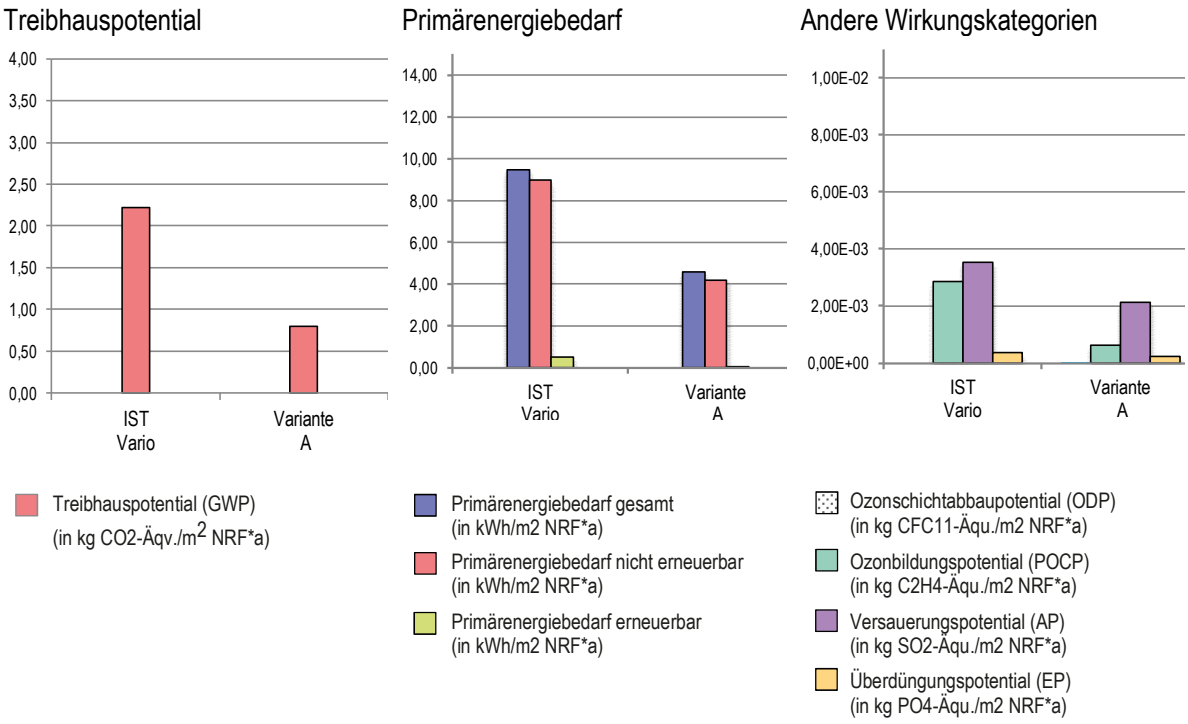


Abbildung 23 - KG 360 Dach - LCA

KG 360 Dach – LCC

Kriterium Nawoh	KG	Einheit	IST Vario	Variante A	Differenz
4.1.1 Ausgewählte Kosten im Lebenszyklus		€/m2*a BGF netto	91	123	35%
Bauwerkskosten DIN 276	300+400	€/m2 netto	395	529	34%
Dach	360	€/m2 netto			
Dachkonstruktion	361	€/m2 netto	124	207	67%
Dachbeläge	363	€/m2 netto	238	238	0%
Decken	350	€/m2 netto			
Deckenbekleidung	353	€/m2 netto	32	84	161%
Nutzungskosten DIN 18960		€ netto	11.098	17.507	58%
Energie/ Wasser/ Abwasser (nicht betrachtet)	310/320	€ netto	0	0	
Reinigung	330	€ netto	0	0	
Bedienung, Insp., Wartung	350	€ netto	7.124	7.124	0%
Instandhaltung/ Ersatz	410	€ netto	3.974	10.383	161%
Rückbau/Entsorgung (nicht betrachtet)		€/m2 netto	0	0	

Tabelle 22 - KG 360 Dach - LCC

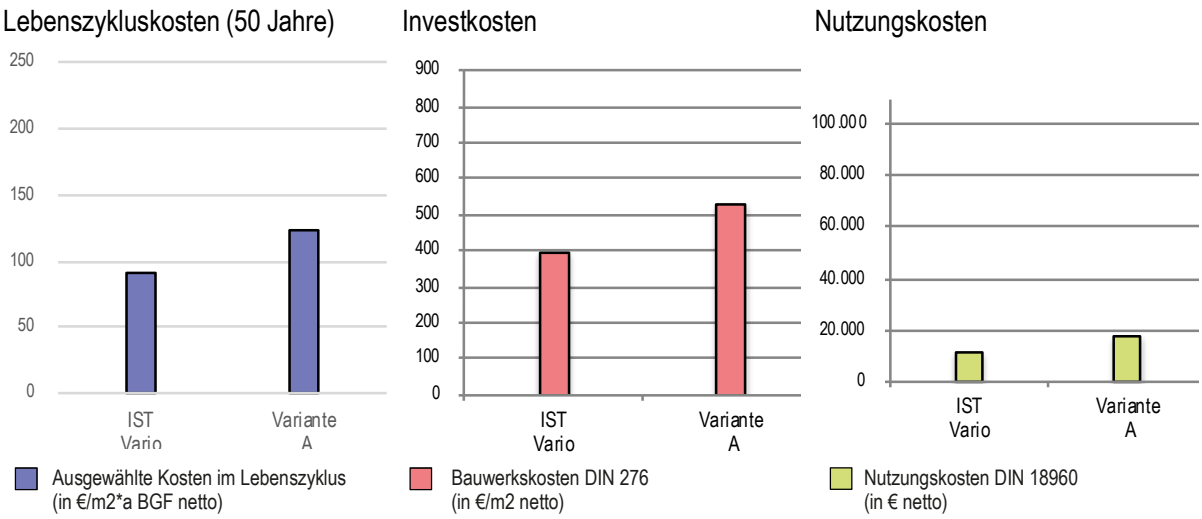


Abbildung 24 - KG 360 Dach - LCC

Umweltfolgewirkungen in der Nutzungsphase (EnEV) und im Lebenszyklus

Die vergleichende Berechnung der Umweltfolgewirkungen des Gesamtgebäudes zeigt, dass ca. 41% des Treibhauspotentials und ca. 31% der Primärenergiebedarfe in der „Grauen Energie“ des Materials liegen.
Die weiteren Umweltfolgewirkungen sind fast ausschließlich in der Baustoffwahl begründet, beim Ozonschichtabbaupotential 99%, beim Ozonbildungspotential mit 91%, beim Versauerungspotenzial und Überdüngungs-potential mit 68% der Emissionen (siehe Tab. 23 und Abb. 25).

3.1.1 Treibhauspotential				
Wirkungskategorie	eLCA	ENEV	Anteil prozentual	Einheit
GWP eLCA	25,23	14,96	41%	kg CO2-Äqu./(m2*NRF*a)
GWP pro m2 Wohnfläche	33,59	19,91		kg CO2-Äqu./(m2*WF*a)
3.1.2-1 Primärenergiebedarf nicht erneuerbar				
Wirkungskategorie	eLCA	ENEV	Anteil prozentual	Einheit
Primärenergie nicht erneuerbar	99,05	67,01	32%	kWh/(m2*NRF*a)
3.1.2-2 Primärenergiebedarf erneuerbar				
Solarthermie TWW lt. ENEV	0,36	18.810,73		kWh/a
		10,27		kWh/(m2*NRF*a)
Wirkungskategorie	eLCA	ENEV	Anteil prozentual	Einheit
Umweltenergie solare TWW ENEV	10,27	10,27	100%	kWh/(m2*NRF*a)
Primärenergie erneuerbar	4,65	0,82	82%	kWh/(m2*NRF*a)
Primärenergie erneuerbar ges.	14,92	11,08	26%	kWh/(m2*NRF*a)
Primärenergie gesamt	113,97	78,09	31%	kWh/(m2*NRF*a)
erneuerbarer Primärenergieanteil	13,09%	14,19%	-	%
3.2.1 Andere Wirkungskategorien				
Wirkungskategorie	eLCA	ENEV	Anteil prozentual	Einheit
ODP	1,16E-08	7,81E-11	99%	kg CFC11-Äqu./(m2*NRF*a
POCP	2,17E-02	1,86E-03	91%	kg C2H4-Äqu./(m2*NRF*a)
AP	3,60E-02	1,17E-02	68%	kg SO2-Äqu./(m2*NRF*a)
EP	5,41E-03	1,74E-03	68%	kg PO4-Äqu./(m2*NRF*a)

Tabelle 23 - Umweltfolgewirkungen aus Nutzungsphase (EnEV) und Lebenszyklus

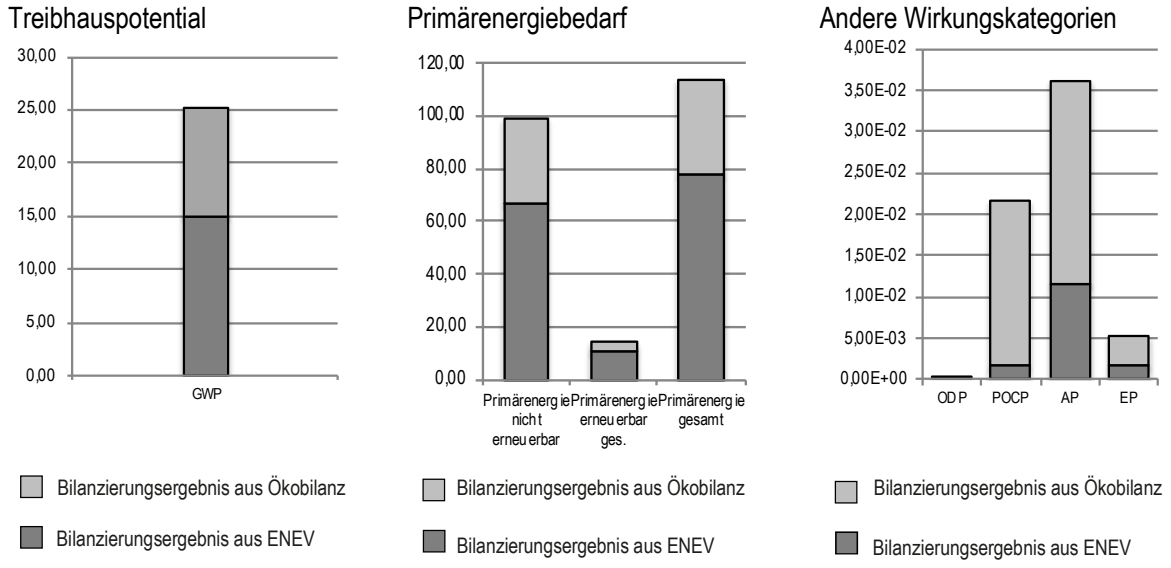


Abbildung 25 - Umweltfolgewirkungen aus Nutzungsphase (EnEV) und Lebenszyklus

4. Zusammenfassende Bewertung

Die im Forschungsobjekt gewählten Baukonstruktionen entsprechen sehr gut den Variowohnen-Projektzielen, möglichst schnell und kostengünstig aber auch nachhaltig zu bauen (Tab. 24). Lediglich eine flexible Nachnutzung wird durch die Wohn-und Erschließungstypologie und das gewählte statische System der Schottenbauweise eingeschränkt. Obwohl die avisierte Bauzeitverkürzung nicht erreicht werden konnte, können monolithische Bauweisen, Standardisierung und Teilvorfertigung von Bauteilen für einen möglichst zügigen Bauablauf förderlich sein. Die Bauweise stellt sich mit weitgehend konventionellen, marktüblichen Konstruktionen günstig in den Investitionskosten dar. Durch die Wahl vorrangig langlebiger, reparatur- und pflegefreundlicher schadstofffreier Materialien sind die Lebenszykluskosten ebenfalls positiv bewertet. Eine Ausnahme bilden die Stahlbetonbauteile mit erhöhten Stahlanteilen, insbesondere die Bodenplatte, die sich sowohl investiv als auch in den Umweltfolgewirkungen ungünstig abbildeten. Nachteilig für die gewählte Bauweise sind die hohe Witterungsabhängigkeit, der hohe Koordinationsaufwand der vielen Einzelfirmen und die Kleinteiligkeit bei der Ausführung. Die Bauzeiten sind dadurch stark von Arbeits- und Lieferkapazitäten und der Hersteller und Ausführenden geprägt.

KG			Bauzeitverkürzung	Flexibilität in der Nachnutzung	Umweltfolgewirkungen Treibhauspotential	Umweltfolgewirkungen Primärenergiebedarf	Investitions-kosten	Lebenszyklus-kosten
324	Gründung	tragende Bodenplatte aus Stahlbeton, Frischbetonverbundabdichtung	+	+	-	-	-	±
331	Außenwände	einschaliges nichttragendes Mauerwerk, Großformat, Porenbeton	+	±	+	+	+	+
334	Außentüren und -fenster	Standardisierung Fensterelemente Aluminiumrahmen 3-fach Verglasung, Brüstungspaneel	+	±	±	±	-	+
341	Innenwände	Schottenbauweise tragende Innenwände Kalksandstein	+	-	±	±	±	+
351	Decken	Halbfertigteile Filigrandecken	+	-	-	-	±	+
370	Einbauten	Standardisierung Pantry-Küchen Holzwerkstoff mit Melaminbeschichtung	+	±	±	±	+	±
300 +400	Sonstiges	Standardisierung Ausbau Bäder Trockenbau, Kalkzementputz, Fliesen, HSLE, Ausstattung	+	±	±	±	+	±

Tabelle 24 - Übersicht zur Gesamtbewertung der Bauweise / Baukonstruktion auf Bauteilebene

Die vergleichende Auswertung der Bauweisen zeigt, dass Materialwahl und Energiekonzept neben den Flächenbedarfen maßgeblichen Einfluss auf die Kosten, die Projektlaufzeit und die Umweltfolgewirkungen einer Baumaßnahme haben. Insofern haben neben den Bauherren*innen und Architekten*innen auch die Statiker*innen und Haustechnikplaner*innen in frühen Planungsphasen einen starken Einfluss auf Kosteneffizienz, Projektlaufzeit und Nachhaltigkeit eines Gebäudes. Eine integrale Planung, die ein frühzeitiges iteratives Problemlösen fördert, um Planungskonzepte zu optimieren (vergl. Ergebnisse Kap 4 e - Projektmanagement und integrale Planung). Auch wenn die Einschätzung der Effizienz des Bauvorhabens vom Betrachtungszeitraum (zeitliche Systemgrenze) und jeweilige Bewertungsverfahren abhängt, können nach vergleichender Auswertung der Bauweise hinsichtlich Bauzeit, Kosten und Umweltfolgewirkungen folgende Planungsempfehlungen zu Material und Konstruktion gegeben werden:

- Material- und Konstruktionsentscheidung immer im Lebenszyklus des Gebäudes mit Blick auf Nutzung, Betrieb, Flexibilität in der Nachnutzung und End of Life abwägen
- Langlebige, reparatur- und pflegefreundliche schadstofffreie Materialien wählen
- Massiver Wandaufbau aus monolithischem Material ist vorteilhaft
- Materialien aus ressourcenerhaltenden und wiederverwendbaren Rohstoffen wählen

b. Gemischte Nutzung und flexible Nachnutzung, räumliche und gestalterische Qualitäten

1. Ziele und Methodik

Die Nutzungsflexibilität sowie die räumlichen und gestalterischen Qualitäten des Projektes wurden in einem interdisziplinären Workshop mit zwölf Experten*innen untersucht und bewertet. Auf der Grundlage der von den Architekten entwickelten Nachnutzungsoptionen und weiteren Überlegungen zu demographischen und gesellschaftlichen Veränderungen wurden zunächst Umnutzungsvarianten für das Gebäude für den Betrachtungszeitraum 2040+ entwickelt. Auch bei Beibehaltung des Status Quo Studierendenwohnen ist nach dieser Zeitspanne der erste Sanierungszyklus mit Investitionen insbesondere im haustechnischen Bereich zu erwarten. Die im Workshop diskutierten Nutzungskonzepte und Bewertungsgrundlagen sind in der Anlage ausführlich dokumentiert

Grundlage der Nachnutzungskonzepte sind fünf Szenarien zu künftigen Anforderungen an den Wohnungsmarkt und die Gestaltung von Wohnraum. In diesen Szenarien sollten aktuelle gesellschaftliche Entwicklungen und daraus resultierende individuelle Bedürfnisse möglichst realistisch erfasst und in abzuleitende bauliche Veränderungen übersetzt werden. Sie ergeben sich aus übergeordneten gesellschaftlichen Trends wie dem technologischen Wandel, der Globalisierung, dem demografischen Wandel und dem institutionellen Wandel und wurden zunächst als Thesen formuliert:

These 1: „Die Minimierung des privaten Wohnraumes ist eine mögliche Antwort auf Wohnraumverknappung und Mietpreissteigerungen." > *Variowohnungen (Status quo)*

These 2: „Individualisierung, Flexibilität und zunehmende persönliche Mobilität verlangen nach flexiblen Wohnangeboten, angesiedelt zwischen Hotel und Mietwohnung." > *Boarding House*

These 3: „Die alternde Gesellschaft und der demografische Wandel führen zu einem erheblichen Mangel an altersgerechten Wohnungen." > *Betreutes Wohnen*

These 4: „Gemeinschaftliche Wohnformen und Mehrgenerationenwohnen etablieren sich zunehmend neben konventionellen, eher anonymen Typologien städtischen Wohnens." > *Gemeinschaftliches Wohnen*

These 5: „Sich ändernde Arbeitswelten ermöglichen neue räumliche Typologien der (Büro-)Arbeit wie Coworking oder das Home-Office." > *Hybride Nutzung / Wohnen und Arbeiten*

Um die erarbeiteten Thesen in architektonischen Nutzungskonzepten abbilden zu können, wurde mit der Persona-Methode gearbeitet. Personas entstammen dem nutzer*innenzentrierten Design. Sie sind fiktionale Charaktere, welche die Bedürfnisse einer größeren Teilgruppe an potentiellen Nutzer*innen repräsentieren sollen (Garret, 2003) und abstrakte soziodemografische Daten oder gesellschaftliche Trends in personifizierter Form illustrieren. Sie bilden gewissermaßen „idealtypische" Profile von Menschen mit einem konkreten Nutzungsprofil ab (vergl. Tab. 25).
Die Nutzungskonzepte wurden auf die räumlichen und konstruktiven Bedingungen abgestimmt. Unter der Berücksichtigung der Tragkonstruktion und der vorhandenen Installationsschächten wurden Grundrisse für die beschriebenen Nutzungsvarianten entwickelt und umfangreiche Eingriffe weitgehend vermieden. Die Raumnutzungen wurden mit farbigen Schraffuren dargestellt sowie neue Innenwände und - wenn erforderlich - einfache Wanddurchbrüche (siehe Anlage 4 b).

Nutzungskonzept	These	Persona	Typisches Zitat	Anforderungen an das Konzept
Studierendenwohnen (Status Quo)	„Die Minimierung des privaten Wohnraumes ist eine mögliche Antwort auf Wohnraumverknappung und Mietpreis-steigerungen.“	 Eli 25 Jahre, Studentin	*„Das Wohnen im hippen Berlin wird immer unbezahlbarer! Ich habe nur ein begrenztes Budget und eigentlich bin ich sehr oft unterwegs und nur wenig zuhause. Deshalb suche ich nach einer günstigen Unterkunft.“*	- Gute Erreichbarkeit - Voll ausgestattetes Apartment - Günstige Miete ohne weitere Nebenkosten
Boarding House	„Individualisierung, Flexibilität und zunehmende persönliche Mobilität verlangen nach flexiblen Wohnangeboten, angesiedelt zwischen Hotel und Mietwohnung.“	 Jonas 33 Jahre Gastdozent	*„Eigentlich unterrichte und lebe ich in München, aber dieses Semester habe ich einen Lehrauftrag an der TU Berlin. Und da ich keine Lust auf langes Suchen auf dem angespannten Berliner Wohnungsmarkt habe, probiere ich gerne einmal Wohnen auf Zeit aus“*	- Voll ausgestattetes Apartment - Zusätzliche Servicedienstleistungen - Gute Erreichbarkeit - Flächen für Freizeitangebote und gemeinsame Arbeit
Betreutes Wohnen	„Die alternde Gesellschaft und der demografische Wandel führen zu einem erheblichen Mangel an altersgerechten Wohnungen.“	 Robert 74 Jahre Rentner, verwitwet	„ *Mir ist es besonders wichtig, im Alter nicht einzurosten. Ich möchte mich gerne viel bewegen, auch wenn es mir längst nicht mehr so leicht fällt wie früher.“*	- Altersgerechte und barrierefreie Wohnungen - Barrierefreier Zugang zu allen Wohnungen - Angebot für Vitalität und Bewegung - Möglichkeit der Unterstützung durch Service-Dienstleistungen - Kommunikations- und gemeinschaftsfördernde Flächen
Gemeinschaftliches Wohnen	„Gemeinschaftliche Wohnformen und Mehrgenerationen-wohnen etablieren sich zunehmend neben konventionellen, eher anonymen Typologien städtischen Wohnens.“	 Claudia, Achim und Max, berufstätig und Schüler	*„Wir wollen nicht in der hektischen City wohnen. Mir ist eine nahe und lebendige Nachbarschaft besonders wichtig. Aber aufs Land ziehen kommt für Achim und mich wegen der Arbeit nicht in Frage, Max soll außerdem einen kurzen Schulweg haben“*	- Gute Erreichbarkeit - nahe Bildungseinrichtungen und Sozialinfrastruktur - Naturnahe Außenanlagen - Flächen für Freizeitangebote - Kommunikations- und gemeinschaftsfördernde Angebote und Räume
Hybride Nutzung (Wohnen + Arbeiten)	„Sich ändernde Arbeitswelten ermöglichen neue räumliche Typologien der (Büro-)Arbeit wie Coworking oder das Home-Office.“	 Olli 45 Jahre, selbstständig	*„Hier im Grunewald habe ich meine Ruhe. Wenn ich arbeiten möchte, muss ich nur über den Flur und schon stehe ich in meinem Arbeitsbereich mit Blick ins Grüne. Es gibt auch offene Coworking-Bereiche, dort habe ich schon viel Input und Feedback für mein Geschäft erhalten.“*	- Gute Erreichbarkeit - Flächen für Freizeitangebote und gemeinsame Arbeit - Naturnahe Außenanlagen

Tabelle 25 - Nutzungsvarianten: Gesellschaftliche Veränderungen, „Personas“ und daraus resultierende Nutzungskonzepte

Bewertungskriterien

Um die Wirtschaftlichkeit der Varianten vergleichen zu können und eine Bewertung zu ermöglichen, wurden für die Nutzungskonzepte aktuelle Mietpreise (2018) recherchiert, ohne dass diese Werte einen Anspruch auf Richtigkeit zu einem immobilienwirtschaftlich noch nicht abschätzbaren Zeitpunkt erheben.
Im Workshop wurden die Varianten möglichst umfassend aus der Perspektive verschiedener Beteiligter (Bauherr, Architektur, Tragwerk, Gebäudetechnik, Freiraumplanung, Quartier) bewertet. Hierfür wurden die fünf verschiedenen Nutzungskonzepte unter städtebaulichen, architektonischen, innenräumlichen und ökonomischen Gesichtspunkten diskutiert, analysiert und von den Experten*innen mithilfe einer Wertungsmatrix beurteilt.
Die Wertungskriterien wurden in Anlehnung an die Nachhaltigkeitsbewertung des BNB aus Nutzer*innen-, aus Bauherren*innen- und aus Betreiber*innenperspektive entwickelt (vergl. Tab. 26 und Anlage 4 b).

Kategorie	**Nachhaltigkeitskriterium**	
Städtebauliche Qualitäten	Synergie- und Konfliktpotentiale mit der Nachbarschaft	
	Standortimage und Attraktivität der Nutzung	
	Erschließung - Mobilität	
	Öffentliche Zugänglichkeit	
Architektonische Qualitäten	Kommunikationsfördernde Flächen und Räume	
	Sicherheit und Orientierung	
	Barrierefreiheit	
	Freisitze / Außenraumbezug	
Innenräumliche Qualitäten	Nutzungsflexibilität, Nutzungsneutralität	
	Funktionalität	
	Behaglichkeitsempfinden	
Wirtschaftlichkeit	Investitionsaufwand für Umbau/ Sanierung	Hochbau
		Technische Gebäudeausrüstung
		Außenanlagen
	Laufender Aufwand für Verwaltung und Betrieb	Vermietung
		Betriebskosten /-abrechnung
		Reinigung, Wartung, Instandhaltung
		Reparaturbedarfe
		Energetische Betriebsoptimierung
	Flächeneffizienz - vermietbare Fläche	
	Vermietungspotential	
	Wirtschaftlichkeit der Vermietung (Ertrag zu Aufwand)	

Tabelle 26 - Übersicht der Wertungskriterien zum Vergleich der Nutzungsvarianten

Die Bewertung der Varianten nach den definierten Kriterien erfolgte mithilfe eines Punktesystems in einer Matrix, die alle Teilnehmenden nach der Diskussion der einzelnen Kategorien ausfüllten. Dabei wurde ein Punktesystem auf einer Skala von 0 bis 10 Punkten eingesetzt (vergl. Tab. 27):

10 = sehr gute Lösung oder Prognose/Bewertung ausgezeichnet / sehr wenig Aufwand
0 = keine Lösung erkennbar oder Prognose/Bewertung negativ / sehr hoher Aufwand

Punkte	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Schulnote	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0

Tabelle 27 - Bewertungsskala

Am Workshop nahmen ein Bauherrenvertreter, drei beteiligte Fachplaner (Architektur, TGA, Außenanlagen), zwei projektbeteiligte Referentinnen des Fördermittelgebers (BBSR / BMI), ein Vertreter der Wohnungswirtschaft, die Begleitforschung (FHP) sowie zwei Studierende teil. Zudem wurde die Bewertung durch die schriftliche Stellungnahme eines Wohnsoziologen ergänzt, welcher in der Siedlung am Dauerwaldweg bereits Befragungen mit Bewohner*innen durchführte (siehe Teilnehmer*innenliste in Kap. 7).

2. Ergebnisse zu den räumlichen und gestalterischen Qualitäten

Städtebau und Architektur

Das Gebäude passt sich vom Bauvolumen und der architektonischen Sprache ganz selbstverständlich in das Ensemble des denkmalgeschützten Baubestandes aus den 1960er Jahren ein. Durch die Verlegung eines Trafogebäudes wurde ein wenig genutztes Gelände sinnvoll nachverdichtet. Städtebaulich gewinnt die Siedlung durch den neuen Baukörper, da die städtebauliche Figur arrondiert wird. Zur Straße schafft der abgestufte Baukörper eine markante Zugangssituation und fügt sich durch die geschickte Nutzung der Topographie in den Bestand ein, ohne die Anlage zu dominieren.
Die städtebaulichen und gestalterischen Qualitäten des Gebäudes wurden als hoch eingeschätzt.
Die innen-räumlichen und die Nachnutzungsqualitäten wurden weniger optimal bewertet.
Der Gebäudetyp eignet sich gut für nicht dauerhafte und kostengünstige Wohnnutzungen mit homogener und mobiler Bewohnerschaft. Bei der Erstellung der Konzeptstudien und während des Workshops hat sich gezeigt, dass eine veränderte Nutzung des Gebäudes vor allem durch die zentrale Mittelflurerschließung, die Tiefe des Baukörpers sowie die starke Nord-Süd-Ausrichtung erschwert wird.

Vergleich der Nachnutzungsvarianten in den Wertungskategorien

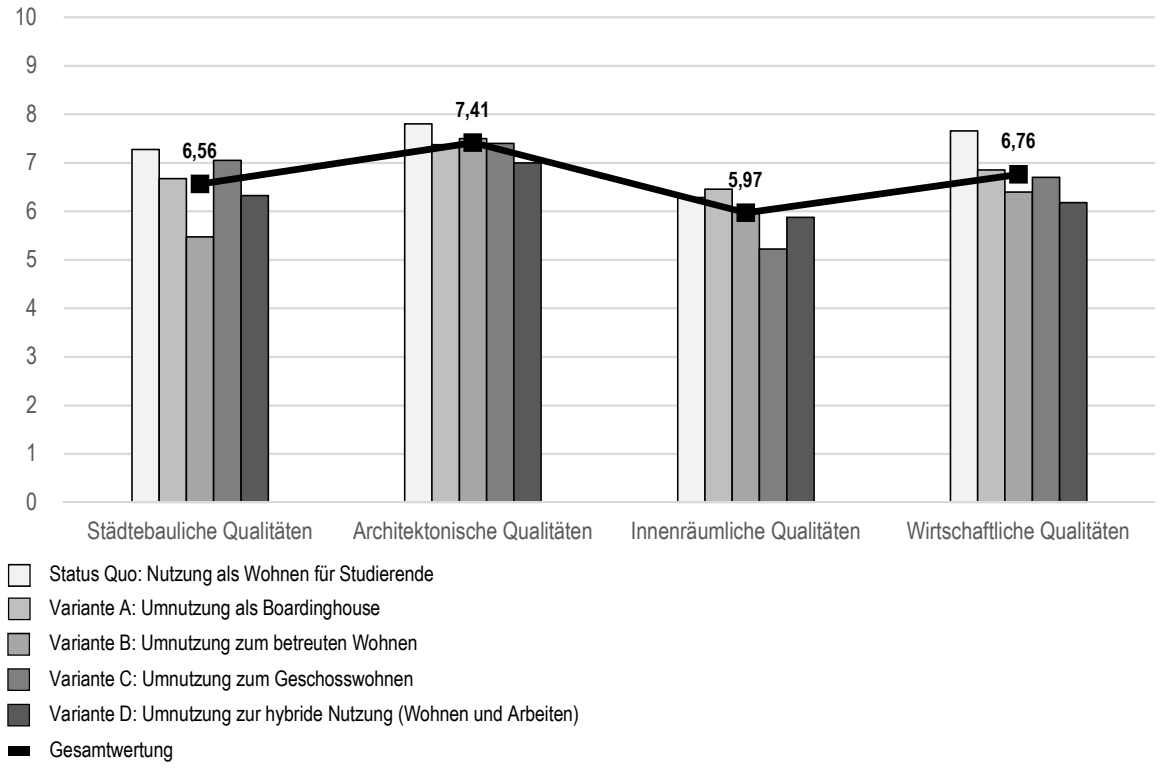


Abbildung 26 - Wertungsergebnisse nach Kategorien

Städtebauliche Qualitäten

- Synergie- und Konfliktpotentiale mit der Nachbarschaft
- Standortimage und Attraktivität der Nutzung
- Erschließung - Mobilität
- Öffentliche Zugänglichkeit

Hinsichtlich der städtebaulichen Qualitäten schwankte die Bewertung der Nutzungsvarianten zwischen gut und befriedigend. Besonders positiv wurde die räumlich-gestalterische Einordnung des Neubaus in die denkmalgeschützte Studierendensiedlung gesehen.

Der *Status Quo Studierendenwohnen* erhielt als Nutzungsoption die beste Bewertung. Insbesondere Synergiepotentiale mit der Nachbarschaft und die hervorragende Erreichbarkeit und Autofreiheit wurden für dieses Konzept hervorgehoben. Es wurde zum Standortimage angemerkt, dass die Wohnlage für Studierende gegebenenfalls zu wenig urban sei und Cafés, Bars und ähnliches vor Ort fehlen. Mit der gemeinschaftlichen Nutzung der Fitnessräume und des Waschsalons im Gebäude wird ein Mehrwert für die Studierenden der gesamten Siedlung geschaffen. Aufgrund der Grundstücksumzäunung und der von der Straße rückversetzten Lage und privaten Nutzung im Erdgeschoss wurde das Gebäude als eher wenig einladend für Dritte bezeichnet.
Das *Geschosswohnen* erhielt die zweitbeste Bewertung. Hierbei fiel insbesondere das Standort-Image ins Gewicht: die umliegende Nachbarschaft wurde als besonders attraktiv für Familien und für Menschen mit Bedürfnis nach Erholung bewertet.
Das *Boarding-House* erhielt die drittbeste Bewertung. Die öffentliche Nutzung des Untergeschosses in diesem Nutzungskonzept wird überwiegend positiv gesehen, da sie zusätzliche Synergien mit der Nachbarschaft herstellt und das Gebäude zum Quartier öffnet. Die Nutzung als Boardinghouse kann auch im Hinblick auf die Nähe zur Messe Berlin sehr attraktiv sein.
Es folgt in der Bewertung die Variante *Hybrides Wohnen*. Der Standort wurde als nicht attraktiv für eine geschäftliche Nutzung wahrgenommen. Es fehlen vor Ort Dienstleistungsangebote und durch die ruhige Lage ist die wahrgenommene Entfernung zum Zentrum sehr groß. Ebenfalls wurde problematisch gesehen, dass es vor Ort keine Parkplätze gibt.
Den schlechtesten Wert in der Kategorie städtebauliche Qualitäten erhielt *Betreutes Wohnen*. Hier fällt insbesondere die Erschließungssituation und öffentliche Zugänglichkeit ins Gewicht. Es wurde kommentiert, dass die Autobahn- und Bahnunterführung für Senior*innen diffizil und unübersichtlich sei. Ebenfalls fehle vor Ort ein soziales Netzwerk für die angesprochene Nutzer*innengruppe. Die Nachbarschaft von Senioren*innen und Studierenden könnte aufgrund unterschiedlicher Tagesrhythmen und Ruhebedürfnisse gegebenenfalls sehr konfliktträchtig sein.

Architektonische Qualitäten:

- Kommunikationsfördernde Flächen
- Sicherheit und Orientierung
- Barrierefreiheit
- Freisitze, Außenraumbezug

Alle Varianten wurden in Bezug auf die architektonischen Qualitäten mindestens gut-befriedigend eingestuft und unterscheiden sich nur geringfügig in der Bewertung.

Der *Status Quo Studierendenwohnen* erhielt als Nutzungsoption die beste Bewertung.Die kommunikationsfördernden Flächen und Räume wurden als gut-befriedigend bewertet. Kritisiert wurde der Gemeinschaftsraum im Untergeschoss, der keinen Außenraumbezug und Belichtung nur über Schächte und daher eine eingeschränkte

Nutzung aufweise. Es wurden mehr informelle Begegnungsflächen als wünschenswert angesehen. Sicherheit und Orientierung sowie Barrierefreiheit wurden für Studierendenwohnen sehr positiv eingeschätzt. Private Freisitze wurden für die angesprochene Nutzer*innengruppe als weniger relevant betrachtet und die gemeinschaftlich nutzbare Dachterrasse sehr positiv geschätzt.
Die zweitbeste Bewertung erhielt *Betreutes Wohnen.* Hierbei kommt die vollständig mögliche Barrierefreiheit sehr positiv zum Tragen. Jedoch wurde angemerkt, dass diese Nutzung mehr gemeinschaftsfördernde Flächen auf den Geschossen benötige. Sicherheit und Orientierung wurden positiv eingeschätzt. Private Freisitze wären wünschenswert herzurichten und der Sichtbezug aus den Wohneinheiten sollte auch im Liegen bei geringerer Brüstungshöhe ermöglicht werden.

Das *Boarding House* und die Umnutzung zum Geschosswohnen erhalten in dieser Kategorie die gleiche Bewertung. Ausreichende Barrierefreiheit, Sicherheit und Orientierung und kommunikationsfördernde Räume sind für die Nutzergruppen gegeben. Beim Geschosswohnen sind Balkone erforderlich, was problematisch hinsichtlich des Denkmalschutzes sein könnte.
Die schlechteste Bewertung erhielt die *hybride Nutzung*. Das Coworking als kommunikationsförderndes Element im Haus wurde eher abgelehnt. Es wurde Konfliktpotential zwischen Bewohner*innen und Arbeitenden gesehen, insbesondere hinsichtlich der Sicherheit bei Kunden*innenverkehr in den gleichzeitig für Wohnen und Büro genutzten Etagen. Die barrierefreie Erreichbarkeit aller Etagen für Kunden*innen wäre vollständig herstellbar. In den Wohneinheiten wäre eine Nachrüstung von Balkonen erforderlich.

Innenräumliche Qualitäten:

- Nutzungsflexibilität und Nutzungsneutralität
- Funktionalität
- Behaglichkeitsempfinden

Die innenräumlichen Qualitäten des Neubaus wurden in allen Varianten als lediglich befriedigend eingestuft.
Die Wohnungen mit reiner Nordorientierung wären allgemein problematisch, bei den gänzlich südorientierten Wohnungen wurde eine Überhitzung im Sommer befürchtet. Außerdem stellt sich die Raumproportion, die eher schmal und tief ist, als eher ungünstig in der Umnutzung für Mehrpersonenhaushalte dar.

Die beste Bewertung erhielt das *Boarding House*. Positiv wurde die Nutzung des Erdgeschosses als CoWorking-Space mit Selbstbedienungscafé gesehen, welches durch die Möglichkeit gemeinschaftlichen Arbeitens und gemeinschaftlicher Nutzung flexibler und aneignungsfähiger scheint und für die Nutzergruppe mit vollausgestatteten Appartements und zusätzlichen Services gut funktioniert.
Der *Status Quo Studierendenwohnen* erhielt die zweitbeste Wertung. Die Funktionalität der vollausgestatteten Appartements ist gut, jedoch funktioniert der Aufenthalt mehrerer Personen in den kleinen Wohnungen eher schlecht. Platz für Besucher oder gemeinsames Arbeiten steht nicht zur Verfügung. Eine individuelle Raumgestaltung ist für die Studierenden weder in der Ausstattung noch in der Oberflächengestaltung möglich.
Das *Betreute Wohnen* erhält die drittbeste Bewertung.
Es folgt das *Hybride Wohnen*.
Das *Geschosswohnen* erhielt die schlechteste Bewertung, da es als nicht geeignet für die vorliegende Gebäudetypologie eingestuft wurde. Größere, ansprechende Wohnungen sind innerhalb des strengen Schottenrasters, der großen Gebäudetiefe und aufgrund der einseitigen Belichtung nur schwer zu realisieren.

Wirtschaftliche Qualitäten:

- Investitionsaufwand für Umbau
- Laufender Aufwand für Verwaltung und Betrieb
- Flächeneffizienz - vermietbare Fläche
- Vermietungspotential
- Wirtschaftlichkeit der Vermietung (Ertrag zu Aufwand)

Alle Varianten wurden hinsichtlich ihrer wirtschaftlichen Qualitäten zwischen gut und befriedigend bewertet.
Die unterschiedlichen Betreiberkonzepte waren dabei maßgeblich für die Bewertung.
Der *Status Quo Variowohnen* erhielt die beste Bewertung hinsichtlich Betriebs- und Verwaltungsaufwand bei optimalem Vermietungspotential. Auch die Flächeneffizienz des Konzepts wurde als sehr gut bewertet. Aufgrund der sehr hohen Installationsdichte in den vollausgestatteten Miniapartments ist der Investitionsaufwand zur Sanierung erhöht (Sanitäranlagen, Elektroinstallation).
Die Nachnutzungsvarianten variieren stark in ihrem Umbauaufwand. So könnte das *Boarding House* mit geringem baulichem Aufwand realisiert werden. Die Eingriffe könnten sich auf das Untergeschoss zum Freiräumen der drei Wohneinheiten für CoWorking-Spaces beschränken.
Der Umbauaufwand wurde in der Variante zum *Betreuten Wohnen* relativ hoch eingeschätzt, trotz der vorbereiteten Maßnahmen zur Zusammenlegung von zwei Wohneinheiten durch das Entfernen der leichten Trennwände. Sanitärbereiche sind abzubrechen und neu zu errichten, die Zwischenwände müssen abgebrochen und Fussböden angearbeitet werden. Der kostenintensive Einbau eines Aufzuges ist zwingend notwendig, wurde aber baulich vorbereitet durch einen Vorhalteschacht und Starkstromanschluss.
Ein hoher Umbauaufwand wäre in den Varianten *Geschosswohnen* und *Hybrides Wohnen* zu erwarten. Um Mehrpersonenwohnungen zu realisieren, wären umfangreiche Eingriffe notwendig. Zur Erstellung ausreichend großer Wohneinheiten wären in vielen Fällen Wanddurchbrüche in tragende Innenwände notwendig. Außerdem wären Balkone anzubauen und die Fensterelemente als Balkontürelemente umzubauen mit Umsetzung der Heizkörper. Es wäre zusätzlich erforderlich, durch das veränderte Abrechnungskonzept die elektrische Versorgung neu zu strukturieren (Zählereinbau).
Die Nutzung als *hybrides Bauwerk*, welches Wohnen und Arbeiten vereint, stellt die größten Anforderungen an den konstruktiven Umbauaufwand. Gegebenenfalls wären zudem weitere Anforderungen beispielsweise aus der Arbeitsstättenverordnung zu prüfen.

Der Investitionsaufwand zum Umbau der Außenanlagen wurde als gut bewertet.
Der Aufwand für die Vermietung an Studierende wurde als befriedigend eingestuft.
Für die Nutzungsvarianten *Boarding House* und *Betreutes Wohnen* wurde der Aufwand aufgrund der Serviceangebote höher eingeschätzt, für *Geschosswohnen* und *Hybrides Wohnen* eher geringer.
Der Aufwand zu Reinigung, Wartung und Instandhaltung und Reparaturbedarfe werden im *Studierendenwohnen* als eher befriedigend eingestuft, v.a. begründet durch die hohe Mieter*innen-Fluktuation bei Studierenden, im Boarding House aufgrund der erhöhten Wechselraten. Der Aufwand dazu in den anderen Varianten wird als gering-mittel eingestuft.

Die Möglichkeiten zur energetischen Betriebsoptimierung und damit zur Betriebskostensenkung sind im *Studierendenwohnen* und *Boarding House* durch die Warmmiete eingeschränkt, da es keinen finanziellen Anreiz für die Mieter*innen gibt Energie einzusparen. Bei eigenverantwortlichen Betriebskosten im *Betreuten Wohnen*, *Geschosswohnen* und *Hybriden Wohnen* wäre der Anreiz zum Energiesparen gegeben.
Als gut bewertet wurden in allen Nutzungsvarianten sowohl die Flächeneffizienz als auch das Vermietungspotential und die Wirtschaftlichkeit der Vermietung.

3. Ergebnisse zur Flexibilität der Nutzung und Nachnutzung

Bewertung der Nutzungsvarianten

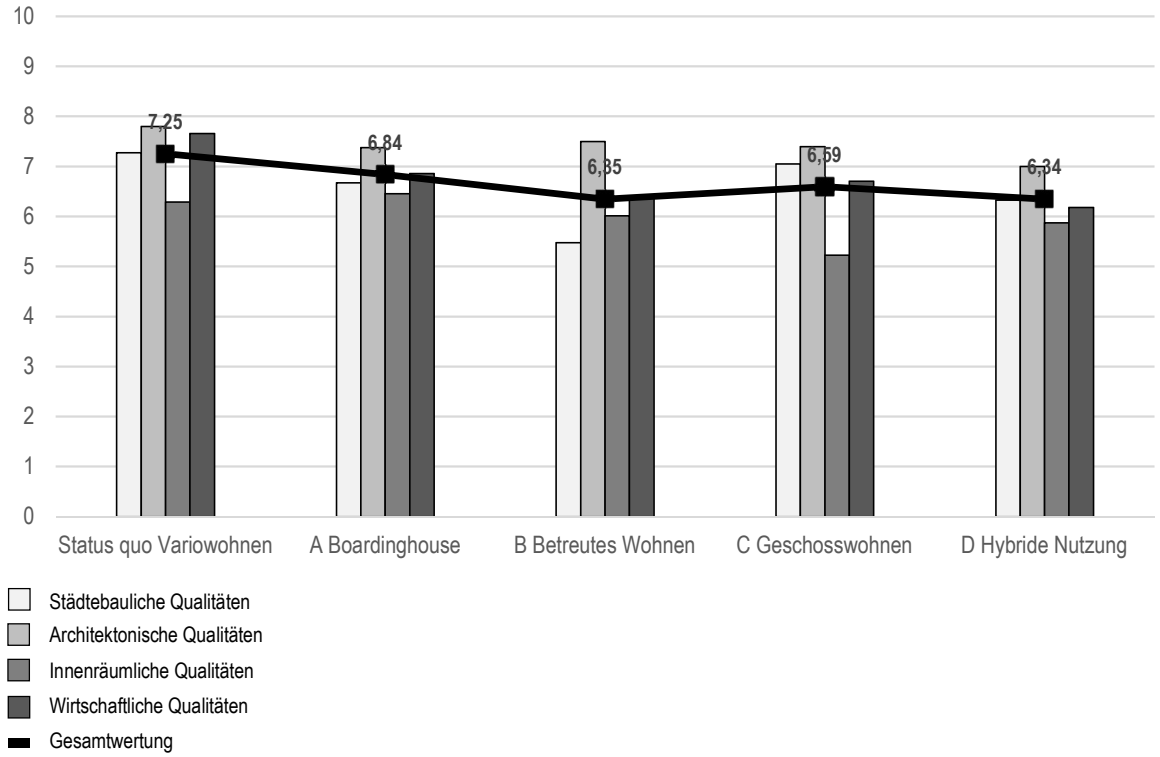


Abbildung 27 - Wertungsergebnisse nach Nutzungsvarianten

Weiternutzung als Studierendenwohnen

Das Forschungsobjekt ist gebäudetypologisch als Wohnheim mit Mittelflurerschließung für Einraumwohnungen in Schottenbauweise geplant und erfüllt sehr effizient und wirtschaftlich die Anforderungen nach kostengünstigem Wohnen für Studierende. Sollte die Nachfrage nach Einzimmerwohnungen für Studierende auch zukünftig am Standort groß bleiben, ist eine erste Grundsanierung und Weiternutzung des bestehenden Konzeptes die am besten bewertete Option.

Umnutzung als Boarding-House

Eine Umnutzung als Boarding-House ist mit geringem Umbauaufwand und hoher Wirtschaftlichkeit gut möglich, bedarf aber eines anderen Betreiberkonzeptes. Die Einzimmerapartments und Gemeinschaftsflächen sind für diese Nutzung hinsichtlich der innenräumlichen Qualitäten am besten bewertet. Als sehr positiv an dieser Nutzungsvariante wurde die Etablierung des Untergeschosses als durchgehend gemeinschaftliche Nutzung (in Form von CoWorking-Spaces und Cafeteria) gesehen, da sie das Gebäude für das Quartier öffnet und Synergieeffekte schafft.

Umnutzung zum Betreuten Wohnen für Senioren*innen

Eine Umnutzung zum barrierefreien selbstständigen Wohnen für Senioren*innen ist baulich vorbereitet und lässt sich mit mittlerem Aufwand umsetzen.

In der Bewertung erhielt diese Variante jedoch die zweitschlechtesten Bewertung. Dabei wird die städtebauliche Qualität dieser Nutzung am geringsten eingeschätzt, da die soziale Infrastruktur für diese Altersgruppe am Standort fehlt und die Erschließungssituation des Standortes unübersichtlich ist. Die innenräumliche Qualität ließe sich durch eine Ausweitung gemeinschaftlich genutzter Flächen auf den Etagen erhöhen. Die baulich vorbereiteten barrierefreien Einraumwohnungen könnten in der untersuchten Konzeption für Bewohner*innen mit geringem Einkommen interessant sein.

Umnutzung zum Geschosswohnen

Eine Umnutzung mit Mehrzimmerwohnungen für Familien gestaltet sich aufgrund der Tragwerksstruktur mit geringen Achsbreiten, großen Raumtiefen und Mittelflurerschließung schwierig. Es ist u.a. keine mehrseitige Belichtung möglich. Die innenräumlichen Qualitäten werden entsprechend am schlechtesten bewertet. Die städtebauliche Einbindung von Familienwohnen in das umgebende hochpreisige Wohnviertel wird jedoch hoch eingeschätzt, ebenso die Wirtschaftlichkeit für den Bauherrn, obwohl der Umbauaufwand relativ hoch ist. Als problematisch an dieser Nutzung gestaltet sich die Schaffung von privatem Außenraum. Das Vermietungspotential ohne Balkone könnte geringer ausfallen, diese sind jedoch auf Grund von Denkmalschutz-anforderungen sehr schwierig in der Umsetzung.

Umnutzung zur hybriden Nutzung aus Arbeiten und Wohnen

Eine hybride Umnutzung als Wohn- und Geschäftshaus mit Mehrzimmerwohnungen südseitig und Büro- und Arbeitsräumen nordseitig wird hinsichtlich der Vermietung am Standort aufgrund fehlender weiterer Infrastruktur wie Geschäfte, Restaurants etc. als schwierig angesehen. Im Vergleich zum Geschosswohnen wurden die innenräumlichen Qualitäten höher bewertet. Die Wirtschaftlichkeit hingegen wurde aufgrund des relativ hohen Umbauaufwands vergleichsweise schlecht bewertet. Problematisch am hybriden Konzept wird außerdem die Kombination von Wohnen und Arbeiten auf derselben Etage gesehen, was zu Konflikten führen könnte.
Zusätzlich zu den vorbereiteten Konzeptstudien kam im Workshop als weitere Nutzungsvariante die Idee eines Schulungszentrums beispielsweise für Schulkassen und Vereine mit südlich liegenden Schlafräumen und nördlich ausgerichteten Seminar- und Aufenthaltsräumen auf. Hier sind ggf. Anforderungen aus der BeVO zu prüfen.

4. Zusammenfassende Bewertung

Die städtebaulichen und gestalterischen Qualitäten des Gebäudes sind als hoch einzuschätzen. Das Gebäude passt sich vom Bauvolumen und gestalterisch ganz selbstverständlich in das Ensemble des denkmalgeschützten Baubestandes aus den 1960er Jahren ein. Städtebaulich gewinnt die Siedlung durch den abgestuften Baukörper, der die städtebauliche Figur arrondiert und zur Straße eine markante Zugangssituation schafft. Durch die geschickte Nutzung der Topographie fügt sich der große Solitär in den Bestand ein, ohne die Anlage zu dominieren. Durch die Verlegung eines Trafogebäudes wurde ein wenig genutztes Gelände sinnvoll nachverdichtet.

Die innenräumlichen Qualitäten und Potentiale zur Nutzung und Nachnutzung sind differenzierter zu bewerten. Der Gebäudetyp eignet sich optimal für die geplante Nutzung Studierendenwohnen und ähnlichen Wohnnutzungen mit homogener und mobiler Bewohnerschaft. Ohne Eingriffe in Statik und Fassaden können jeweils zwei Apartments zu einer größeren Wohneinheit zusammengelegt werden, die sich gut für barrierefreies und / oder Betreutes Wohnen für Senioren*innen oder behinderte Menschen eignet. Sollte eine Zusammenlegung der Apartments erfolgen, wären jedoch die Sanitärbereiche und ein Großteil der Installationen umzubauen. Das Energie- und TGA-Konzept ist optimal auf Studierendenwohnen zugeschnitten, aber relativ wenig anpassungsfähig.

Die Nachnutzungsqualitäten und die damit verbundenen Umbauaufwendungen wurden im Hinblick auf andere Nutzungsvarianten wie Boardinghouse, konventionelle Geschosswohnungen oder eine hybride Nutzung aus

Wohnen und Arbeiten von Experten*innen in einem interdisziplinären Workshop mit gut bis befriedigend bewertet. Eigenschaften des Projektes, die problematisch bzgl. Um- oder Nachnutzung sind, sind dabei unter anderem

- Mittelflurerschließung
- Strenge Nord Süd Ausrichtung
- Große Gebäudetiefe
- Wohntypologie mit 1-Zimmer-Appartements
- Anordnung der Schächte (nicht an tragender Wand)
- Energetisches und TGA-Konzept, zugeschnitten auf Studierendenwohnen und wenig anpassungsfähig.

Viele der benannten Punkte sind gebäudetypologisch und in den denkmalrechtlichen Auflagen zur Einpassung des Baukörpers in die denkmalgeschützte Siedlung bedingt. Um die hohen Aufwendungen bei Sanierung oder Umbau in den technischen Anlagen zu reduzieren, ist eine geringere Installationsdichte zu empfehlen. Um das zu realisieren wären beispielsweise die Realisierung andere Wohntypologien für studentisches Wohnen denkbar. Dafür wäre beispielsweise Mehrzimmerwohnungen mit gemeinschaftlicher Nutzung von Küche und Bädern geeignet, die von vielen Studierenden in 2er- bis 4er-Wohngemeinschaften zumeist auch gut angenommen werden. Außerdem wird empfohlen, zur Führung der technischen Installationen Schächte und Trassen so anzuordnen, dass sie sich im Bereich der Tragstrukturen befinden. Die Versorgung sollte in den Etagen flexibel in Segmenten erweiterbar angelegt sein.

Die bauliche Vorhaltung eines Aufzugschachts lohnt sich finanziell nur bei einem barrierefreien Um- und Ausbau. Im Kontext des demografischen Wandels und eines voraussichtlich steigenden Bedarfs an barrierefreien Wohnungen wird diese Maßnahme zusammen mit anderen konstruktiven Vorkehrungen (z.B. teilweise nichttragende Wohnungstrennwände) als sinnvoll angesehen.

.

c. Nachhaltigkeit

1. Ziele und Methodik

Die Nachweise zur Nachhaltigkeitszertifizierung wurden nach NaWoh (NaWoh, 2019) planungs- und baubegleitend durch die Begleitforschung der FH Potsdam, der Nachhaltigkeitskoordinatorin Jeannette Hanko, in enger Zusammenarbeit mit Bauherr, Architekt, Landschaftsarchitekt und Fachplanern erarbeitet. Das Zertifizierungssystem NaWoh umfasst insgesamt 57 Steckbriefe, die folgenden fünf Hauptkriteriengruppen zugeordnet sind:

1. Wohnqualität
2. Technische Qualität
3. Ökologische Qualität
4. Ökonomische Qualität
5. Prozessqualität

Der Bauherr beauftragte Teilleistungen der beteiligten Fachplaner*innen als Zuarbeit zur Nachhaltigkeitskoordination als Besondere Leistungen (HOAI). Außerdem wurden schon während Planung und Errichtung des Gebäudes neben den Baubeteiligten die Mitarbeiter*innen des Facility Managements und der Verwaltung (Vermietung) des studierendenWERK BERLIN eingebunden.
Die Planung und Ausführung wurde auf die Einhaltung der Anforderungen der Kriteriensteckbriefe geprüft. Bei Ergänzungs- und/oder Änderungsbedarfen wurden durch den Bauherren Umplanungen und/oder Nachträge beauftragt. Die betreffenden Kriterien und durch die Zertifizierung verursachte Mehrkosten wurden in der Bearbeitung sukzessive tabellarisch erfasst. In der Auswertung wurden Aufwand und Nutzen in den betroffenen Kriterien diskutiert und dargestellt. Außerdem wurde steckbriefweise tabellarisch dokumentiert, ob und wie die einzelnen Kriterien zur Qualitätssicherung beitragen konnten. Kriterien, die nicht zur Qualitätssicherung beitragen konnten, wurden einzeln ausgewertet und diskutiert.

2. Ergebnisse aus der begleitenden Nachhaltigkeitszertifizierung

Die Stärken des Forschungsobjektes in der Nachhaltigkeitswertung liegen insbesondere in der städtebaulichen, gestalterischen und funktionalen Einbindung mit Mehrwerten für die Siedlung, wie Erhöhung des Anteils und der Qualität von Gemeinschaftsflächen und Autofreiheit sowie in der hohen Wirtschaftlichkeit des Gebäudes im Lebenszyklus. Das Materialkonzept wurde insbesondere in Bezug auf Schadstofffreiheit engagiert umgesetzt. Aufgrund der statischen Anforderungen mit hohen Anteilen an Stahlbeton in Bodenplatte und Decken sowie bei den Wänden im Untergeschoss ist jedoch die Ökobilanz nicht positiv darstellbar. Schwächen bestehen im Energiekonzept und im Bereich thermischer und visueller Komfort.

Die Nachhaltigkeitszertifizierung des Gebäudes befindet sich aufgrund der Bauzeitverzögerung noch in der Endbearbeitung. Der überwiegende Anteil der Nachweise wurde an die Konformitätsprüfung übergeben. Steckbriefe, die erst mit Inbetriebnahme und Fertigstellung bearbeitet werden können, werden schnellstmöglich nachgereicht.

Schwierig gestaltete sich der späte Einstieg der Nachhaltigkeitskoordination erst in der Ausführungsplanung bzw. nach erfolgter Ausschreibung der Bauhauptgewerke. Grundlegende Änderungen konnten nicht mehr erfolgen, Optimierungen waren nur nach zusätzlicher Umplanung und durch Nachträge zu erreichen. Damit wird das Planungsziel kostenoptimiert zu bauen, unterlaufen.
Die Änderungsbedarfe zum Erreichen der Nachhaltigkeitszertifizierung belaufen sich im Projekt auf 40% der Steckbriefe, wobei insbesondere die haustechnischen und bauphysikalischen Planungen hohen Überarbeitungsbedarf verursachten (Abb. 28).

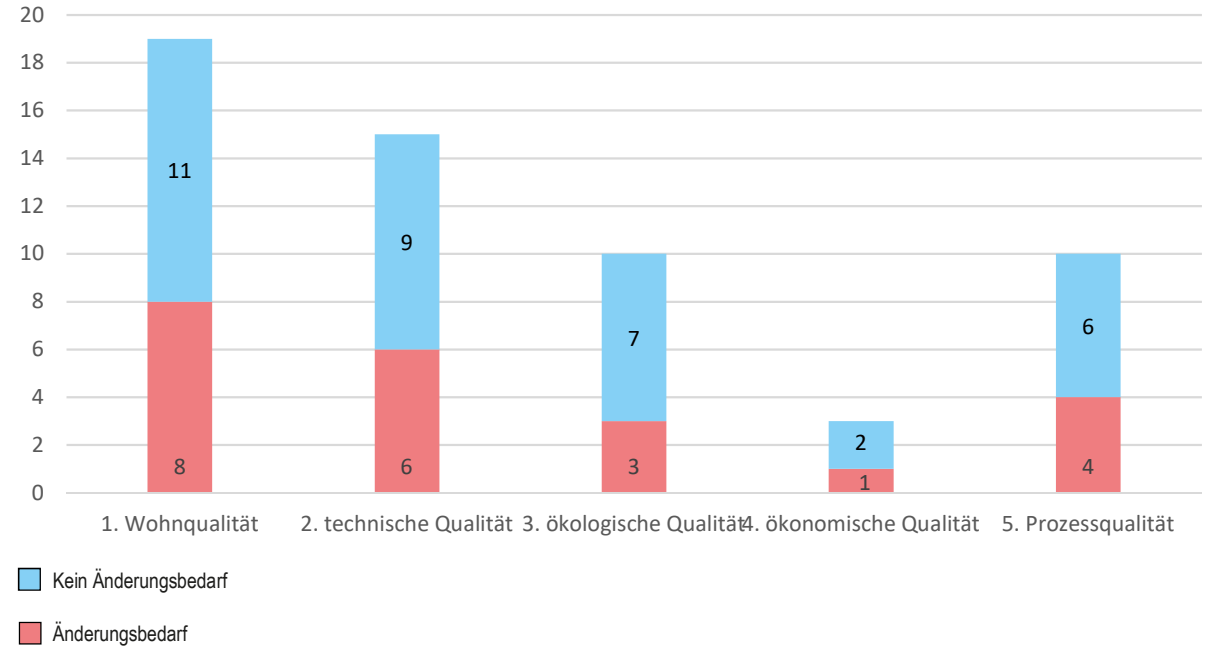


Abbildung 28 - Anzahl der Steckbriefe mit Änderungsbedarfen durch Nachhaltigkeitskoordination

Die Mehrkosten durch die Änderungsbedarfe belaufen sich vorläufig auf 120.260 €. (Abb. 29 und Anlage 3c.) Sie liegen bei 2,25% der Gesamtkosten und bei 2,07% der Bauwerkskosten (KG300/400) sowie bei 4,4% der Planungskosten (KG 700).

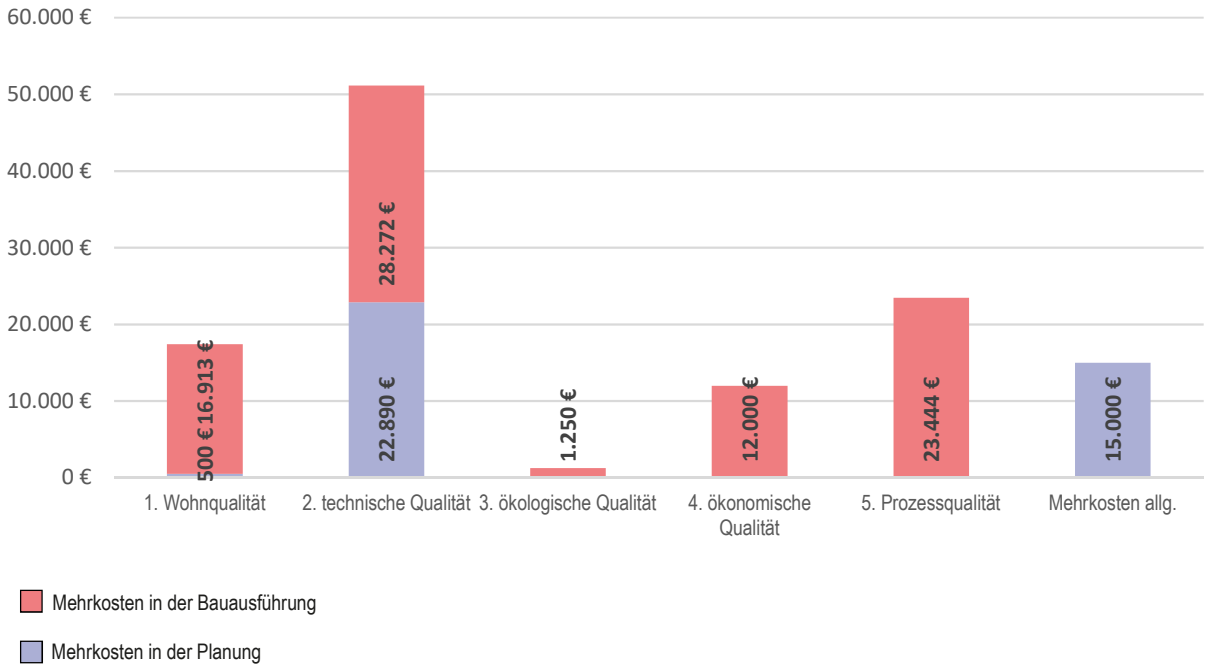


Abbildung 29 - Änderungsbedingte Mehrkosten unterschieden nach Planung und Bauausführung

Herausforderung für die Erreichung der Nachhaltigkeitsziele beim Neubau für Studierende Berlin-Grunewald waren insbesondere die Standortbesonderheiten wie Autobahnlärm und die denkmalpflegerischen Vorgaben.
Zu den kritischen Kriterien (Tageslicht, Schallschutz, Ökobilanzierung) erfolgten Abstimmungen mit der Zertifizierungsstelle der NaWoh (NaWoh, 2019) und mit der Konformitätsprüfung zur plausiblen Nachweisführung.

Es hat sich in der Bearbeitung weiterhin gezeigt, dass die Umsetzung der Anforderungen aus allgemeinen technischen Nachweisen und gesetzlichen Vorschriften durch die Planung und im Bau nicht zwangsläufig gegeben war. Außerdem sind einige Kriterien aus der Nachhaltigkeitszertifizierung mit Standarderhöhungen gegenüber gesetzlichen Vorschriften verbunden, die ohne den Zertifizierungsanspruch nicht umgesetzt worden wären (Anlage 3.c.2). Durch kontinuierlichen Abgleich und Koordination zwischen Nachhaltigkeitszielen, Planung und Bau konnten die Kriterien schlussendlich, soweit schon bearbeitet, erfolgreich nachgewiesen werden und es wurde eine höhere Gebäude- und Wohnqualität erreicht.

Im Folgenden wird in den Kriterien entsprechend der jeweiligen NaWoh-Steckbriefe beschrieben, wo für das Forschungsobjekt höhere Qualitäten über gesetzlichen Standard umgesetzt werden konnten oder auch wo sich die Qualitätssicherung trotz Nachweis schwierig gestaltet hat.

Hauptkriteriengruppe 1: Wohnqualität

Die Nachweise zur funktionalen und gestalterischen Qualität von Gebäude und Freianlagen erfolgten unproblematisch. Einige Maßnahmen über gesetzlichem Standard aus den Nachhaltigkeitsanforderungen wurden in der Planung ergänzt. Durch Anforderungen zur Barrierefreiheit wurden nachträglich barrierefreie Stellplätze im öffentlichen Straßenbereich mit dem Bezirksamt vorabgestimmt und der Vollausstattung der Ready-Plus-Wohnungen wurde durch den Bauherren zugestimmt. Weiterhin wurde die Sicherheitsausstattung durch den Bauherren erhöht. Sowohl Architekt als auch Landschaftsplaner waren schon an der Antragsstellung zur Förderung aktiv beteiligt. Es zeigt sich, dass eine frühe Beteiligung der Planungsakteure sehr förderlich für eine zielorientierte Planung im Sinne der Nachhaltigkeitszertifizierung ist.

1.1.6 Thermischer Komfort/ sommerlicher Wärmeschutz

Der rechnerische Nachweis zum sommerlichen Wärmeschutz wurde durch die Bauphysik im vereinfachten Verfahren erstellt. Dabei kommen als Maßnahmen Sonnenschutzverglasung und ein innenliegender Sonnenschutzvorhang zu Anwendung, Speichermassen sind im Bereich der Geschossdecken, Wände und Böden vorhanden, Freie Nachtlüftung ist aus Lärmschutzgründen nicht möglich. Da der gesetzliche Nachweis erbracht war, bestand für Planer*in und Bauherr trotz Bedenken der Nachhaltigkeitskoordination zur Überhitzung der Wohneinheiten der Südfassade kein weiterer Handlungsbedarf.
Die Praxis wird zeigen, ob die die Studierenden beispielsweise mobile Kleinklimaanlagen zur Raumkühlung installieren, zumal sie die Stromkosten nur pauschal und nicht personenbezogen zahlen. Dies kann wiederum zu einer schlechteren Energiebilanz und Wirtschaftlichkeit für den Bauherren führen. Es wird empfohlen, ein technisches Monitoring mit Fokus Behaglichkeit einschließlich Nutzer*inbefragung durchzuführen, um Bauherr*innen und Planer*innen zu Ihrer Ausführungsverantwortung zu sensibilisieren und um ggf. nachträgliche Optimierungspotentiale aufzuzeigen.

1.2.1 Visueller Komfort/ Tageslicht

Die Anforderungen zu Tageslicht und visuellem Komfort konnten aufgrund der eingeschränkten Bautypologie aus dem Förderprogramm mit einseitig belichteten Einraumwohnungen in Verbindung mit denkmalpflegerischen Vorgaben zu Baukörperstellung, Fenstergrößen und Fassadengestaltung nicht vollständig umgesetzt werden. Der Baukörper ist städtebaulich sehr gut eingeordnet, jedoch auch mit Wohnraumfassaden in Nord-Ost-Ausrichtung. Die einseitig belichteten Einraumwohnungen sind nordseitig nicht wie im Nachweis erforderlich besonnt.

Unter anderem zugunsten besserer Belichtungsmöglichkeiten könnten Wohngemeinschaften mit gut belichteten Gemeinschaftsaufenthaltsräumen, beispielsweise Wohnküchen, eine besser geeignete Bautypologie für das Studierendenwohnen sein.

1.2.2 Raumluftqualität

Das Kriterium fordert einen nachgewiesen schadstofffreien Innenausbau. Dies liegt vollends im Interesse von Bauherr und Planer, geht aber über die gesetzlichen und normativen Anforderungen hinaus. Durch die Nachhaltigkeitszertifizierung konnte der Bauherr in seinem Interesse zum schadstofffreien Bauen sehr positiv unterstützt werden.

Hauptkriteriengruppe 2: Technische Qualität

Hier zeigte sich in einigen Kriterien, dass die technischen Nachweise nicht zwangsläufig planerisch umgesetzt werden. Ohne Nachhaltigkeitszertifizierung wären gesetzlich-normative Nachweise auf dem Papier für das Gebäude erfüllt, nicht jedoch immer in der baulichen Umsetzung nachgehalten.
Einige Kriterien unterstützen den Bauherren über die gesetzlichen Anforderungen hinaus erhöhte Qualitäten umzusetzen und nachzuhalten.

2.1.1 Schallschutz

Der Schallschutznachweis wurde erst mit der Nachhaltigkeitszertifizierung veranlasst. Dadurch wurden im Nachgang zur Ausschreibung Nachträge notwendig. Im Rahmen des Baugenehmigungsverfahrens (denkmalrechtliche Genehmigung und Genehmigungsfreistellung) wurden die Schallschutzanforderungen nicht geprüft und bewertet.

2.1.2 Energetische Qualität

Die Erfüllung dieses Kriteriums hat sich im Projekt als kritisch erwiesen. Hierfür ist der gesetzlich geforderte Nachweis nach EnEV erforderlich. Der EnEV-Nachweis musste im Projekt mehrfach ergänzt und überarbeitet werden. Die lokalen Standortbesonderheiten, u.a. Schallschutzanforderungen, waren zunächst nicht hinreichend beachtet, es war ein freies Lüftungskonzept in der Berechnung angesetzt, die Thermosolaranlage wurde nicht mit dem vorgegebenem Deckungsanteil Solare Wärme geplant. Die Grenzwerte wurden beim Nachweis nach DIN 4108 nicht mehr eingehalten. Durch den Wechsel der Berechnungsmethode nach DIN V 18599 konnte der rechnerische Nachweis jedoch ohne bauliche Änderungen wieder erfüllt werden. Das Nachweisverfahren nach EnEV ermöglichte im Projekt mit höherem Planungs- und Kostenaufwand unter Ausschöpfen der „Stellschrauben“ „Nachweis erhöhter Luftdichtigkeit“ und „Wärmebrückenoptimierung“ geprüfte energetische Nachweise erfolgreich zu führen. Die nachweisrelevanten planerischen Sonderleistungen und Messungen dazu wurden erst mit der Forderung aus der Zertifizierung erbracht, die wiederum zu Planungsmehrkosten führten.

Durch den EnEV-Nachweis ist jedoch nur einen rechnerischen Mindeststandard zur energetischen Qualität ausgewiesen – weder ist die bauliche Umsetzung zwingend gesichert, noch ein energieeffizienter Gebäudebetrieb garantiert. Da im Verfahren, insbesondere für Wohngebäude, außerdem nur ausgewählte Energiebedarfe und diese nur in der Nutzungsphase des Gebäudes statisch bilanziert werden, kann das Verfahren derzeit lediglich eine energetische Mindestqualität in der Nutzungsphase über den Dämmstandard sichern. Die energetische Qualität der Haustechnikplanung kann mit diesem Verfahren trotz hohem Aufwand nicht sichergestellt werden. Beleuchtung, Lüftung und weitere Stromverbraucher fließen in die Berechnung nicht ein, ebensowenig kann eine verbrauchsoptimierte Heizungsplanung, die einen kostengünstigen und klimafreundlichen Gebäudebetrieb sichert, durch die Vorgaben der EnEV erreicht werden.

Im Projekt erfolgte durch die Planer lediglich der rechnerische Nachweis. Eine energetische Beratung, z.B. zur ungünstigen Heizkörperpositionierung vor den bodentiefen Fensterelementen sowie zur bedarfsgerechten Heiz-

kreisaufteilung und -steuerung, fehlte. Da der Bauherr großen Wert auf einen energetisch günstigen Gebäudebetrieb legt, steuerte er im Nachgang mit der Beauftragung eines selbstlernenden Energieoptimierungsservices Egain Edge (eGain Energiedienstleistungen GmbH, 2019) zur Heizwärmeverbrauchsoptimierung nach.

2.1.3 Effizienz der Haustechnik

Die Anforderungen aus dem Kriterium Effizienz der Haustechnik ist, obwohl Anforderungen über gesetzlich-normativen Vorgaben gestellt werden, sehr positiv zu bewerten. Es unterstützt den Bauherrn durch klare Vorgaben zur geforderten Effizienz der Beleuchtung und Lüftung sehr effizient, einen günstigen Gebäudebetrieb im Bereich Strom zu realisieren und lässt sich als qualitative Vorgabe sehr gut in den Planungsprozess integrieren.

2.2.7 Rückbau- und Recyclingfreundlichkeit

Das Rückbau- und Recyclingkonzept kann durch den Bauherren gut als Arbeitshilfe bei der Ausschreibung von Abbruch-/Entsorgungsarbeiten bei künftigen Umbaumaßnahmen verwendet werden.

Hauptkriteriengruppe 3: Ökologische Qualität

Die Nachweise dieser Kategorie waren von im Rahmen der Zertifizierung unveränderlichen Gegebenheiten wie Standort sowie gewählter Bauweise und Versorgungsart geprägt.

3.1.1 und 3.2.1 Ökobilanzierung Teil 1 und 2

Die Grenzwerte der Ökobilanzierung 3.1.1 Treibhauspotential und 3.2.1 Ozonbildungspotential konnten aufgrund der Standortbesonderheit mit dem Geländehöhenversatz und der Bauweise mit hohem Stahlbetonanteil bei Decken und erdberührten Wänden nicht vollständig eingehalten werden. Aufgrund statischer Anforderung durch den geschosshohen Höhenversatz im Gelände wurde das Untergeschoss 3-seitig mit Stahlbetonaußenwänden ausgeführt, was u.a. zu erhöhten Stahlmengen und Stahlbetonmengen führte. Außerdem erhielten die Außenwände des Untergeschosses eine Abdichtung gegen aufstauendes Sickerwasser, die zu erhöhten POCP-werten führte.

3.1.3-2 Flächenversiegelung

Bei der innerstädtischen baulichen Nachverdichtung ist es trotz aller ergriffenen möglichen Rückbau- und Ausgleichsmaßnahmen nicht möglich, den Versiegelungsanteil wie gefordert gleich Bestand zu behalten. Mit der Baumaßnahme wurden technische Nebengebäude abgebrochen und Wohnraum neu geschaffen. Die Nutzungsintensität des Grundstückes steigt und das ist gewünscht und im Interesse nachhaltigen Bauens. Das Kriterium sollte für den Fall Nachverdichtung von zuvor baulich genutzten Grundstücken eine positiv besetzte Nachweisregelung finden. Die Begründung der Überschreitung der geforderten Werte, obwohl im Sinne der Nachhaltigkeit agiert wird, stellt nach unserem Ermessen keine gute Lösung dar.

3.2.4 Vermeidung von Schadstoffen

Die Vermeidung von Schadstoffen liegt im Interesse von Bauherr und Planer, geht aber über die gesetzlichen und normativen Anforderungen hinaus. Durch die Nachhaltigkeitszertifizierung konnte der Bauherr in seinem Interesse zum schadstofffreien Bauen sehr positiv unterstützt werden.

Hauptkriteriengruppe 4: Ökonomische Qualität

Die Nachweise zur ökonomischen Qualität erfolgten unproblematisch. Dieses Kriterium genießt beim Bauherren höchste Priorität und der Architekt hat eine sehr ökonomische marktverfügbare und dauerhafte Bauweise gewählt. Insbesondere der Bauherr hat langjährige Erfahrung zu Material und Ausstattung hinsichtlich Dauerhaftigkeit und Kostenrelevanz in der Nutzung durch Studierende. Um die Energieverbrauchskosten zu senken, beauftragt der Bauherr im Nachgang zur Baumaßnahme zur Heizwärmeverbrauchsoptimierung den selbstlernenden Energieoptimierungsservice Egain Edge (eGain Energiedienstleistungen GmbH, 2019).

Hauptkriteriengruppe 5: Prozessqualität

Die Nachweise zur Prozessqualität waren teilweise schwierig zu erbringen, da u.a. nicht am Bau Beteiligte eingebunden werden mussten. Die Nachweise sind in dieser Kriteriengruppe aufgrund des Bauverzugs noch nicht vollständig erbracht und somit nicht ausgewertet.

5.2.1 Projektvorbereitung

Da die Nachhaltigkeitskoordinierung erst mit Ausführungsplanung/Vergabe ins Projekt einsteigen konnte, konnten die Bedarfsplanung und der Integrale Prozess nicht entsprechend begleitet werden. Die Nachweise mussten im Nachgang und ohne Einfluss auf Qualitäten erstellt werden. Jedoch sind Bauherr und Architekt sehr erfahren mit Gebäuden für Studierende und Architekt, Landschaftsplaner und Bauleitung sind sehr engagiert und aufgeschlossen für Nachhaltiges Bauen. Eine frühzeitige Einbindung der Nachhaltigkeitskoordination in Projekte dieser Zielstellung ist empfehlenswert.

5.2.3-2 Bereitstellung von Informationen für die Nutzer*innen

Hierfür sehen sich die Planenden üblicherweise bisher nicht verantwortlich. Beim studierendenWERK BERLIN gibt es über die Mieter*inbetreuung allgemeine und nicht objektspezifische Nutzer*ininformationen. Die objektspezifische Nutzer*ininformation kann für einen effektiven und störungsarmen Gebäudebetrieb hilfreich sein. Die im Rahmen der Nachhaltigkeitszertifizierung gemeinsam mit dem Bauherren erstellten Unterlagen werden jetzt jedoch gern benutzt und dienen als Vorlage für weitere Gebäude.

5.2.6 Messkonzept

Durch das Messkonzept wird die Leitungsführung der Wasser-, Strom- und Heizanlagen maßgeblich mitbestimmt. Die Haustechnikplanung ging, wie in vielen Studentenwohnheimen, von einer Sammelzählung für die Medien aus, begründet durch Pauschalmieten ohne Betriebskostenabrechnung. Einzelne Bereiche (Waschmaschinenraum, Gemeinschaftsraum) werden über Unterzähler separat gemessen und ausgewertet. Die Vorgaben zur Nachhaltigkeitskoordination lassen sich somit nur über das gewünschte Betreibermaß hinaus realisieren. Eine frühzeitigere Nachhaltigkeitskoordination zur Qualitätssicherung wäre hilfreich.

5.2.7 Reinigungsplan, Wartungs- und Instandhaltungsplan

Die Erstellung eines Reinigungsplanes zur Vorbereitung des Gebäudeunterhaltes macht in der Organisationsstruktur des studierendenWERK BERLIN wenig Sinn. Üblicherweise werden nach Baufertigstellung die Flächen materialspezifisch extern beauftragt aufgemessen, in das Facility Management System eingespielt und mit der Reinigungsausschreibung verknüpft. Eine separate Aufstellung von Material und Flächen durch die Planenden/Bauausführenden ist somit nicht nötig und nicht sinnvoll verwendbar für den Bauherren und Betreiber.
Es empfiehlt sich, das Kriterium eher hinsichtlich einer Materialwahl mit guter Reinigungsfähigkeit und damit geringen Unterhaltskosten zu entwickeln. Die systematische Auflistung und Ausschreibung der Wartungsleistungen wurde im Projekt durch die Planer nicht umfänglich bearbeitet. Hier war der Wartungs- und Instandhaltungsplan der Nachhaltigkeitskoordination hilfreich für den Bauherren für die nachträgliche Beauftragung der Wartung durch die Installationsfirmen im Rahmen der Gewährleistungsfrist und für die Übergabe an den Gebäudeunterhalt.

3. Nachhaltigkeitsbewertung mit SNAP

Im Seminar „Entwurfskritierien für Nachhaltiges Bauen“ (Sommersemester 2019) wurden in Anlehnung an die Systematik für Nachhaltigkeitsanforderungen in Planungswettbewerben (SNAP) (Fuchs, 2013) fünf Projekte aus dem Variowohnennetzwerk miteinander verglichen und bewertet. Die Untersuchung erfolgte auf Grundlage der Projektbeschreibungen auf der Homepage Variowohnen der Forschungsinitiative Zukunft Bau (BBSR, Variowohnungen, 2019) sowie den Projektunterlagen und Entwurfszeichnungen, die uns freundlicher Weise von den Netzwerkpartner*innen zur Verfügung gestellt wurden. Folgende Variowohnen-Projekte wurden miteinander verglichen:

- Dauerwaldweg, Berlin-Grunewald
- Junges Wohnen in Marzahn, Berlin-Marzahn
- Laerheidestraße, Bochum
- Collegium Academicum, Heidelberg
- Spitzweidenweg, Jena

Die Stärken und Schwächen der Entwurfskonzepte wurden insbesondere hinsichtlich der gewählten Gebäude-, Erschließungs- und Wohntypologien diskutiert. Im Seminar wechselten die Studierenden die Perspektive und schauten von Beginn an auf den gesamten Lebenszyklus der Gebäude. Die Studierenden recherchierten jedes Kriterium und bearbeiteten dazu jeweils eine Auswertungsmatrix. Zusammenfassend erfolgte eine grafische Auswertung aller Kriterien mit vergleichender Diskussion.

Die Bewertung der Studierenden ist nicht vollständig korrekt. Teilweise standen Informationen nicht zur Verfügung. Die Studierenden verfügen über zu wenig theoretische und baupraktische Erfahrungen, um vollständig korrekte Einschätzungen abzuliefern. Daher weichen die Ergebnisse der Studierendengruppen (Abb. 30 - 34) zumindest hinsichtlich des Projekts Berlin-Grunewald z.T. stark von den Bewertungen der Begleitforschung ab. Jedoch konnten die Studierenden auch ohne vertieften Einstieg in die Projekte erkennen, in welchem Maße ein Gebäude ressourcenschonend, langlebig, nutzerfreundlich und wirtschaftlich sein kann.

Das Projekt Berlin-Grunewald liegt im Vergleich zu den anderen Variowohnen-Projekten in der Wertung im Mittelfeld. Die städtebaulich-gestalterische Einbindung und die gute Wirtschaftlichkeit wurden positiv bewertet. Die Einzimmerwohnungen und die eher geringe Grundrissflexibilität sowie das Energiekonzept wurden kritisch gesehen. Überzeugender im Vergleich waren Wohntypologien mit Mehrzimmerwohneinheiten für Wohngemeinschaften, die flexibler umzugestalten waren. Im Projektvergleich gewichteten die Studierenden die Stärken des Projektes Heidelberg in der Beteiligung der Nutzer*innen bei der Grundrissgestaltung und im Konstruktionsprinzip der wiederverwendbaren Holzkonstruktion am höchsten.

Die Wirtschaftlichkeit der Objekte ist insgesamt sehr unterschiedlich. Alle Objekte weisen eine hohe Flächeneffizienz auf und sind nutzungsflexibel - zumindest zu Senioren*innenwohnungen umnutzbar. Je nach Materialkonzept und Energiestandard differieren die Kosten im Vergleich. Die in der Konstruktion unkonventionellen und energetisch hochwertigeren Objekte Heidelberg und Bochum haben die höchsten Kosten. Die Studierenden maßen den Kosten im Projektvergleich eher eine geringere Bedeutung bei.

In den Komfortkriterien wiesen die Projekte einige Defizite auf. Die Tageslichtversorgung ist aufgrund der Raumtiefen von Aufenthaltsräumen (Heidelberg) oder innenliegender Erschließung (Marzahn) oder Ausrichtung (Grunewald) und Verschattung (Jena) eingeschränkt. Die Maßnahmen zum sommerlichen Wärmeschutz sind vermutlich nicht ausreichend, um immer einer Überhitzung vorzubeugen. Vier Projekte haben als Sonnenschutz nur eine Sonnenschutzverglasung, was bei den geringen Raumvolumen der Einzelzimmer trotzdem zu Überhitzung führen kann. Aktive oder passive Kühlung ist in keinem Projekt erkennbar. In Heidelberg gibt es einen guten äußeren Sonnenschutz bei leichter Bauweise mit eingeschränkter Wärmespeicherkapazität, Temperaturspitzen

können schlechter abgepuffert werden. Die Bedienfreundlichkeit für die Nutzer*innen (Fenster, Heizung, Beleuchtung, Wasser) ist in allen Projekten soweit erkennbar gut. Es sind keine Komforteinschränkungen zum Einsparen von Investkosten- oder Medienverbrauch erkennbar.

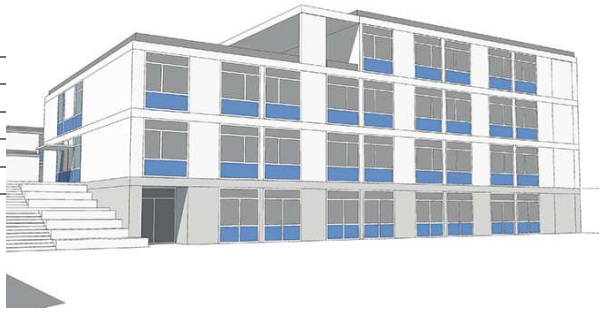
Der Energiestandard differiert von EnEV (Grunewald, Marzahn, Jena) bis Passivhausstandard (Heidelberg, Bochum). Alle Projekte haben aufgrund kompakter Baukörper und soweit erkennbar erhöhter Dämmstandards gegenüber EnEV geringere Energiebedarfe. Die Versorgungslösungen sind sehr unterschiedlich. Erneuerbare Energien werden soweit erkennbar nur als Photovoltaik in Heidelberg und Bochum zur Stromversorgung und als Thermosolaranlage zur Unterstützung der Warmwasserbereitung in Berlin-Grunewald eingesetzt.
Alle Projekte versuchen über Nutzer*ininformation und -motivation die Energieverbräuche positiv zu beeinflussen.

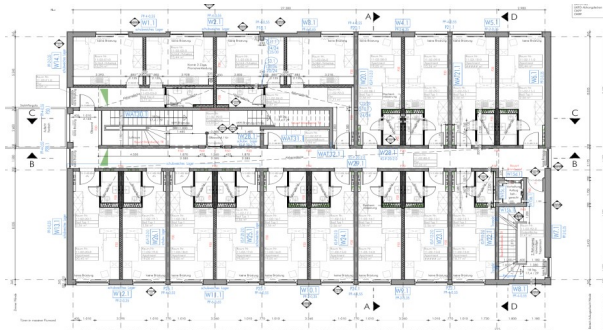
Dem Materialkonzept wurde von den Studierenden eine sehr hohe Bedeutung beigemessen, insbesondere hinsichtlich Schadstofffreiheit, Grauer Energie und Recyclingfähigkeit. Dort wurden die Projekte Heidelberg (Holztafelbau) und Bochum (Holzfassaden) trotz der hohen Kosten positiv bewertet, die Projekte Jena und Marzahn in konventioneller Bauweise mit Beton und Wärmedämmverbundsystem schnitten schlecht ab. Das Forschungsobjekt mit massiven Porenbeton-Außenwänden wurde ebenfalls eher positiv gesehen.

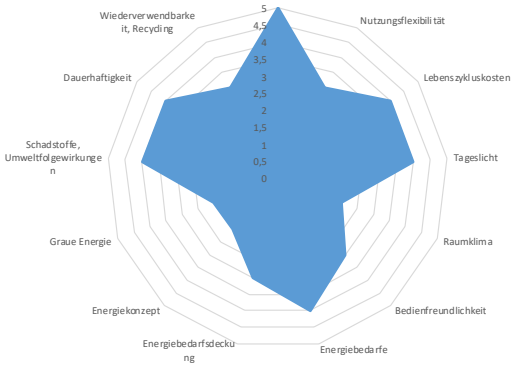
Ergebnisse Nachhaltigkeitsbewertung mit SNAP / Projekt 1 – Berlin Grunewald

bearbeitet von

Name	Matrikelnummer	Studiengang
Melinda Franke	15708	Architektur und Städtebau
Rafael Domingos	18153	Bauerhalt
Signe Ganz	15701	Architektur und Städtebau







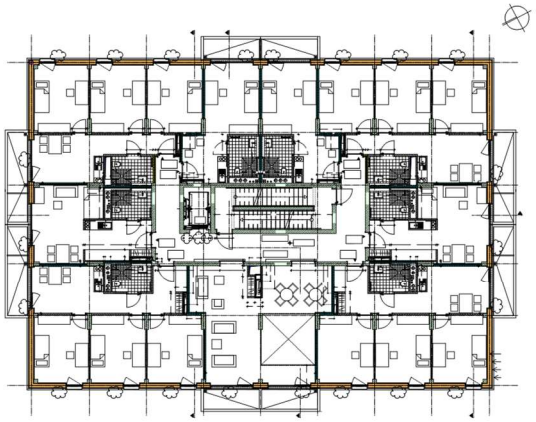
Geprüfte Kriterien	-	o	+	Vergleichskennwerte/ Begründung (sehr kurz)
Wirtschaftlichkeit und Funktionalität				
Flächeneffizienz				BGFa (EG-2.OG) = 1.506,8 qm, NF = 1.444,3 qm ; Verhältnis 0,69; rund 70 % sind vermietbar
Nutzungsflexibilität				Nutzungsänderung erschwert durch das schmale Achsenraster.
Lebenszykluskosten				Baukosten (KG300+400)= 1.348,62 €/m2
Komfort und Gesundheit				
Tageslicht				Fensterfläche im Verhältnis zur Raumfläche groß
Raumklima				Raumklima abhängig vom Nutzerverhalten, Abhängig von der Jahreszeit
Bedienfreundlichkeit				Durch festverbaute Teile, mäßige individuelle Nutzung
Energie				
Energiebedarfe				Tageslichtflächen und LED
Energiebedarfsdeckung				65% des Trinkwasserbedarfes durch Solaranlage gedeckt, Eine Heizungsunterstützung durch Solarthermie ist nicht vorgesehen
Energiekonzept				Standardausführung (z.B. Solaranlage und Sonnenschutzverglasung), keine besonderen Konzepte vorliegend.
Material und Konstruktion				
Graue Energie				hoch, da hoher Anteil an Stahlbetonbauteilen
Schadstoffe und Umweltfolgewirkungen				Schadstofffrei aufgrund der Auflagen (Zertifizierung) und der verwendeten Materialien
Dauerhaftigkeit				Raumoberflächen nicht besonders dauerhaft (Linoleum, Gipsputz und Anstrich) Außenschale aufgrund der Materialien dauerhaft
Wiederverwendbarkeit und Recycling				bei sortenreinem Ausbau der Tagkonstruktion (Rohbau), Probleme bei Innenausstattung

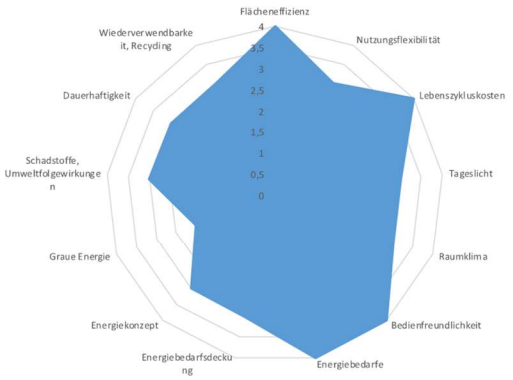
Abbildung 30 - Nachhaltigkeitsbewertung mit SNAP / Projekt 1 – Berlin Grunewald

Ergebnisse Nachhaltigkeitsbewertung mit SNAP / Projekt 2 – Berlin-Marzahn

bearbeitet von

Name	Matrikelnummer	Studiengang
Natacha Goyetche	16391	Architektur u. Städtebau
Louis Wenner	16438	Architektur u. Städtebau
Moritz Kärmer	18135	Bauerhaltung
Karoline Fechner	18132	Bauerhaltung





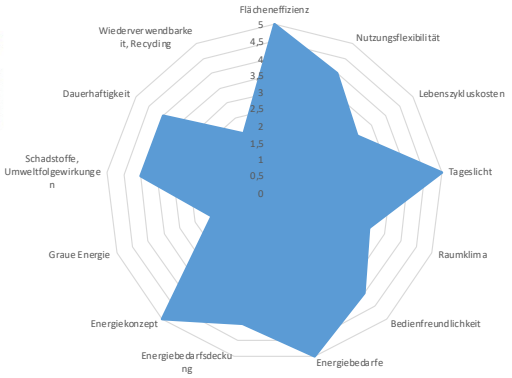
Geprüfte Kriterien	-	o	+	Vergleichskennwerte/ Begründung (sehr kurz)
Wirtschaftlichkeit und Funktionalität				
Flächeneffizienz				NF/BGF = 3.442 m²/ 4646 m² = 0,74 -> 100% des Anforderungsniveau der BNB-Kriterien
Nutzungsflexibilität				Nutzungsänderungen gnerell leicht möglich, aber Installationen müssten grundlegend verändert werden.
Lebenszykluskosten				langlebige Baumaterialien (i.d.R. > 50 Jahre)
Komfort und Gesundheit				
Tageslicht				Daduch das der Erschliesungskern nicht natürlich belichtet wird, ist ausreichend Beliochtung für WE (um den Kern) und Gemeinschaftsräume vorhanden.
Raumklima				Keine äußere Verschattung -> dadurch Überhitzung möglich
Bedienfreundlichkeit				↑ jede WE besitzt manuellen Fensterbetrieb ↓vorgegebene Vollmöbilierung
Energie				
Energiebedarfe				U-Wert = 0,143 W/m²K -> sehr gut! Nahe Passivhausstandard
Energiebedarfsdeckung				↑FW-Netz wird positiv bilanziert ↓Erneuerbare Energie (z.B. Photovoltaik) nicht geplant
Energiekonzept				↑Erschließungskern = Versorgung ↓Fehlender Sonnenschutz
Material und Konstruktion				
Graue Energie				Hoher Anteil an Stahlbeton und bitmuninösen Materialien im Dachaufbau
Schadstoffe und Umweltfolgewirkungen				Bituminöse Abdichtungen im Dach und Epoxidharze im Bodenaufbau
Dauerhaftigkeit				Langlebige Baumaterialien (Außnahmen: Oberflächen, Möbilierung)
Wiederverwendbarkeit und Recycling				Nur sehr bedingt recyclebar (Kosten ≠ Nutzen)

Abbildung 31 - Nachhaltigkeitsbewertung mit SNAP / Projekt 2 – Berlin Marzahn

Ergebnisse Nachhaltigkeitsbewertung mit SNAP / Projekt 3 – Bochum

bearbeitet von

Name	Matrikelnummer	Studiengang
Björn Bühler	14034	Restaurierung, Konservierung
Gloria Hohmann	13683	Restaurierung, Konservierung
Milena Händschke	16418	Architektur u. Städtebau



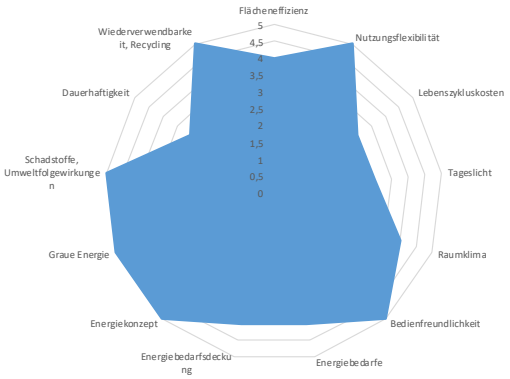
Geprüfte Kriterien	-	o	+	Vergleichskennwerte/ Begründung (sehr kurz)
Wirtschaftlichkeit und Funktionalität				
Flächeneffizienz				NF/BGF = 0,638, insgesamt sehr hohe Flächeneffizienz bei hoher Nutzungsqualität, kleine Privatbereiche sind auch ausreichend
Nutzungsflexibilität				lichte Raumhöhe liegt bei nur 2,6 m, ansonsten gute Nutzungsflex. Optimales Umnutzungspotential ohne Notwendigkeit für Umbauten
Lebenszykluskosten				Baukosten (KG300+400)= 2869 €/m2: insgesamt erhöht, hohe Investkosten aufgrund von hohem baulichen Energiestandard eines Passivhauses in Holzbauweise, hoher Vorfertigungsgrad, Nutzungskosten mittel durch geringe Energiekosten, geringe Reinigungskosten durch gute Zugänglichkeit, mittlerer Aufwand für Wartung/ Bedienung technischer Anlagen, mittlerer-höherer Aufwand Instandhaltung/ Austausch, da Dauerhaftigkeit der Fassade gering
Komfort und Gesundheit				
Tageslicht				optimiert, Sichtbeziehungen zum Außenraum je nach Nutzung sinnvoll, Privatsphäre in Wohneinheiten gegeben
Raumklima				Fensterflächenanteil optimiert, sinnvolle Orientierung Haupt/ Nebennutzung, wärmespeicherfähige Bauteile, dezentrale Lüftungsanlage -
Bedienfreundlichkeit				mittel/ hoch: Fenster öffenbar, dezentrale Lüftungsanlage, generelle Flexibilität der nicht tragenden Wände
Energie				
Energiebedarfe				"KfW Effizienzhaus 40 Plus" 40 - Energieverbrauch mind. 60 % weniger als der Neubau-Standard, Plus - Stromerzeugung und Speicherung,
Energiebedarfsdeckung				BHKW und PV-Anlagen, Wärmerückgewinnung, Erzeugung von Energie über den eigenen Bedarf hinaus,
Energiekonzept				Passivhausstandard, nach DGNB-Kriterien zertifiziert
Material und Konstruktion				
Graue Energie				Großer Einsatz von Beton und Stahl
Schadstoffe und Umweltfolgewirkungen				(wenige Informationen zu Schadstoffen) keine offensichtlichen Schadstoffe enthalten
Dauerhaftigkeit				relativ hoch - solide Beton-Stahl-Konstruktion, Holzbauteile sind pflegebedürftig, beschänkte Dauerhaftigkeit, austauschbar
Wiederverwendbarkeit und Recycling				kaum Wiederwertbarkeit von Stahl-Beton, aufwändig im Recycling, Holzbauteile pronzipiell wiederverwendbar, praktische Umsetzung fraglich

Abbildung 32 - Nachhaltigkeitsbewertung mit SNAP / Projekt 3 – Bochum

Ergebnisse Nachhaltigkeitsbewertung mit SNAP / Projekt 4 – Heidelberg

bearbeitet von

Name	Matrikelnummer	Studiengang
Deniz Yildirim	18137	Bauerhaltung
Mohamad Aleinawi	17045	Architektur u. Städtebau
Benedikt Kurz	14649	Architektur u. Städtebau
Ben Brodowski	16405	Architektur u. Städtebau
Nele Stuhr	16429	Architektur u. Städtebau



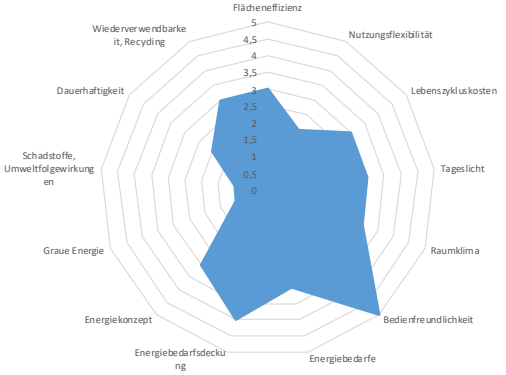
Geprüfte Kriterien	-	o	+	Vergleichskennwerte/ Begründung (sehr kurz)
Wirtschaftlichkeit und Funktionalität				
Flächeneffizienz				NF/BGF = 0,75
Nutzungsflexibilität				Veränderung der Wohnungszuschnitte und Umnutzung zu anderen Wohnformen leicht und schnell möglich
Lebenszykluskosten				Investkosten: mittel/hoch - Nutzungskosten: gering - Reinigungskosten: mittel/hoch Wartungskosten: mittel/hoch - Austauschkosten: mittel/hoch
Komfort und Gesundheit				
Tageslicht				große Raumtiefen können z.T. zu Dunkelflächen in den Gemeinschaftsräumen führen; es gibt einen geringer Fensteranteil
Raumklima				Ausrichtung weitesgehend optimiert - Baumaterialen können auf Feuchte/Temp. reagieren - ggf. Speichermassen ergänzen
Bedienfreundlichkeit				alles manuell steuerbar - hohe Flexibilität in Raumnutzung - Barrierefreiheit wurde berücksichtigt
Energie				
Energiebedarfe				A/V- Verhältnis: 0,26 - Fensterflächenanteil Nord: 29,4% - Fensterflächenanteil Süd: 24,3% - außenliegender Sonnenschutz
Energiebedarfsdeckung				900 m2 Photovoltaikanlage
Energiekonzept				KFW 40+ - Heizwärmebedarf < 25 kWh/m2a - Primärenergiebedarf max. 40 kWh/m2a
Material und Konstruktion				
Graue Energie				hoher Holzanteil -> geringer Produktionsaufwand - energieintensive Bauteile: Aluminium für Fenster/Türen, Stahlbetonkonstruktion Laubengang
Schadstoffe und Umweltfolgewirkungen				gezielte Vermeidung von schadstoffbelasteten Bauteilen
Dauerhaftigkeit				geringe Witterungsresistenz des Holzfassade
Wiederverwendbarkeit und Recycling				hohe Wiederverwertung, da weitesgehend Holz verarbeitet wurde

Abbildung 33 - Nachhaltigkeitsbewertung mit SNAP / Projekt 4 – Heidelberg

Ergebnisse Nachhaltigkeitsbewertung mit SNAP / Projekt 5 – Jena

bearbeitet von

Name	Matrikelnummer	Studiengang
Sven Kroschke	17206	Bauerhaltung
Denise Dressler	16441	Architektur und Städtebau
Christin auf der Heide	15734	Architektur und Städtebau



Geprüfte Kriterien	-	o	+	Vergleichskennwerte/ Begründung (sehr kurz)
Wirtschaftlichkeit und Funktionalität				
Flächeneffizienz				NF/BGF = 3.933,53m2 / 6.490,35m2 Wohneinheiten gute Flächeneffienz aber leider keine Gemeinschaftsräume.
Nutzungsflexibilität				Durch das Raster von 4m ergeben sich einfache Varriationen von Veränderungen.
Lebenszykluskosten				Baukosten (KG300+400) allgemein = 4.862.819€ Wohnplatz: 1.240€ /m2
Komfort und Gesundheit				
Tageslicht				Ausrichtung der Fenster nach Nord/West. Verschattung durch die Laubengänge dafür jedoch geringe Raumtiefen.
Raumklima				Schwer Einzuschätzen aufgrund geringer Angaben, jedoch Nachtauskühlung sowie Querlüften möglich.
Bedienfreundlichkeit				Fenster manuell bedienbar
Energie				
Energiebedarfe				keine Aussage möglich
Energiebedarfsdeckung				Photovoltaikanlage über große Teile der Dachflächen verteilt.
Energiekonzept				keine Aussage möglich
Material und Konstruktion				
Graue Energie				Hoher Anteil grauer Energie in der Tragkonstruktion (Stahlbeton) und Fassade (Betonfertigteil WDVS, Kunststoff-Fenster)
Schadstoffe und Umweltfolgewirkungen				Enthalten in PVC (Bodenbelag in Zimmern)
Dauerhaftigkeit				Betonstahl als Tragkonstruktion gut, allerdings Dauerhaftigkeit der Fassade eingeschränkt aufgrund WDVS
Wiederverwendbarkeit und Recycling				Beton kann recycelt werden, allerdings ist WDVS schwierig zu entsorgen

Abbildung 34 - Nachhaltigkeitsbewertung mit SNAP / Projekt 5 – Jena

4. Zusammenfassende Bewertung

Die Stärken des Forschungsobjektes in der Nachhaltigkeitsbewertung liegen insbesondere in der städtebaulichen, gestalterischen und funktionalen Einbindung in die Siedlung, der Erhöhung der Anzahl und Qualität von Gemeinschaftsflächen, der Autofreiheit sowie in der hohen Wirtschaftlichkeit des Gebäudes im Lebenszyklus. Das Materialkonzept wurde insbesondere in Bezug auf Schadstofffreiheit engagiert umgesetzt. Die hohen Anteilen an Stahlbeton in Bodenplatte und Decken sowie bei den Wänden im Untergeschoss aufgrund des statischen Konzepts wirken sich auf die Ökobilanz ungünstig aus. Schwächen bestehen im Energiekonzept und im Bereich thermischer und visueller Komfort.

Die Nachhaltigkeitszertifizierung nach NaWoh (NaWoh, 2019) führt in vielen Kriterien effektiv zur Qualitätssicherung, jedoch nur, wenn Sie konsequent planungs- und baubegleitend eingesetzt wird. Folgende Punkte sind aus der Erfahrung zum Zertifizierungsnachweis des Neubaus für Studierende Berlin-Grunewald von verallgemeinerndem Interesse:

- Kriterien, die den Bauherren über die gesetzlich normativen Anforderungen hinaus in seinen Interessen, beispielsweise zum schadstofffreien Bauen und günstigem Gebäudebetrieb unterstützen, führen zu einer höheren Gebäude- und Wohnqualität.

- Kriterien, die trotz positivem Nachweis die angestrebte Qualität nicht sichern können, beispielsweise Behaglichkeit/ Sommerlicher Wärmeschutz und Energetische Qualität (EnEV), implizieren scheinbar keinen weiteren Handlungsbedarf für Planer und Bauherr, bessere Qualitäten können dadurch verhindert werden.

- Standardanforderungen, z.B. aus DIN und EnEV, die eigentlich erfüllt werden müssten, werden in Projekten häufig nicht erreicht. Nachhaltigkeitszertifizierung macht dieses Defizit sichtbar und ermöglicht Nachbesserungen im Planungs- oder Ausführungsprozess.

- Die Nachhaltigkeitszertifizierung trägt neben der Qualitätssicherung des Baues zu einer Optimierung der Arbeitsprozesse und Klärung der Schnittstellen zwischen Planung, Bau und Betrieb der Bauherren*in bei.

- Die Nachhaltigkeitszertifizierung bedingt immer investive Mehrkosten sowie zeitlichen und personellen Mehraufwand im Planungs- und Bauprozess
  - zur Nachhaltigkeitskoordination,
  - zur Korrektur von Mängeln und um erhöhte Qualitäten umzusetzen
  - zur Erstellung zusätzlicher Dokumentationen.

- Der Aufwand zum Erbringen der Nachweise bedarf eines hohen Koordinationsaufwandes mit allen Planungs- und Baubeteiligten, der oftmals zur Ablehnung der Zertifizierung führt. Eine Aufwandsreduzierung wäre möglich durch
  - Ansiedlung der Nachhaltigkeitszertifizierung beim Bauherrn als unterstützende Leistung zur Projektsteuerung. Durch eine externe Nachhaltigkeitszertifizierung entstehen auf allen Seiten zeitliche Mehraufwendungen (vgl. Abb. 6 zur Projektstruktur und Akteure). Bei einer internen Nachhaltigkeitskoordination durch qualifizierte Mitarbeitende des/der Bauherrn*in können durch direkten Zugriff und Kenntnis der internen Prozesse und der personellen Zuständigkeiten Abstimmungen zu Anforderungen direkt mit dem/der jeweils zuständigen Person erfolgen.
  - Zusammenfassen von Steckbriefen mit Dokumentationen zum Nachweis gleicher Inhalte, z.B. Steckbriefe zur Ökobilanz und zu Schadstofffreiheit/Innenraumhygiene/Holz.

- Das Zertifizierungssystem könnte für Bauherren attraktiver werden, wenn es übersichtlicher und nutzerfreundlicher gestaltet wird. Aufgrund der Vielzahl der Kriterien und Anforderungen ist es derzeit nur mit Hilfe der Nachhaltigkeitskoordination möglich, schnell Einzelthemen aufzurufen und Handlungsbedarfe zu erkennen.

Wir empfehlen, die Nachhaltigkeitszertifizierung nach NaWoh digital aufzubereiten und in eine Wiki-Engine (vereinfachtes Content-Management-System) einzupflegen. Damit könnten alle Kriteriensteckbriefe, Nachweise, technische Datenblätter und Pläne kategorisiert abgelegt werden. Durch die Nutzung einer Stichwort-Suche und mithilfe von Verlinkungen mit anderen relevanten Steckbriefen und Informationen entstünde somit ein leicht navigierbares und nutzerfreundliches Gebäude-Wiki. Darüber hinaus würde dieses System die kollaborative Erarbeitung spezifischer Themen der Zertifizierung ermöglichen und somit die Kommunikation vereinfachen und den integralen Prozess unterstützen.

Die Mittelausstattung und geplante Projektzeit für die Durchführung der Nachhaltigkeitszertifizierung durch die Begleitforschung ist kritisch zu bewerten. Während Planungsprozesse im Rahmen einer überschaubaren Komplexität (z.B. ohne und mit nur wenigen Sonderkonstruktionen, mit nur wenigen bzw. überschaubaren Änderungswünschen seitens des / der Bauherr*in) von erfahrenen Planern gut in vereinbarten Zeit- und Budgetrahmen gehalten werden können, beinhalten Genehmigungsverfahren (hier: Verzögerungen durch Denkmalpflege) und Bauprozesse (hier: u.a. Lieferverzögerungen in verschiedenen Gewerken) schwer kalkulierbare Risiken für den Projektverlauf (vergl. Nachbesserungszyklus in Kap. 4e).

Der lange Realisierungsprozess des Bauvorhabens machte es nicht möglich, die Nachhaltigkeitszertifizierung im erforderlichen Umfang im vereinbarten Bearbeitungszeitraum abzuschließen. Wir empfehlen daher, Förderprogramme mit Nachhaltigkeitszertifizierung zeitlich in die Planungs- und Bauabläufe so einzuordnen, dass die Nachhaltigkeitskoordination spätestens zur LP2 Vorentwurf planungs- und baubegleitend beauftragt werden kann. Damit würde eine weitaus höhere Kosten- und Planungssicherheit für das Bauprojekt ermöglicht. Die Laufzeit zur Nachhaltigkeitszertifizierung muss flexibel an möglichen Bauzeitänderungen anpassbar gestaltet sein. Die Mittel zur Nachhaltigkeitszertifizierung sollten separat ausgewiesen werden und flexibel bei begründeter Laufzeitverlängerung erweiterbar sein.

d. Kosten und Effizienz

1. Ziele und Methodik

Die Investitions- und Lebenszykluskosten der Bauweise im Forschungsobjekt wurden mit den Kostenkennwerten für Wohnheime aus dem BKI Neubau 2018 (BKI, 2018) allgemein sowie für ausgewählte andere Baukonstruktionen und technische Konzepte vergleichend ermittelt und ausgewertet. Als Vergleichsvarianten zum Forschungsobjekt (Massivbauweise mit einschaligen Porenbeton-Außenwänden und Alu-Fensterelementen) wurden

- eine konventionelle Massivbauweise mit Kalksandstein, Wärmedämmverbundsystem und Kunststofffensterelementen sowie
- eine Holzbauweise (Holztafelbau) unter angemessener Berücksichtigung der bautechnischen Anforderungen (Brandschutz, Schallschutz usw.) mit Holzfensterelementen gewählt.

Hinsichtlich der Gebäudetechnik wurden als Varianten zum Forschungsobjekt (Gasbrennwertkessel unterstützt durch eine Thermosolaranlage) der Einsatz eines Blockheizkraftwerkes unterstützt durch Gasbrennwertkessel sowie von Wärmepumpen untersucht.

Die Untersuchung der Investitionskosten umfasste die KG 300 Baukonstruktion und die KG 400 Gebäudetechnik jeweils bis zur 3. Ebene. Bei der Lebenszykluskostenberechnung im eLCA (BBSR, eLCA, 2019) wurden neben den Investitionskosten in den Nutzungskosten die Austausch- bzw. Erneuerungsintervalle der jeweils untersuchten Ausführungsvarianten berücksichtigt. Die Energie- und Wasserkosten, Reinigungs-, Wartungs- und Inspektionskosten wurden in allen Varianten wie im Forschungsobjekt angenommen. Energiekosten sind nur über die Endenergieverbräuche aus der EnEV berücksichtigt. Im Wohngebäudebilanzierungsverfahren nach EnEV sind die Energieverbräuche für Heizung und Warmwasser, einschließlich Hilfsenergien beinhaltet.
Das Rückbau-, Recycling- und Wiederverwendungspotential konnte kostenseitig aufgrund fehlender Daten- und Berechnungsgrundlagen nicht rechnerisch erfasst werden.

Zur Erstellung der Kostenvergleiche wurden die folgenden Grundlagen erarbeitet:

- Mengenermittlung der Bauteile nach DIN 276 - 2./3. Ebene
- Zuordnung der Baukosten (Stand April 2018) nach Gewerken nach Vergabe (Los 1 -5) bzw. nach Kostenberechnung (Los 6-12) zur KG 300 und KG 400 nach DIN 276 - 2./3. Ebene
- Zuordnung der Mengen zu den Positionen der Kostengruppen 300/400 nach DIN 276 - 2./3. Ebene
- Vergleichskennwerte des BKI in den benannten Varianten recherchieren und den Positionen in den Kostengruppen nach DIN 276 - 2./3. Ebene zuordnen (bei fehlenden BKI-werten Kosten des Forschungsobjektes übernehmen)
- Angleichen des Regionalfaktors und Bauzeitfaktors der BKI- Werte
- Gegenüberstellen der Kostenkennwerte des Bauprojektes im Vergleich zu alternativen Bauweisen
- Auswertung der Baukosten in den Varianten nach relevanten Mehr- und Minderkosten im Vergleich zum Variowohnen Berlin-Grunewald
- Berechnung der Lebenszykluskosten im eLCA für das Forschungsobjekt und der Ausführungsvarianten im Vergleich
- Grafische Auswertung der Kostenvergleiche

Der Arbeit zum Forschungsaspekt Kosten und Effizienz des baulichen und technischen Konzeptes für das Forschungsobjekt wurde unterstützt durch eine Masterarbeit von Josepha Aust, Beuth Hochschule für Technik Berlin im Sommersemester 2018 (Aust, 2018).

2. Ergebnisse zu Investitions- und Lebenszykluskosten

Der „Neubau Wohnhaus für Studierende in Berlin-Grunewald“ erfüllt wirtschaftlich sehr effizient die Anforderungen nach kostengünstigen Wohnungen für Studierende. Sowohl hinsichtlich der Investitions- als auch der Lebenszykluskosten liegt das Forschungsobjekt im Vergleich mit den untersuchten Varianten am kostengünstigsten. Nur hinsichtlich der Nutzungskosten liegt die ausgeführte Bauweise rechnerisch geringfügig über der Variante Holzbau mit Wärmepumpe (Tab. 28 und Abb. 35 - 37).

Kriterium Nawoh	KG	Einheit	IST Vario	BKI- Wohnheim	Diff.	Variante 1 KSS + BHKW	Diff.	Variante 2 Holz + WP	Diff.
Ausgewählte Kosten im Lebenszyklus		€/m2*a BGF netto	**1.526 €**	**1.821 €**	19%	**1.590,00 €**	4%	**1.572 €**	3%
Bauwerkskosten DIN 276	300 + 400	€ netto	2.355.865 €	2.832.579 €	20%	2.366.818 €	0,5%	2.495.064 €	6%
Baukonstruktionen	300	€ netto	1.741.387 €	2.173.611 €	25%	1.739.463 €	0%	1.800.126 €	3%
Haustechnische Anlagen	400	€ netto	614.477 €	658.968 €	7%	627.355 €	2%	694.938 €	13%
Nutzungskosten DIN 18960		€ netto	1.028.790 €	1.186.757	15%	1.171.921	14%	1.017.250	-1%
Energie/ Wasser/ Abwasser (Ann. Vario)	310/ 320	€ netto	491.718 €	491.718 €	0%	491.718 €	0%	491.718 €	0%
Reinigung (Ann. Vario)	330	€ netto	40.183 €	40.183 €	0%	40.183 €	0%	40.183 €	0%
Bedienung, Insp., Wartung (Ann. Vario)	350	€ netto	184.960 €	184.960 €	0%	184.960 €	0%	184.960 €	0%
Instandhaltung, Ersatz	410	€ netto	311.929 €	469.896 €	51%	455.060 €	46%	300.389 €	-4%
Rückbau/Entsorgung (nicht betrachtet)		€/m2 netto	0	0	0%	0	0%	0	0%

alle Preise sind Nettoangaben

Tabelle 28 – Auswertung Vergleich Lebenszykluskosten (LCC)

Im Vergleich der KG300/400 zum Bundesdurchschnitt Wohnheime nach BKI liegt das Forschungsobjekt insgesamt 17% kostengünstiger, davon 20% in der KG 300 Baukonstruktionen und 7% in der KG 400 Technische Anlagen. Im Vergleich der Bauweisen gibt es zum Mauerwerksbau aus Kalksandstein mit Wärmedämmverbundsystem keinen relevanten Preisunterschied in der KG 300 Baukonstruktionen.
Im Vergleich zum Holztafelbau ist das Forschungsobjekt in der KG 300 Baukonstruktionen 5% günstiger .
In der KG 400 ist das Forschungsobjekt jeweils am kostengünstigsten. Die Unterschiede in den einzelnen KG sind jedoch teilweise immens und abhängig vom gewählten Ausstattungsstandard. So ist die KG 430 bei BKI Wohnheime mit Zu-und Abluftanlagen ausgestattet, beim BKI-Vergleichsobjekt Kalksandstein/ Wärmedämm-verbundsystem mit reiner Fensterrahmenlüftung. Die gewählten Varianten zur Beheizung über BHKW ist 18% teurer, die Beheizung über Wärmepumpen und Fußbodenheizung ist 35% preisintensiver.

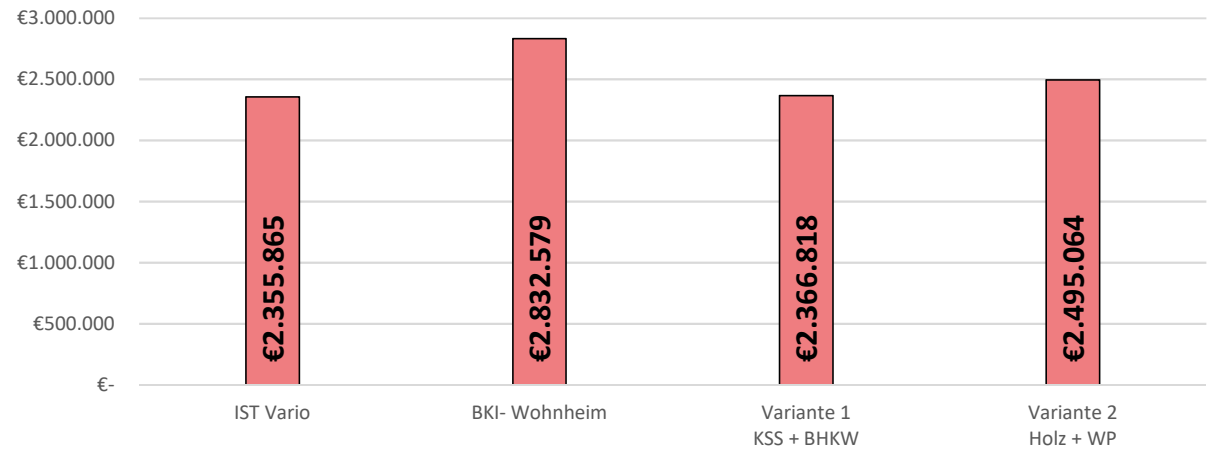


Abbildung 35 - Vergleich der Investitionskosten

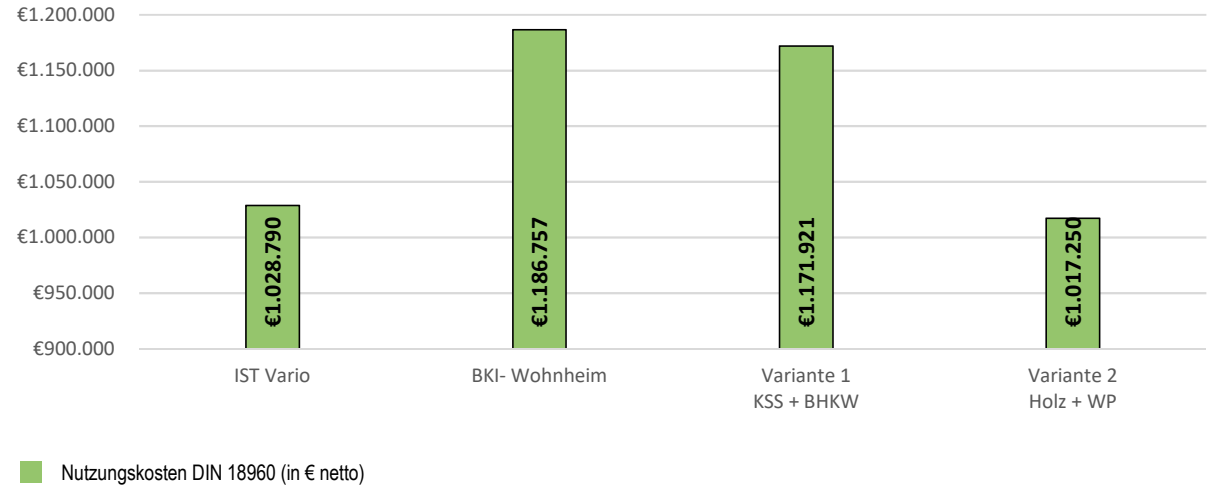


Abbildung 36 - Vergleich der Nutzungskosten

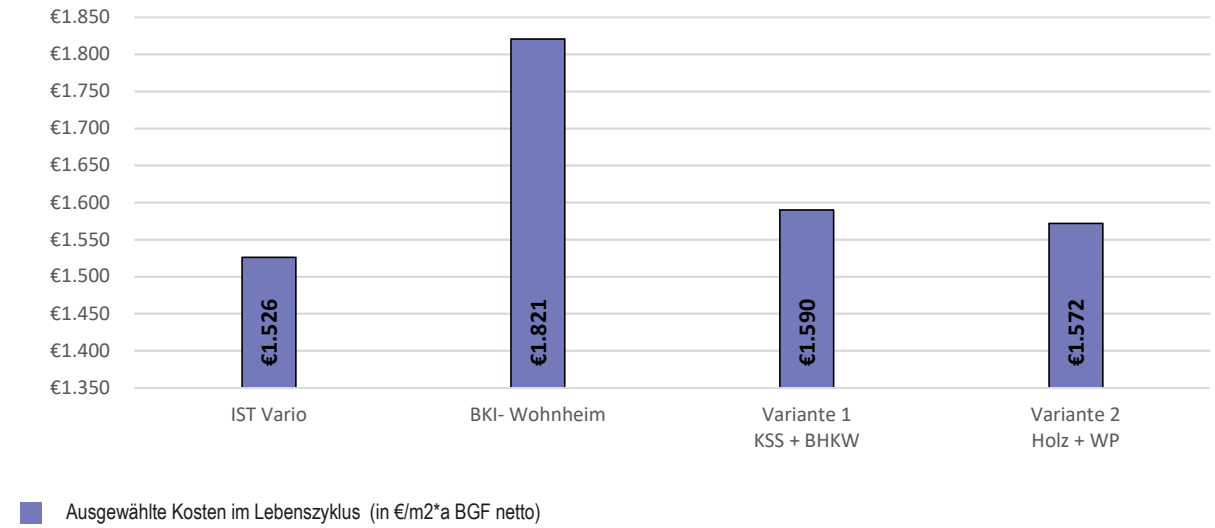


Abbildung 37 - Vergleich der Lebenszykluskosten (50 Jahre)

In der Auswertung der Kostengruppen zeigen sich durchgängig Preisvorteile des Forschungsobjektes bei

- KG 320 Gründung mit durchgängiger Bodenplatte bei sehr günstigen Angebotspreisen und mit kostengünstigen Bodenbelägen (Linoleum) auch im Untergeschoss
- KG 330 Außenwände mit einschaligem Außenwandaufbau
- KG 341 tragende Innenwände aus Kalksandstein
- KG 342 Nichttragende Innenwände als Gipskarton-Ständerwände
- KG 351/361 Decken- und Dachkonstruktionen als Filigrandecken (abgesehen im Vergleich zur Variante Holzbauweise)

Gegenüber allen Vergleichsvarianten deutlich preisintensiver sind Positionen des Forschungsobjektes mit besonders hochwertigen Materialien, wie

- KG 326 Bauwerksabdichtung als Frischbetonverbundabdichtung
- KG 334 Außentüren und -fenster aus Aluminium mit Dreifach-Verglasung

Die Kostenvergleiche basieren auf den zur Verfügung stehenden Daten zum Zeitpunkt der Bearbeitung. Mittlerweile haben sich die Baukosten des Forschungsobjektes gegenüber dem Kostenstand zum Zeitpunkt der hier geführten Berechnungen um 30% in KG 300 Baukonstruktionen und um 45% in KG 400 Technische Anlagen erhöht. Die Auswertung der Kostenfeststellung nach Schlussrechnung ergäbe neue Erkenntnisse. Einerseits wären die erhöhten Kosten im Forschungsobjekt einrechenbar, andererseits könnten gegebenenfalls aktuellere BKI-Vergleichskosten zu Grunde gelegt werden, die der aktuellen Marktsituation Rechnung tragen. Aufgrund der Fertigstellung des Gebäudes nach Berichtlegung stehen diese Daten noch nicht zur Auswertung zur Verfügung.

Die Investitionskosten sind aufgrund aktueller Erfahrungen stark baukonjunkturabhängig und aktuell kaum beeinflussbar, weder durch Absenken von Standards noch durch „kostenoptimierte“ Bauweisen. Bei Planenden und insbesondere bei den Ausführungsfirmen sind kaum Kapazitäten vorhanden. Die Firmen kalkulieren höchstmögliche Preise und nehmen nur sehr lukrative Aufträge an. Bauverzug und Nachträge werden aufgrund des hohen Zeitdruckes und der nicht um eine langfristige Zusammenarbeit bemühten Firmen stärker kostentreibend. Handlungsspielraum im Bereich Kosten besteht jedoch weiterhin bei den Nutzungs-, Umbau-, und Entsorgungskosten im weiteren Lebenszyklus des Gebäudes.

Im Vergleich zum Bundesdurchschnitt Wohnheime liegt das Forschungsobjekt 19% kostengünstiger im Lebenszyklus, bedingt durch die höheren Investitionskosten und Folgekosten zu Austausch und Erneuerung innerhalb des Bilanzierungszeitraums. Im Vergleich zum Mauerwerksbau aus Kalksandstein mit Wärmedämmverbundsystem ist das Forschungsobjekt 4% günstiger, wobei die Folgekosten zur Erneuerung des Wärmedämmverbundsystems zu Buche schlagen. Die Holztafelbauweise ist investiv kostenintensiver, läge aber bei geringfügig geringeren Kosten für Austausch und Erneuerung und damit insgesamt mit 3% über dem Forschungsobjekt.

Eine wichtige Erkenntnis daraus ist, dass beim Forschungsobjekt mit der üblichen Investitionskostenbetrachtung im Vergleich zu einer Lebenszykluskostenbetrachtung über 50 Jahre ein Drittel der Kosten nicht erfasst werden.

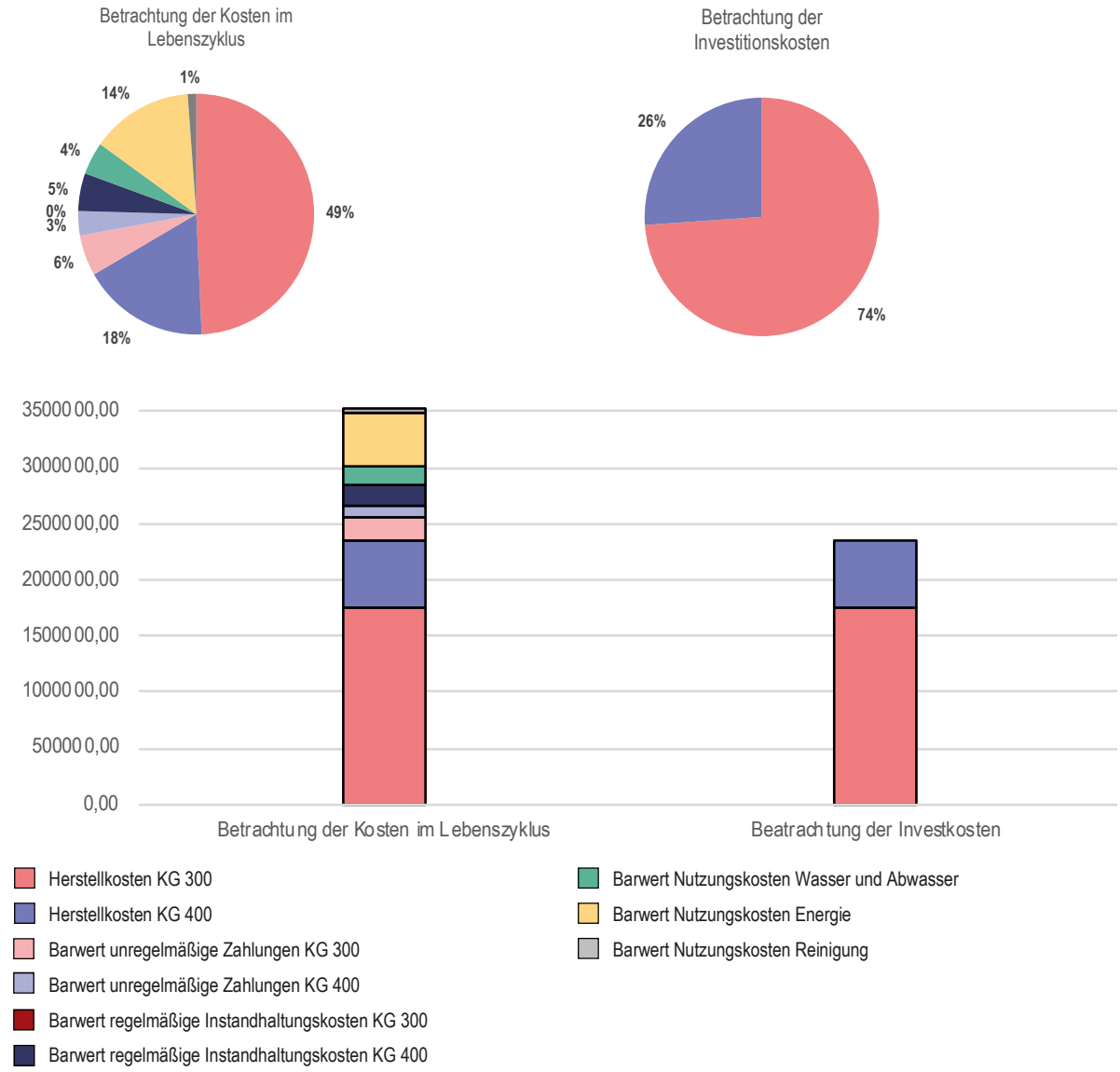


Abbildung 38 - Vergleich Investitionskosten und Lebenszykluskosten

3. Zusammenfassende Bewertung

Die im Forschungsobjekt gewählte Bauweise mit tragenden Kalksandsteininnenwänden, Filigrandecken und einschaligen Porenbetonaußenwänden ist marktüblich und als sehr kosteneffizient einzuschätzen.
Auch das Materialkonzept ist kostenseitig als sehr gut einzuschätzen, es wurden kostengünstige, überwiegend dauerhafte, schadstofffreie Materialien und gut zu reinigende Oberflächen eingesetzt.
Das energetische Konzept sieht die Erfüllung des Mindeststandards nach EnEV vor und ist investiv günstig darstellbar, lässt aber erhöhte Energiekosten im Betrieb erwarten.
Die Beeinflussbarkeit der Kosten im Lebenszyklus des Gebäudes ist in den frühen Phasen der Projektentwicklung und Planung am größten (Löhnert, 2002; Voss, 2005). So wirken sich insbesondere das Material- und Energiekonzept stark auf die Nutzungskosten (Reinigung, Energieverbrauch, Wartung, Reparatur-und Instandhaltungsbedarfe, Schadstofffreiheit) aus. Und neben dem Material bestimmt die Art der Baukonstruktion mögliche Wiederverwendungs- und Recyclingwerte oder kostenintensive Schadstoff- /Entsorgung.
Insofern ist die frühe umfassende Abwägung aus Investition-, Nutzungs- und Betriebsaspekten und mit Blick auf die Werthaltigkeit der Materialien am „End of Life“ für einen kostenoptimierten Entscheidungsansatz erforderlich.

e. Weitere Forschungsschwerpunkte: Projektmanagement und integrale Planung

1. Projektspezifische und allgemeine Herausforderungen im Projektmanagement

Die Aufgabe der planerischen Nachweisführung zur Nachhaltigkeit besteht darin, die Qualität der Planung und Ausführung von Gebäuden im Hinblick auf die im Zertifizierungssystem festgelegten Ziele zu überprüfen und ggf. zu optimieren (vergl. Kap. 4c). In diesem Zusammenhang werden Probleme oder Zielkonflikte deutlicher erkannt als in herkömmlichen Planungsprozessen. Im Projekt Berlin-Grunewald lassen sich u.a. folgende projektspezifische Herausforderungen benennen:

Qualitätssicherung von Standardanforderungen:

- Anforderungen der EnEV: Abhängigkeiten zwischen der konstruktiven Ausführung (Statik, Schallschutz) und Wärmeschutz wurden zwischen den verschiedenen beteiligten Fachplanern nicht in erforderlichem Maße berücksichtigt. Kostenintensiver Nachbesserungsbedarf nach Vergabe betroffener Gewerke mit folgenden Nachtragsforderungen sowie Überarbeitung der EnEV waren erforderlich.
- Anforderungen EnEV/ EEWärmeG: Eine für die energetischen Nachweis erforderliche Thermosolaranlagengröße wurde rechnerisch angesetzt, es erfolgte aber keine weitere Abstimmung mit der Fachplanung. Der HSL-Planer plante die Thermosolaranlage entsprechend der Bedarfe zur Warmwasserbereitung unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten und eine Überarbeitung der EnEV wurde erforderlich.
- Anforderungen Schallschutz: Der Standort in unmittelbarer Nähe zur Autobahn machte eine partielle Änderung der Steinqualität erforderlich (schwerer, besserer Schallschutz), woraufhin der Wärmeschutz der Fassade angepasst werden musste.

Umsetzung erhöhter Anforderungen aus der Nachhaltigkeitszertifizierung zu einem späten Projektstand (LP5/6):

- Anforderungen aus der Ökobilanzierung: Der Benchmark für das Treibhauspotential wird gering überschritten. Das Untergeschoss als vollwertiges Aufenthaltsgeschoss ist aufgrund des Höhenversatzes des Geländes dreiseitig im Erdreich eingelassen. Aufgrund der statischen Lasten wird das Untergeschoss dort komplett in Stahlbeton ausgeführt, um die Standsicherheit zu gewährleisten. Außerdem wird aufgrund der Besonderheiten des Baugrundes die gesamte Bodenplatte statisch tragend ausgebildet. Damit ergeben sich überdurchschnittliche Mengen an Stahlbeton für Außenwände und Bodenplatte, die in die Bilanzierung einfließen und zur Grenzwerterhöhung beitragen.
- Anforderungen zur Barrierefreiheit: Auswirkungen auf Freiraumplanung durch die Realisierung von Stellplätzen und der barrierefreien Zugänglichkeit
- Anforderungen zur Schadstofffreiheit: Prüfen der Leistungsverzeichnisse und nachträgliche Aufforderung von 60% der Firmen zu Materialwechsel nach Vergabe, um schadstofffreie Materialien einzubauen, Ergänzung der noch nicht vergebenen Leistungsverzeichnisse Innenausbau um die Textbausteine zur Schadstofffreiheit sowie Sicherung des Einbaus der schadstofffreien Materialien durch Bauleitung und Produktnachweise zur Dokumentation

Unflexible Rechtsvorgaben:

- In öffentlichen Bauvorhaben ist eine nachträgliche Beauftragung oder Änderung von Leistungen aufgrund des restriktiven Vergaberechts nicht ohne weiteres möglich. Die daraus häufig resultierenden Nachträge führten zu einer Erhöhung der Baukosten. Neuausschreibungen, welche die auszuführenden Bauleistungen besser beschreiben, führen zu Verzögerungen im Bauprozess und konterkarieren das Ziel einer Bauzeitverkürzung, was im Ergebnis auch mit Kostensteigerungen verbunden ist.

Neben den jeweiligen projektspezifischen Herausforderungen, die sich aus den örtlichen Gegebenheiten, den baukonstruktiven und technischen Merkmalen sowie Kompetenzen der Projektbeteiligten und Akteurskonstellation ergeben, gibt es allgemeine Probleme, die - nicht notwendigerweise aber häufig - bei der Realisierung von

Bauvorhaben zu beobachten sind. In komplexen Prozessen kommt es typischerweise zu suboptimalen Ergebnissen wie Bauzeit- und Baukostenüberschreitungen oder Qualitätsminderung durch Planungs- oder Baumängel (Schwerdtner, 2019). Durch die Nachhaltigkeitszertifizierung erhöht sich der Komplexitätsgrad zusätzlich, die spezifischen wie allgemeinen Probleme werden aber auch sichtbar und somit einer Analyse zugänglich.

Allgemeine Herausforderungen im Projektmanagement sind u.a.:

- Durchschnittliche Verzögerungen einzelner Projektschritte, die in der Summe zu größeren Problemen führen. Der übliche Zeitdruck in Planung und Realisierung erlaubt i.d.R. nicht genügend Zeitpuffer für Unvorhergesehenes einzuplanen. Hinzu kommt eine Selbstüberschätzung der Akteure hinsichtlich ihrer Leistungsfähigkeit und der Prozessdauer (Schwerdtner, 2019, S. 91).
- Unterschiedliche Akteurslogiken, deren Zusammenwirken nicht aufeinander abgestimmt ist und immanente - aber nicht erkannte - Probleme nach sich ziehen („parallele Entscheidungslogiken“).
- Wissensdefizite einzelner Akteure, unzureichende Projektsteuerung, zu wenig Kontrolle und Koordination seitens des Projektmanagements bzw. Bauherren.
- Unzureichende Informationsflüsse und unvollständige Kommunikation zwischen den Beteiligten.
- „Crashing“, d.h. viele Prozesse werden frühzeitig zugleich begonnen, ohne das hinreichende Informationen vorhanden sind. Beispielsweise werden sequentielle Planungsschritte, die aufeinander aufbauen, parallel durchgeführt, was im Ergebnis zu ineffizienten „Planungsschleifen“ führt;
- Aufwendungen für Umplanungen führen zu Zeitverlust, Mehrkosten, Mehraufwand bei Planern und anderen Akteuren, die Konflikte in anderen Projekten nach sich ziehen.

2. Integrale Planung

Die erfolgreiche Bewältigung der genannten projektspezifischen und allgemeinen Herausforderungen bedarf eines geeigneten Projektmanagements. Die Bearbeitung der Komplexität der planerischen, rechtlichen und nachhaltigkeitsbezogenen Anforderungen erfordert ein frühzeitiges Zusammenwirken der am Planungsprozess beteiligten Akteure, was als „integrale Planung“ bezeichnet wird. Bereits zu einem frühen Planungszeitpunkt sind die „richtigen“ Entscheidungen zu treffen, da diese Entscheidungen große Auswirkungen auf die räumlichen, funktionalen, technischen, ökonomischen und zeitlichen Aspekte haben. Änderungen zu einem späteren Planungszeitpunkt sind häufig nicht oder nur unter hohem Arbeits-, Kosten- und Zeitaufwand realisierbar.

Integrale Planung bedeutet, dass Planungsziele und Verfahren zur Lösung komplexer Planungsaufgaben frühzeitig unter allen relevanten Projektbeteiligten abgestimmt werden, damit die Ziele effizienter und effektiver erreicht werden. Der Begriff „Integrale Planung“ wird zumeist im Zusammenhang mit der Planung und Herstellung energieeffizienter und nachhaltiger Gebäude oder Quartiere verwendet (Löhnert, 2002; Voss, 2005), beschränkt sich aber nicht auf diese. Vom Schweizer Ingenieur- und Architektenverein (SIA) wurde bereits 1996 der Begriff „Teamorientiertes Planen – TOP“ für vergleichbare Planungsverfahren verwendet (BfK, 1996). In den Bewertungssystemen zum Nachhaltigen Bauen (z.B. dgnb, BNB) sind Kriteriensteckbriefe zur Integralen Planung für die Bewertung der Prozessqualität fest verankert. Charakteristisch für die integrale Planung ist ein iteratives Problemlösen innerhalb eines interdisziplinären Teams. Der integrale Planungsprozess ist an und für sich nicht neu: einige Planungsbüros weltweit wenden diese Vorgehensweise bereits seit Jahren erfolgreich an (Löhnert, 2002).

Obwohl der integralen Planung im nachhaltigen Bauen eine Schlüsselfunktion zukommt, wird diese in der Praxis aber häufig aus verschiedenen Gründen nicht oder nur unzureichend angewendet. Zur Abwägung und Entscheidungsfindung sind für den Gesamtentwurf oder für Teilaspekte verschiedenen Entwurfsvarianten oder Planungsszenarien zu erarbeiten, die z.B. Tragwerks-, Material-, Wärmeversorgungs- oder Lüftungskonzepte umfassen.

Der damit verbundene höhere Planungs- und Kommunikationsaufwand ist über die HOAI zumeist nicht abgedeckt. Die Bereitschaft der Akteure zur Mitwirkung zur Erstellung und Bewertung dieser Planungsszenarien ist dementsprechend gering und das erforderliche Entscheidungswissen wird in der Praxis häufig über extern vergebene Gutachten eingeholt (z.B. für Energiekonzepte). Insbesondere eine Nachhaltigkeitszertifizierung (z.B. nach NaWoh) erfordert eine frühzeitige Beteiligung aller am Planungsprozess Beteiligten sowie der mit der Zertifizierung Beauftragten, um im Hinblick auf die zu erreichenden Nachhaltigkeitsziele frühzeitig die entsprechende Empfehlungen für Planungsentscheidungen zu treffen.

3. Ziele und Methodik

Die im Rahmen der Nachhaltigkeitszertifizierung erkannten Probleme sowohl hinsichtlich des Bauprojekts als auch hinsichtlich des Zertifizierungsprozesses selbst waren Anlass, allgemeine, d.h. strukturelle und systemimmanente Probleme des Projektmanagements und der integralen Planung eingehender zu untersuchen.
Im Rahmen eines Expert*innen-Workshops wurden aus einer systemischen Sicht die Abhängigkeiten der Planungs- und Bauprozesse hinsichtlich des Erreichens der definierten Nachhaltigkeitsziele untersucht.
Ziel des Workshops war herauszufinden,

- wie die für die Nachhaltigkeitszertifizierung erforderlichen Ergebnisse besser zu erreichen sind,
- welchen Beitrag integrale Planungsprozesse dabei allgemein leisten,
- welche Bedingungen für das Gelingen von integralen Planungsprozessen zu erfüllen sind,
- wie sich diese Planungsprozesse optimieren lassen und
- was sich die Beteiligten daraus für dieses und für zukünftige Projekte lernen können.

Die Ergebnisse sollten von unmittelbarem Nutzen für die weitere Projektarbeit sein, um das Ziel der Nachhaltigkeitszertifizierung zu erreichen. Da die oben genannten Herausforderungen aber in der einen oder anderen Form auch andere Projekte des Förderprogramms (und der Bauwirtschaft) betreffen, ermöglichen die Ergebnisse einen allgemein gültigen Erkenntnisgewinn.

In dieser Untersuchung ging es nicht darum, die konkreten Handlungen einzelner Akteure zu bewerten („Wer ist für welches Problem verantwortlich?“), sondern die systemimmanenten Parameter und deren Wechselwirkungen miteinander herauszuarbeiten, die das Handeln der Akteure *strukturell* beeinflussen. Viele typische Probleme in Planungsprozessen lassen sich auf den sogenannten „Nachbesserungszyklus“ zurückführen und unerwünschte Nebenwirkungen von Steuerungsmaßnahmen können dazu führen, dass sich die Probleme sogar noch zu verschärfen, obwohl – oder gerade weil – die Akteure in bester Absicht handeln. Daher wurden in einem Vortrag zunächst die Wirkungsmechanismen im Nachbesserungszyklus dargestellt. Anschließend wurden gemeinsam mit den Projektbeteiligten des Variowohnen-Projekts „Dauerwaldweg“ in einer qualitativen system-dynamischen Modellierung („Group Model Building“) (Vennix, 1996) die Wirkungszusammenhänge von Projektmanagement, integraler Planung und Nachhaltigkeitszertifizierung untersucht und verallgemeinerbare Optimierungsvorschläge erarbeitet.

Der Nutzen der Methodik und der verwendeten diagrammatischen Darstellungen liegt darin, dass durch die Visualisierung ein hoher Komplexitätsgrad abgebildet und mit den Beteiligten auf Relevanz und Stimmigkeit überprüft werden kann. Alle Planungsbeteiligten sollen damit ein miteinander geteiltes Problem- und Systemverständnis erlangen. Der Workshop diente damit auch als ein nachträgliches Kick-off-Meeting, um die Kommunikation zwischen den Projektbeteiligten über die Ziele der Nachhaltigkeitszertifizierung zu fördern und für weitere (Planungs- und Ausführungs-)Probleme zu sensibilisieren. Der Workshop fand am 9. März 2018 im studierendenWERK in Berlin statt und wurde von einem Experten für Systemmodellierung, Max Kleemann, geleitet. Am Workshop nahmen Vertreter*innen (fast) aller Planungs- und Fachplanungsbüros teil sowie Vertreter*innen der Bauherrin, des BBSR sowie der Begleit- und Netzwerkforschung (Liste der Teilnehmer*innen siehe Anhang 7).

4. Der Nachbesserungszyklus und seine Folgen

Viele der obengenannten Probleme in Projekten werden durch einen Wirkungszusammenhang hervorgerufen, der als „Nachbesserungszyklus“ bezeichnet wird (Lyneis & Ford, 2007; Williams, 2003). Der Nachbesserungszyklus ist ein Systemarchetyp, der in der Realität sehr häufig vorkommt und dadurch charakterisiert ist, dass Aufgaben nicht so ausgeführt wurden, wie sie hätten ausgeführt werden sollen.
Typische Probleme in Projekten sind:

- Überziehungen des Budgets oder Zeitplans (oder von beidem)
- Projekte, die „bei 90% stecken bleiben“
- Forderungen nach zusätzlichen Ressourcen oder Zeit zum Projektende oder
- fehlerhafte Ausführungen (Mängel), die erst nach dem Projektende zum Vorschein kommen.

Abb. 39 zeigt typische Probleme eines Projektverlaufs: Während die gestichelte Linie den geplanten und beabsichtigen Verlauf darstellt, ergeben sich im Projektfortschritt häufig Probleme, die einen „erhöhten Maximalbedarf an Personal“ oder anderen Ressourcen und / oder ein „zweites Maximum“ (an Personal oder anderen Ressourcen) mit einem „verlängerten Projektende“ zur Folge haben. Häufig sind aber nicht einzelne Personen für die im Prozess auftauchenden Probleme verantwortlich, sondern bessere Ergebnisse sind nur durch eine Änderung der Systemstrukturen selbst zu erreichen.

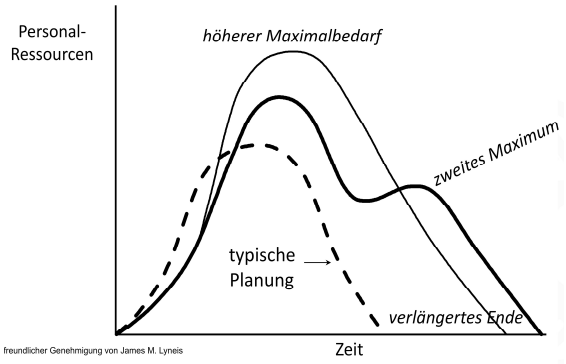


Abbildung 39 - Typische Probleme.
Quelle: Kleemann, mit freundl. Genehm. von James M. Lyneis

Um diese Systemstrukturen besser zu verstehen werden in der qualitativen Modellierung reale Systeme als „Modelle“ mit kausalen Wirkungsbeziehungen zwischen verschiedenen Variablen abgebildet.
Hierfür wird eine graphische Symbolik verwendet, die aus Pfeilen sowie dazugehörigen Verbindungspolaritäten besteht:

- positiven Verbindungspolaritäten (= gleichgerichtet, mit „+“ dargestellt) und
- negativen Verbindungspolaritäten (= gegenläufig, mit „-“ dargestellt)

Mit „positiv“ und „negativ“ werden keine normativen Aussagen getroffen, ob etwas gut oder anstrebenswert ist, sondern „positiv“ und „negativ“ beschreiben nur deskriptiv, ob eine Variable auf eine Änderung einer anderen Variable mit einer eigenen Änderung in die gleiche oder die entgegengesetzte Richtung reagiert .

- Doppelstrich (-//-): Dieser zeigt an, dass eine Wirkung mit erst einer Verzögerung eintritt.

Ein weiterer wichtiger Bestandteil bei der Systemmodellierung ist Darstellung von Beständen und Flüssen. Allgemein kann man sich Bestände als „Badewannen“ vorstellen (Abb. 40), wobei eine zunächst mit ausstehenden Aufgaben gefüllt ist, während die andere noch leer ist.
Die Bearbeitung der Aufgaben ist der Fluss zwischen den beiden „Badewannen“ und wird durch ein „Ventil“ symbolisiert, auf das verschiedene Variablen einwirken können (siehe Steuerungsmaßnahmen).

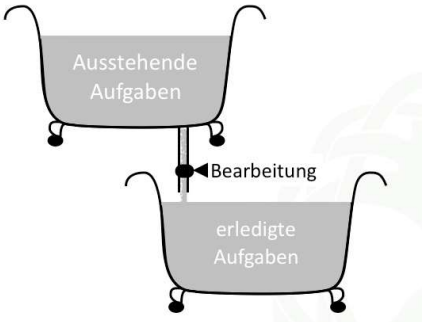


Abbildung 40 - Bestände und Flüsse („Badewannen-Sicht“).
Quelle: Kleemann, mit freundl. Genehm. von James M. Lyneis

Das grundlegende Muster des Nachbesserungszyklus besteht darin, das unvollständig bearbeitete Aufgaben weiterhin zu erledigende Aufgaben sind (Abb. 41).
Durch eine Zunahme an unvollständig bearbeiteten Aufgaben erhöht sich schleichend aber stetig der Anteil („die Badewannenfüllung“) der zu erledigende Aufgaben, die eigentlich schon hätten erledigt sein sollten aber nachgebessert werden müssen.
Allgemein betrachtet hat man damit nicht nur den ursprünglichen Aufwand für die definierten Aufgaben, sondern auch den zusätzlichen Aufwand für deren Nachbesserung. Wenn sich die Nachbesserung der Nachbesserung der Nachbesserung usw. aufsummieren, kann es in einem Projekt zu einem erheblichen und unerwarteten Arbeitszuwachs führen.

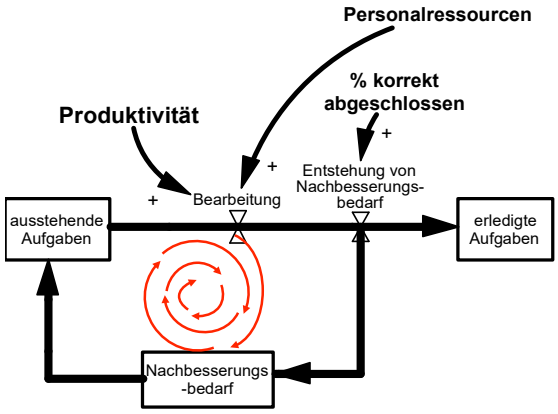


Abbildung 41 - Der Nachbesserungszyklus.
Quelle: Kleemann, mit freundl. Genehm. von James M. Lyneis

Zusätzlich ist nach „entdecktem“ und „unentdecktem“ Nachbesserungsbedarf zu unterscheiden (Abb. 42). Der unentdeckte Nachbesserungsbedarf birgt die Gefahr, dass der reale nicht mit dem angenommenen Projektfortschritt übereinstimmt, dieser somit möglicherweise überschätzt wird und falsche Entscheidungen getroffen werden.
Weitere Probleme können dadurch entstehen, dass in einem Projekt viele Prozesse sequenziell ablaufen, diese aber auf Prozessen bzw. auf den Ergebnissen von Prozessen auf-bauen, die ursprünglich nicht schnell genug oder nicht korrekt bearbeitet wurden. Wenn Arbeitspakete darauf angewiesen sind, dass andere Arbeitspakete erst einmal nachgebessert werden müssen, kann das ebenfalls zu Verzögerungen führen.

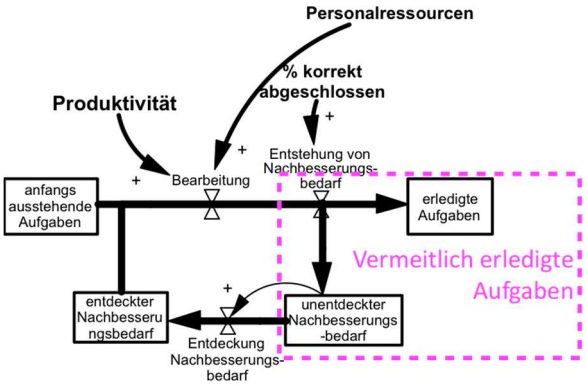


Abbildung 42 - Entdeckter und nicht-entdeckter Nachbesser-ungsbedarf. Quelle: Kleemann, mit freundl. Genehm. von James M. Lyneis

Wenn auf der Basis von scheinbar erledigten Aufgaben, welche unentdeckten Nachbesserungsbedarf enthalten, weitere Arbeitspakete begonnen werden, führt dies häufig zu Folgefehlern.

Steuerungseingriffe

Wenn ein Projekt aufgrund der durch den Nachbesserungszyklus entstehenden Probleme nicht im gewünschten Maße verläuft, werden Maßnahmen ergriffen, um die Produktivität zu steigern und die gewünschten Ergebnisse rechtzeitig zu erreichen. Typische Steuerungseingriffe (blau in Abb. 43) sind:

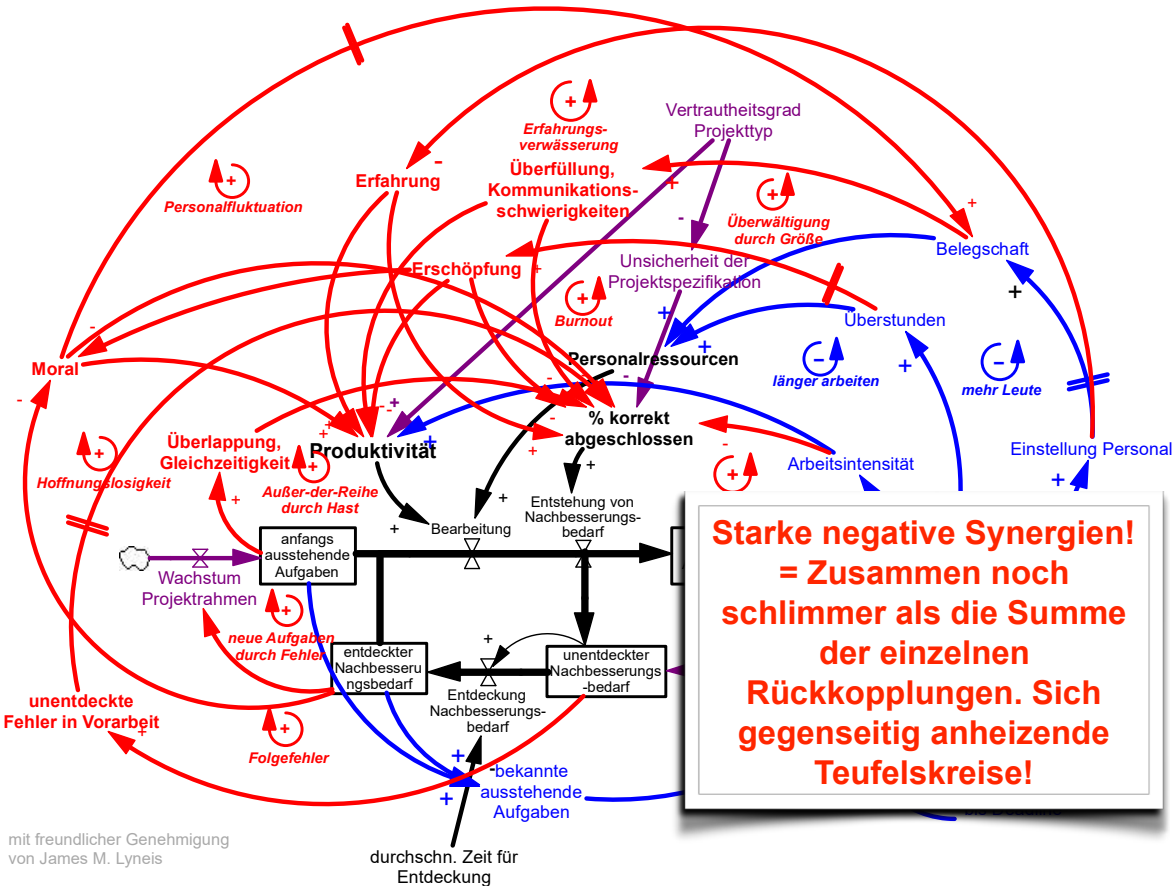
- Einsatz von Überstunden
- Einstellung von neuem oder mehr Personal
- Erhöhung der Arbeitsintensität, z.B. durch schnelleres Arbeiten, Einsparung von Pause
- Verhandlung mit Auftraggebern über Verschiebung des Fertigstellungstermins.

Viele der Steuerungseingriffe haben systemisch bedingt unerwünschte Nebenwirkungen (rot in Abb. 43):

- Wenn z.B. die Arbeitsintensität erhöht wird, kann es passieren, dass nicht mehr alle Aufgaben so gut absolviert werden wie zuvor, die Qualität leidet und das erzeugt zusätzlichen Nachbesserungsbedarf.
- Ab einer bestimmten Größe an Personalneuzugängen sind zusätzliche Managementmechanismen zu installieren, um die größere Anzahl an neuen Mitarbeiter*innen und deren Aufgaben zu managen.

- Viele Neuzugänge führen dazu, dass durchschnittlich weniger erfahrene Mitarbeiter*innen mit den Aufgaben betraut werden, wodurch die Produktivität und -qualität der Arbeit sinkt („Erfahrungsverwässerung"). Der neue Teil der Belegschaft ist nicht so erfahren und leistungsfähig. Zugleich muss ein Teil der erfahrenen Belegschaft Zeit darauf verwenden, die neuen Mitarbeiter*innen einzuarbeiten („Training") und steht damit nicht mehr in vollem Umfang der Bearbeitung der eigentlichen Aufgaben zur Verfügung.
- Wenn man im fortgeschrittenen Projektstadium entdeckt, dass immer mehr Aufgaben von denen man dachte, dass sie erledigt wären immer noch nicht wirklich fertig sind, kann die Motivation leiden oder es entstehen überarbeitungsbedingte Krankheitsausfälle und Erschöpfungszustände („Burn out").
- Weiterhin kann es passieren, dass aufgrund dieser Situation Mitarbeiter*innen kündigen, was bei erfahrenen Mitarbeiter*innen besonders kritisch ist.
- Weitere Probleme können entstehen, dass man unter Zeitdruck Aufgaben gleichzeitig beginnt und bearbeitet, die man eigentlich sequenziell machen müsste, weil das Eine der Input des Anderen ist (häufiger Nebeneffekt des sog. „Crashing" im konventionellen Projektmanagement). Wenn der Input nicht korrekt war entsteht aus den unentdeckten Fehlern in den Vorarbeiten ein weiterer Nachbesserungsbedarf.

Wenn die Qualität und Produktivität durch die o.g. Steuerungsmaßnahmen leiden, entstehen dadurch Arbeitspakete, die im Nachbesserungszyklus weitere Runden drehen und den Arbeitsprozess wiederum verlängern. Erschwerend kann hinzukommen, dass durch die zusätzlichen, unvorhergesehen aber „selbst produzierten" Änderungen neue Aufgaben entstehen, die vorher nicht zu erkennen waren und die den Projektrahmen während des Projektverlaufs anwachsen lassen. Wird zudem die ursprüngliche Planung während des laufenden Projektes abgeändert, kann dies bedeuten, dass Arbeitspakte, welche nach der vormaligen Planung korrekt ausgeführt worden sind, jetzt nach der neuen Planung nachgebessert werden müssen (violett in Abb. 43).
Nicht zuletzt haben all diese verschiedenen Effekte die unangenehme Angewohnheit, zusammenzuwirken. Es ergeben sich dann zusätzlich zu den Einzeleffekten Synergien und Verstärkungen aus den verschiedenen Überlagerungen der Einzeleffekte (Abb. 43).



mit freundlicher Genehmigung von James M. Lyneis

Abbildung 43 - Teufelskreise als Nebenwirkungen von Steuerungsmaßnahmen. Quelle: Kleemann, mit freundl. Genehm. v. J. M. Lyneis

Vorschläge im Umgang mit dem Nachbesserungszyklus

Der Nachbesserungszyklus und die Art und Weise, wie man diesen durch Steuerungsmaßnahmen zu kompensieren versucht, sind system-immanente Strukturen, die dazu führen, dass Projekte einerseits später fertig werden als ursprünglich geplant und dass die durch Steuerungsmaßnahmen ausgelösten und ineinander verschränken Wirkungsbeziehungen („Teufelskreise") den Bedarf an Zeit, Personal, Ressourcen u.a. für die Projektfertigstellung weiter erhöhen. Unentdeckte Fehler, Zuwachs an neuen Aufgaben sowie Planungsänderungen im laufenden Projekt sind weitere wichtige Parameter, die das Ergebnis beeinflussen. Gleiches gilt für den Vertrautheitsgrad mit der Aufgabe (= Planungserfahrung, violett in Abb. 43), denn diese beeinflusst nicht nur die Produktivität sondern im Fall der Planung auch die Unsicherheit in der Projektspezifikation und damit die Entstehung von Nachbesserungsbedarf. Den daraus resultierenden Problemen kann man nur durch eine von vornherein robust angelegte Projektstruktur (z.B. hinreichende Ressourcen, Zeitpuffer und Erfahrungswissen) begegnen:

- Arbeitsschleifen zur Nachbesserung explizit einplanen, z.B. auch in üblichen Steuerungswerkzeugen wie Gant-Diagrammen.
- Statt Ressourcen für Nachbesserungsbedarfe zu verschwenden, diese einplanen, um Nachbesserungsbedarfe frühzeitig zu entdecken und vorzubeugen.
- Am Projektanfang nicht zu viel Zeit mit Perfektionismus verschwenden („Cutting Chronos").
- Nicht „More of the same": Mit dem gleichen Verhalten werden keine neuen Ergebnisse produziert, d.h. es braucht für neue Ergebnisse einen anderen Ansatz.
- Kommunikation optimieren: Wenn etwas nicht funktioniert, müssen alle davon wissen.
- Gelebte Fehlerkultur: Entscheidend für den Informationsfluss ist, welche Anreize gesetzt werden („Wird belohnt oder bestraft, wenn jemand einen Fehler zugibt?").
- Koordinator*in: Es braucht jemanden im Team, der/die den Überblick hat, mit allen kommuniziert und effektiv steuert. Diese/r „steuert" auch die Fehlerkultur, d.h. er/sie sollte nicht bestrebt sein, das Gesicht zu wahren, sondern eigene Fehler offen zugeben und sich lernfähig zeigen.
- In vertraglichen Regelungen die Abgabetermine frühzeitig (nach hinten) anpassen.
- Vorsicht im Umgang mit Steuerungsmaßnahmen!

5. Ergebnisse zur Integralen Planung und Nachhaltigkeitszertifizierung (Group Model Building)

Aufbauend auf den allgemeinen Erkenntnissen zum Nachbesserungszyklus wurde im Workshop zusammen mit den Projektbeteiligten das generische (allgemeine) Systemmodell einer Projektstruktur durch die Themen „Integrale Planung" und „Nachhaltigkeitszertifizierung" erweitert, um ein tiefergehendes Verständnis über die projektspezifischen Probleme zu erlangen. Das Ergebnis wurde in einem qualitativen Wirkungsdiagramm dokumentiert, das aus vier miteinander verschränkten Teilsystemen besteht: Im Zentrum stehen der Planungsprozess (Teilsystem A) und die Bauausführung (Teilsystem B), die mit den Themen „Integrale Planung" (Teilsystem C) und „Nachhaltigkeitszertifizierung" (Teilsystem D) ergänzt wurden (Abb. 44 und vergrößerte Darstellung im Anhang).

Das im Systemdiagramm dargestellte Wirkungsgefüge ist eine Synthese aus den Diskussionsbeiträgen und erhebt nicht den Anspruch auf Vollständigkeit. Das Bild repräsentiert das Wissen und die Bewertung der Beteiligten im Rahmen eines stark begrenzten Diskussionszeitraums. Mit Hilfe des Systemdiagramms sollten Erkenntnisse über allgemeine Wirkungsabhängigkeiten zu den in der Diskussion behandelten Themen gewonnen werden, um auf andere Planungs- und Bauprozesse übertragbare Systembeziehungen zu identifizieren. Zur besseren Lese- und Unterscheidbarkeit sind die im Systemdiagramm bezeichneten Einflussfaktoren („Variablen" oder „Parameter") <u>unterstrichen</u> dargestellt. Im Folgenden werden die wichtigsten Variablen näher beschrieben.

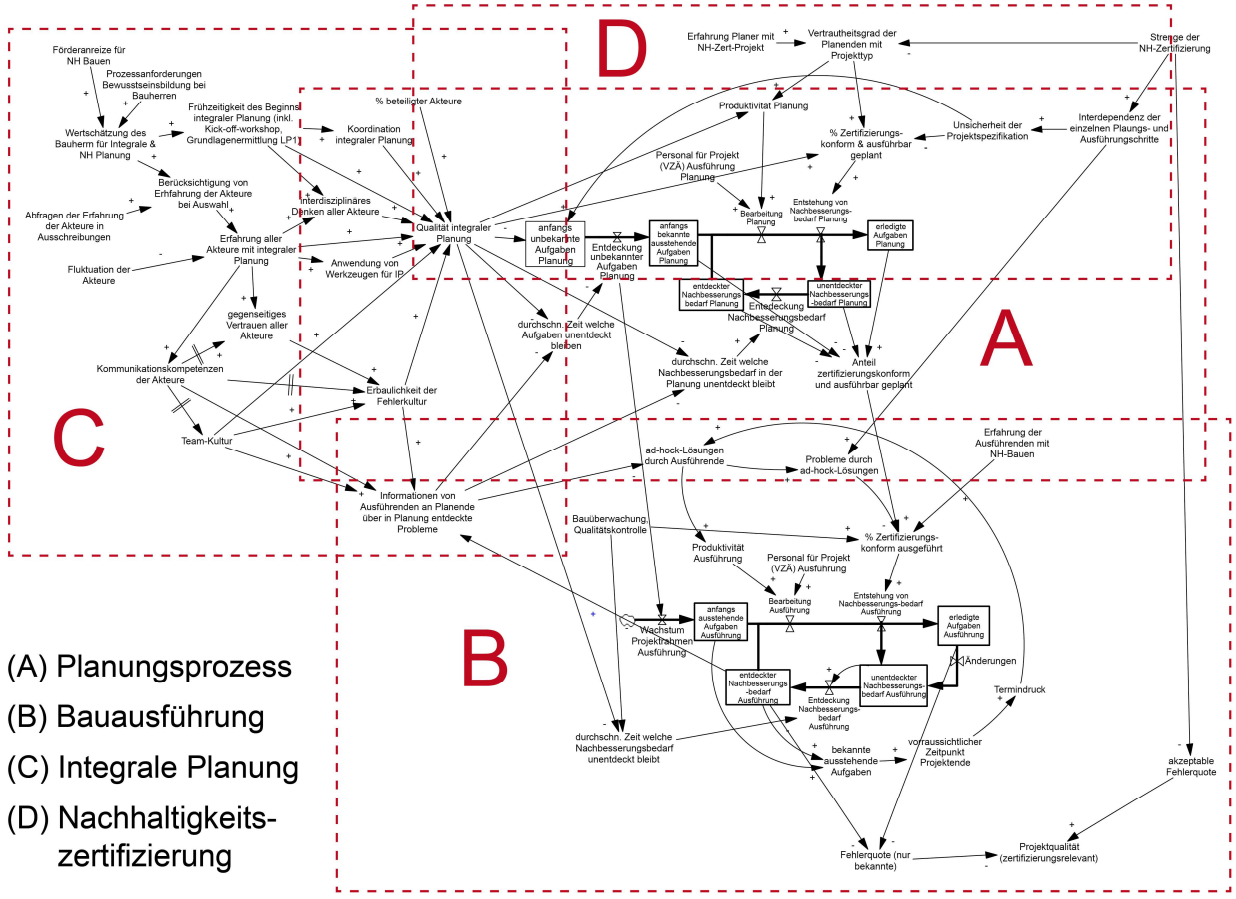


Abbildung 44 - Wirkungsdiagramm mit Darstellung der Themenfelder. Quelle: Workshop-Teilnehmer*innen, Umsetzung: Kleemann.

Teilsystem A – „Planungsprozess“ und Teilsystem B – „Bauausführung“

Der Planungsprozess und die Bauausführung dienten als Ausgangs- und Bezugspunkt für die Systemmodellierung. Als Systemstruktur ist ihnen jeweils der typische Nachbesserungszyklus eingeschrieben mit dem Wirkungsgefüge, wie in Abb. 41 - 43 dargestellt und beschrieben. Schon hieraus lassen sich typische Problem bei der Planung und Realisierung von Bauvorhaben erklären, wie Termin- und Kostenüberschreitungen oder Qualitätsminderung. Das Anliegen der integralen Planung und von Nachhaltigkeitszertifizierung ist im Wesentlichen, diesen Problemen entgegenzuwirken. Als Steuerungsmaßnahmen droht aber die Gefahr, dass sie selbst zu Treibern von Nachbesserungsbedarfen werden. Daher galt es die wichtigsten Parameter dieser „Teilsysteme“ zu benennen und deren Einfluss auf die Kernprozesse Planung und Bauausführung zu untersuchen.

Teilsystem C – „Integrale Planung“

Die Diskussion zeigte, dass die „Qualität integraler Planung“ eine zentrale Rolle für das Erreichen der gewünschten Nachhaltigkeitsziele spielt. Dieser Parameter wird wiederum selbst maßgeblich von weiteren Variablen beeinflusst, insbesondere:

(1) Erfahrungen aller Akteure mit integraler Planung
(2) Wertschätzung des Bauherren für integrale und nachhaltige Planung
(3) Team-Kultur
(4) Kommunikationskompetenzen
(5) Erbaulichkeit der Fehlerkultur
(6) Frühzeitigkeit des Beginns integrale Planung inklusive Koordination
(7) Anwendung von Werkzeugen für integrale Planung

(1) Erfahrungen aller Akteure mit integraler Planung
Entscheidend für die Qualität integraler Planung ist die richtige Teamzusammensetzung, die maßgeblich vom Bauherren bestimmt wird. Kriterien hierfür sind interdisziplinäres Denken, die Fachkompetenzen der Planer sowie Kommunikationskompetenzen, was zusammengenommen auf den Vertrautheitsgrad der Planenden mit der Projektspezifikation und so auf die Anfälligkeit von Fehlererzeugung und deren Bewältigungskapazität auswirkt.
Die Entstehung von Nachbesserungsbedarf in der Planung und Ausführung wird dadurch reduziert.

(2) Wertschätzung des Bauherren für Integrale & NH Planung
Eine entscheidende Rolle kommt der Steuerungsaufgabe des Bauherrn zu. Eine integrale Planung funktioniert nur, wenn das gesamte Team ein gemeinsames Ziel- und Planungsverständnis entwickelt, das zu allererst vom Bauherrn gewünscht und unterstützt werden muss. Die Architekten und andere Planer können eine integrale Planung nicht von sich aus initiieren. Der Bauherr bestimmt durch die Beauftragung der Akteure die Qualität des Planungsteams. Es bedarf eines ambitionierten Bauherrn mit der Bereitschaft, für integrale Planung und die Realisierung konkreter Nachhaltigkeitsziele anfänglich mehr Geld auszugeben, in dem Wissen, dadurch im Projektverlauf bzw. über den Nutzungszeitraum hinweg Geld wieder einzusparen. Dabei macht es einen großen Unterschied, ob der Bauherr einmalig (als „Einzeltäter“) oder wiederholt (als „Wiederholungstäter“) tätig ist.
Wenn über einen Wettbewerb oder eine direkte Beauftragung könnte bereits mit der integralen Planung vertraute Planer verpflichtet werden, würde das Erreichen der gewünschten Nachhaltigkeitsziele fördern, was aber ggf. im Widerspruch zu Regelung des öffentlichen Vergaberechts stehen könnte.

(3) Team-Kultur
Integrale Planung ist eine Haltung und Planungskultur. Ein inter-disziplinäres Team besteht aus Akteuren verschiedener Planungsgewerke, das aufgrund gemeinsam geteilter Absichten und Ziele eine stärkere soziale Interaktion als normale Gruppen hat und dadurch eine höherwertige Planungsperformance aufweist. Dafür muss das ganze Team eine gemeinsame Vorstellung der zu erreichenden Ziele entwickeln. Idealerweise treffen sich hierfür alle Akteure in einem sogenannten Kick-off-Workshop, um von Beginn an ein gemeinsames Planungsverständnis zu entwickeln. Diese werden in Form von Zielvereinbarungen („Lasten- und Pflichtenheft“) festgehalten, so dass jeder Beteiligte sieht, welche Projektziele verfolgt werden und in welcher Prozessqualität miteinander gearbeitet werden soll. Voraussetzung für eine gute Team-Kultur ist eine funktionierende Diskussions- und Kommunikationskultur (Kommunikationskompetenzen) sowie ein guter Austausch von Informationen als Bedingung für ein vertrauensvolles Verhältnis im Team. Das unterstützt die Erbaulichkeit der Fehlerkultur, wodurch Fehler vermieden oder früher erkannt werden können. Es kommt dann z.B. weniger zu ad-hoc-Lösungen durch Ausführende, weil Handwerker und Planer besser miteinander kommunizieren. Bei einem eingespieltem Team bedeutet integrale Planung dann auch keinen (nennenswerten) Mehraufwand für den Planungsprozess. Es kann sich lohnen mehr in Planung zu investieren, wenn dadurch in den weiteren Projektphasen Ressourcen gespart werden.

(4) Kommunikationskompetenzen
In der integralen Planung sind besondere Kommunikationskompetenzen erforderlich. Damit ist nicht nur der Auszutausch von Pläne gemeint, sondern sind soziale Kompetenzen erforderlich, damit das Team ein gemeinsames Planungsverständnis entwickelt.

(5) Erbaulichkeit der Fehlerkultur
Ein Ausdruck von der Qualität der Team-Kultur ist die Erbaulichkeit der Fehlerkultur. Nur wenn Nachbesserungsbedarfe - insbesondere Planungs- oder Ausführungsfehler - frühzeitig erkannt werden lassen sie sich rechtzeitig korrigieren. Hierfür braucht es das Vertrauen Fehler zu benennen. Gerade bei sehr großen Projekten muss man gegenseitiges Vertrauen aufbauen, da bei einer großen Anzahl von Beteiligten eine unmittelbare Kontrolle des Einzelnen nicht mehr möglich ist. Hier spielt der Teamgeist-Gedanke hinein, wo auch „am Ende der Kette“ sich die Beteiligten noch trauen, Rückfragen zu stellen oder Fehler anzumelden. Eine Bedingung hierfür sind vollständige Kommunikationsprozesse (und Informationsflüsse) sowie eine aktive Pflege der Team-Kultur.

(6) Frühzeitigkeit des Beginns integrale Planung inkl. Koordination
Bereits zum Projektbeginn wird (zumeist) vom Bauherrn und dem Architekten über das Programm entschieden und somit wichtige Weichen gestellt. Die integrale Planung sollte daher bereits frühzeitig im Rahmen der Grundlagenplanung (Leistungsphase 1) beginnen und alle relevanten Planer einbeziehen. Kritisch wird hier die Vergabekultur gesehen: Zumeist wird eine Ausschreibung erstellt, um den kostengünstigsten („billigsten") Bieter zu nehmen, anstatt ein Team aus erfahrenen bzw. für die integrale Planung motivierten Planern zu bilden.
Das Team muss sich rechtzeitig formen. Wenn bei den einzelnen Akteuren entsprechende Erfahrungen zur integralen Planung bestehen, läuft ein Projekt erfahrungsgemäß gut und auch weniger erfahrene Akteure werden im Team schnell integriert. Aus der Systemanalyse lässt sich folgende, grundlegende These ableiten:
Je früher die integrale Planung einsetzt, desto weniger Nachbesserungsbedarf entsteht, da die Planung hochwertiger ausgeführt und die Projektspezifikationen besser gehandhabt werden. Es entstehen weniger Fehler und der Nachbesserungszyklus wird drosselt.

(7) Anwendung von Werkzeugen für IP
Um Ad-hoc-Lösungen zu minimieren und die Erbaulichkeit der Fehlerkultur zu steigern ist der Einsatz „neuer" Planungswerkzeuge nützlich. Folgende Planungswerkzeuge wurden im Rahmen des Workshops angesprochen:
a) Kontextanalyse: Herr Löhnert stellt mit der Kontextanalyse eine Methode vor, wie man in interdisziplinären Teams Probleme, Aufgabenstellungen und Zielsetzungen ganzheitlich strukturiert dargestellt werden können, um tragfähigen Lösungen zu entwickeln (Löhnert, Beitrag im Workshop am 09.03.2018, 2018).
b) Lean building – lean construction: In einem anderen Variowohnungen-Projekt wurde ein Verfahren vorgeschlagen, wo in der Ausführungsphase durch regelmäßigen Sitzungen ein Teamverständnis generiert werden soll und die ausführenden Firmen bei der Terminfortschreibung durch eigene Zusagen, bis wann was in welchen Abhängigkeiten erfolgen kann, eingebunden werden (Dorn-Pfahler, 2018).
c) Integrales BIM-Modell: Beim Variowohnungen-Projekt in Kassel sollen in einem dreidimensionalen Gebäudemodell (BIM-Modell) auch die Genehmigungsbehörden und ausführenden Firmen beteiligt werden, dieses fortzuschreiben und gemeinsam weiter zu planen (Dorn-Pfahler, 2018).

Teilsystem D – „Nachhaltigkeitszertifizierung"

Das Ziel der Nachhaltigkeitszertifizierung liegt darin, von Projektbeginn an eine projektbegleitende Qualitäts-sicherung und -kontrolle im Hinblick auf definierte und vereinbarte Nachhaltigkeitsziele zu gewährleisten.
Das erfolgt zumeist im Rahmen einer integralen Planung in einem interdisziplinären Projektteam.
Die „klassische" Projektsteuerung mit Kosten- und Termindruck, kann hingegen kontraproduktiv sein, da die komplexen Wirkungsbeziehungen zumeist nicht hinreichend berücksichtigt werden. Eine weitergehende Absicht von Nachhaltigkeitszertifizierung liegt darin, die Planungs- und Baukultur weiterzuentwickeln und Bauherrn, die sich für nachhaltige Bauweisen engagieren, auch die Möglichkeit einer öffentlichkeitswirksamen Darstellung zu bieten, z.B. für Marketingzwecke. Ergänzend zu den Parametern zur „Integralen Planung" sind weitere Parameter im Teilsystem „Nachhaltigkeitszertifizierung" zu berücksichtigen, die drei wichtigsten sind:

- (1) Vertrautheitsgrad der Planenden mit Projektspezifikation
- (2) Strenge des Nachhaltigkeitssystems
- (3) Bauüberwachung, Qualitätskontrolle.

(1) Vertrautheitsgrad der Planenden mit Projektspezifikation
Es gibt Aufgaben und Projekte, mit denen man vertraut ist, weil sie schon oft bearbeitet wurden. Dem gegenüber stehen Aufgaben und Projekte, die einem weniger vertraut sind. Die Variable Vertrautheitsgrad der Planenden mit Projektspezifikation kommt nicht aus der Nachhaltigkeitszertifizierung, sondern ist eine allgemeine Variable, die Projekt- und Akteur-bezogen unterschiedlich Anforderungen aufweist. Das können besondere Rahmenbedingungen sein, z.B. Denkmalschutz oder Sanierung / Bauen im Bestand oder die Nachhaltigkeitszertifizierung selbst.

Je niedriger der Vertrautheitsgrad der Planenden mit einem Thema ist, desto höher ist die Unsicherheit der Projektspezifikation. Wenn die Unsicherheit in der Projektspezifikation hoch ist, sinkt der Anteil der Aufgaben, die in dem Projekt abgeschlossen und es entsteht ein höherer Nachbesserungsbedarf. Wenn der Nachbesserungsbedarf dann entdeckt wird, steigt die Anzahl der Aufgaben und der Termindruck, was wiederum die Fehleranfälligkeit erhöht usw. - und zu den unerwünschten Nebenwirkungen von Steuerungsmaßnahmen führt. Wenn ein Projekttyp gänzlich unbekannt ist, kann das dazu führen, dass zu Beginn nicht alle wichtigen Aufgaben erkannt werden. Wenn diese erst im Laufe des Projektes bekannt werden, erhöht sich schleichend das Aufgabenvolumen.

Wenn hingegen Akteure mit Vorerfahrungen (die also bereits mit Nachhaltigkeitskriterien arbeiten) geringe Probleme mit Nachhaltigkeitszertifizierung haben, wirkt sich die Strenge der Nachhaltigkeitszertifizierung nur über die Variable Vertrautheitsgrad auf die Qualität aus. Je höher der Vertrautheitsgrad ist, desto geringer ist die Unsicherheit der Projektspezifikation. Das hat auch Auswirkungen auf die Produktivität: Wenn man etwas macht, was man immer schon gemacht hat, kann man das effizienter erledigen und die Nachbesserungsbedarfe sinken.

(2) Strenge des Nachhaltigkeitssystems
Systemisch betrachtet hängt von der Strenge der Nachhaltigkeitszertifizierung ab, wie viele Unsicherheiten in der Projektspezifikation entstehen, was wiederum Auswirkungen auf den Vertrautheitsgrad hat: Je strenger die Zertifizierung desto geringer der Vertrautheitsgrad. Die Zertifizierungssysteme dgnb, BNB oder NaWoh unterscheiden sich hinsichtlich der zu erfüllen Bedingungen, deren Anforderungsniveau z.B. durch Zertifikaten in Gold, Silber oder Bronze (dgnb / BNB) ausgedrückt wird. Bei NaWoh sind 57 Steckbriefe zu bewältigen, die miteinander in Wechselwirkung stehen. Einige sind rein deskriptiver Art, d.h. es sind die getroffenen Maßnahmen zu dokumentieren, ohne dass die Qualität des Ergebnisses bewertet wird (z.B. Rückbau- oder Umnutzungskonzept).

(3) Bauüberwachung, Qualitätskontrolle
Die Variable Bauüberwachung, Qualitätskontrolle ist zentraler Bestandteil des Qualitätsmanagements eines Projekts. Die Beschreibung der Prozessqualität bezieht sich auf den gesamten Planungs- und Umsetzungsprozess. Für die verschiedenen Projektphasen ist hierbei nach *Qualitätssicherung* (Planung), *Qualitätskontrolle* (Ausführung) und *Monitoring* (Betriebsphase) zu unterscheiden (Löhnert, Beitrag im Workshop am 09.03.2018, 2018):

a) Qualitätssicherung beschreibt eher konzeptionell die Planungs- bzw. Projektziele und achtet darauf, dass die Planungsziele auch bis in die Ausschreibungsunterlagen hinein umgesetzt werden. Das Wichtigste ist daher zunächst eine umfassende Abbildung der Nachhaltigkeitsspezifikationen in den Leistungsbeschreibungen. Im nächsten Schritt gilt dann zu prüfen, ob die Anbieter auch wirklich das leisten, was ausgeschrieben ist

b) Bei der Qualitätskontrolle geht es um die physische Kontrolle des vorhandenen Gebäudes und der ausgeführten Baumaßnahmen. Das kann mit entsprechenden Methoden auch überprüft werden, z.B. Blower-Door-Test für die Luftdichtigkeit. Hier sind vor allem die Bauleitung und die Fachbauleitung in der Pflicht, zu überprüfen, ob die im Leistungsverzeichnis beschriebene Qualität auch umgesetzt wurde. Für das Erreichen der Nachhaltigkeitsziele ist daher eine Begleitung während der Umsetzungsphase essentiell, da nur die ständige Kontrolle während des Bauprozesses sicherstellt, dass die Maßnahmen tatsächlich entsprechend der Zielvorgaben umgesetzt wurden.

c) Darüber hinaus sollte nach Fertigstellung und Inbetriebnahme eine Erfolgskontrolle durch ein Monitoring erfolgen. Zu einer umfassenden Nachhaltigkeitsbetrachtung gehört daher z.B. auch eine Befragung der Nutzer nach deren Wohlbefinden, um die technischen, baulichen und organisatorischen Systeme eventuell zu justieren. Das Monitoring ist eine Voraussetzung für die Betriebsoptimierung, eine Planungsaufgabe, die zumeist aber nicht beauftragt wird

Die Anforderungen an Bauüberwachung und Qualitätskontrolle sind nicht von der Strenge der Zertifizierung abhängig, da die Ausschreibung der Produkte (Leistungsverzeichnisse) zunächst nicht mit der Bauüberwachung zusammenhängen. Wenn aber nicht richtig ausgeschrieben wurde tritt man in die Falle der Nachtragsforderungen, wo durch Nachträge zu unvollständig beschriebenen Bauleistungen Nachforderungen geltend gemacht werden. Das kann nur vermieden werden, wenn eine Qualitätssicherung besteht, die zunächst die Baustoffe qualitativ richtig beschreibt, und über die Kompetenz verfügt, zu prüfen, ob das was die angeboten wurde auch korrekt ist und in die entsprechende Verträge einfließt.

Die Nachhaltigkeitsanforderungen müssen von der Planung bis zur Ausführung durch die Handwerker konsistent weitergegeben und überprüft werden - bis hin zur eigenen Qualitätskontrolle durch die Firmen, die auf die Baustelle kommen. Letztlich entscheiden auch die Handwerker selbstständig auf der Baustelle, und der Verfall an handwerklicher Qualität kann an dieser Stelle durch Industrialisierung und Vorfertigung nicht aufgefangen werden (z.B. aufgrund eines fehlenden Qualitätsbewusstseins oder Kommunikationsgrenzen bei der sprachlichen Darstellung in Leistungsbeschreibungen).

6. Schlussfolgerungen hinsichtlich des Variowohnungen-Projekts

Viele projektspezifische Probleme und Ergebnisse (z.B. Bauzeitüberschreitung) lassen sich mit der Kenntnis des Nachbesserungszyklus und im systemischen Zusammenwirken der verschiedenen Projektparameter besser nachvollziehen. Hinsichtlich der Nachhaltigkeitszertifizierung wurde im Variowohnen-Projekt Berlin-Grunewald als Hauptproblem die späte Beauftragung der Begleitforschung benannt. Bedingt durch die verfahrenstechnischen Abläufe zur Vergabe des Förderbescheids konnte mit der NaWoh-Zertifizierung erst begonnen werden, als die Ausführungsplanung bereits fertiggestellt und einige der Hauptgewerke vergeben waren. Aus einer „planungsbegleitenden“ Beratung wurde eine eher „baubegleitende“ Beratung. Die Folge waren partiell planerische Nachbesserungsbedarfe sowie Nachträge. Sinnvoll für zukünftige Förderprogramme wäre daher eine frühzeitige Beteiligung der Begleitforschung mindestens in Leistungsphase 2.

Durch die Nachhaltigkeitszertifizierung ergeben sich höhere Anforderungen an Planungs- und Bauprozesse und teilweise an Baustandards. Erhöhte Baustandards, wie Ausstattung mit LED-Leuchten, waren bereits in der ursprünglichen Planung berücksichtigt, so dass hieraus keine Mehrkosten infolge der Nachhaltigkeitskriterien verbunden waren. Weitere Anforderungen, die sich aus den Standortspezifika ergeben (z.B. Schallschutz Autobahn) wurden von den Architekten und Fachplanern zwar bewältigt, waren aber auch mit Mehrkosten verbunden und wurden z.T. als Besondere Leistungen (für die Fachplaner) separat honoriert. An konkreten Planungsänderungen und Aufwendungen ergaben sich u.a. Änderungen in einigen Leistungsverzeichnissen (z.B. Vorbemerkungen bei den zusätzlichen technischen Vertragsbedingungen zum Ausschluss bestimmter Schadstoffe), Änderungen beim Trockenbau und bei der Verglasung einiger Fenster (Verbesserung des Schallschutzes). Für den Bauherren entstanden damit zwar zusätzliche Kosten - die im konkreten Fall durch die Förderung gedeckt waren -, er bekam dafür aber auch ein hochwertigeres Gebäude.

Die Bauzeitüberschreitung hat ökonomische Auswirkungen auf den Bauherren, da die Wohnungen erst später vermietet werden können. Sie hat aber auch Auswirkungen auf die Wirtschaftlichkeit der Architektenleistungen, die aufgrund der Bauzeitverlängerung kein zusätzliches Honorar gelten machen konnten, obwohl damit ein zusätzlicher Koordinationsaufwand verbunden war. Bei zusätzlichem Arbeitsaufwand und gleichbleibendem Honorar sinkt der finanzielle Ertrag oder führt sogar zu einem finanziellen Defizit. Die wesentlichen Gründe für die Überschreitung der Gesamtbauzeit (Lieferschwierigkeiten, konjunkturelle Überlastung der Firmen, Witterungseinflüsse u.a.) wurden bereits in Kap. 4 d benannt, sie werden aber auch durch die vertraglichen Regelungen mit den Baufirmen beeinflusst. So wurde bei der Vertragsgestaltung mit den Baufirmen auf Vereinbarungen von Vertragsstrafen bei der Nichteinhaltung von Lieferterminen verzichtet. Somit fehlte der Bauleitung das erforderliche Druckmittel, um eine zeitgerechte Erfüllung der Bauverträge einzufordern und ggf. zu sanktionieren.

Durch die Vereinbarung einer Vertragsstrafe soll im Schadensfall dem Bauherrn der Nachweis des konkreten Schadens erspart bleiben. Da die Baufirmen die möglichen Konsequenzen von Vertragsstrafen einkalkulieren, kann das zu höheren Angebotspreisen führen, weshalb bei der Auftragsvergabe von diesem Instrument häufig abgesehen wird - was aus systemischer Perspektive aber mit ungünstigen Auswirkungen auf das Projektmanagement verbunden ist.

Für die Begleitforschung war die späte Beauftragung mit Herausforderungen verbunden, weil nicht alle dringenden Aufgaben gleichzeitig bearbeiten werden konnten. Entsprechend mussten Prioritäten für die Bearbeitung gesetzt werden (zunächst Durchsicht und Ergänzungen bei den Leistungsverzeichnissen, dann Betrachtung der Lebenszyklusbilanz). Auf wesentliche planerische und konstruktive Entscheidungen konnte keinen Einfluss mehr genommen werden, daraus ergeben sich z.B. bei einigen Konstruktionen höhere CO_2-Emissionen, z.B. für Beton der Bodenplatte. Insgesamt können die Qualitäten des Planungsprozesses (Prozessqualität) als auch des Gebäudes selbst aber als gut eingeschätzt werden. Mit dem Problem, dass aufgrund der Zertifizierung erhöhte, über den gesetzlich üblichem Standard hinausgehende Anforderungen zu einem spätem Zeitpunkt des Planungsprozesses zu realisieren waren, sind alle Beteiligte (einschließlich Konformitätsprüfung) sehr konstruktiv und pragmatisch umgegangen. Die an der Planung und Ausführung beteiligten Akteure arbeiteten gut zusammen und der Bauherr kompensierte erforderliche Leistungen in einzelnen Bereichen durch Nachbeauftragungen. Daraus lässt sich die Empfehlung ableiten, den Prozess offen und flexibel zu halten, um den Bauherren die Möglichkeit zu geben, bei Mehrkosten sinnvoll nachzusteuern.

Der Bauherr und die Planer erkennen laut eigenem Bekunden (im Workshop am 09.03.2019) in der Arbeit mit der Nachhaltigkeitszertifizierung einen nützlichen Wissenszuwachs, der neuen Projekten zugute kommt. Insbesondere der Projektleiter des Bauherrn sieht eine wichtige Aufgabe darin, dieses Wissen im Unternehmen umfassender zu kommunizieren, damit es in neuen Projekten angewendet wird, sofern es die Rahmenbedingungen zulassen. Dem Bauherren sollte durch eine umfassendere Betrachtung der Baumaßnahme im Lebenszyklus bewusster werden, welchen Einfluss bauliche Standards auf den Gebäudebetrieb und die Kurz-, Mittel- und Langfristfinanzierung haben. Daraufhin abgestimmte Planungsziele und Planungsprozesse gewinnen an Bedeutung, um eine langfristig kosteneffizient betreibbare Immobilie zu entwickeln.

5 Literatur

Aust, J. (2018). *Nachhaltiger und bezahlbarer Bau von Variowohnungen. Wissenschaftliche Ermittlung und Vergleich von Lebenszykluskosten verschiedener Bauweisen am Beispiel des Neubaus „Wohnhaus für Studierende“ in Berlin Grunewald.* Masterarbeit im Studiengang Architektur an der Beuth-Hochschule für Technik Berlin .

BBSR. (2019). *eLCA*. Abgerufen am 21. 06 2019 von https://www.bauteileditor.de/

BBSR. (15. 04 2019). *Variowohnungen*. Von Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR): https://www.zukunftbau.de/variowohnungen/ abgerufen

BfK. (1996). *TOP Teamorientiertes Planen mit dem neuen Leistungsmodell 95 des SIA (LM 95). Bundesamt für Konjunkturfragen.* Von http://www.energie.ch/bfk/ravel/305D.pdf abgerufen

BKI. (2018). *BKI Baukosten Neubau 2018. Baukosteninformationszentrum Deutscher Architektenkammern* (Bde. Gebäude, Positionen, Bauelemente). Müller, Rudolf.

BMU, Pressemitteilung Nr. 042/18. (23. 02 2018). *Bundesbauministerium fördert 555 Vario-Wohnungen für Studierende und Azubis in Thüringen* . Abgerufen am 2016. 06 21 von https://www.bmu.de/meldung/bundesbauministerium-foerdert-555-vario-wohnungen-fuer-studierende-und-azubis-in-thueringen/

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) Referat II 3, Forschung im Bauwesen und Gebäudemanagement. (2019). *Zukunft Bau: Modellvorhaben - Übersicht*. Abgerufen am 04-06 2019 von https://www.zukunftbau.de/variowohnungen/02-modellvorhaben/02-modellvorhaben/

Dorn-Pfahler, S. (2018). Beitrag im Workshop am 09.03.2018.

eGain Energiedienstleistungen GmbH. (2019). *Egain Edge - egain*. Abgerufen am 25. 06 2019 von https://www.egain.io/de/unsere-plattform/egain-edge/

FHP. (2019). Abgerufen am 09.07. 2019 von Forschendes Lernen an der FH Potsdam. Fachhochschule Potsdam: https://www.fh-potsdam.de/lehren/forschendes-lernen/

Fuchs, M. (05 2013). *Systematik für Nachhaltigkeitsanforderungen in Planungswettbewerben (SNAP). Autoren: Matthias Fuchs, Franziska Hartmann, Johanna Henrich, Christian Wagner.* Abgerufen am 03.03. 2018 von https://www.nachhaltigesbauen.de/fileadmin/pdf/veroeffentlichungen/SNAP_1_Empfehlungen-korr.pdf

Garret, J. (2003). *The Elements of User Experience: User-Centered Design for the Web.* (a. D. AIGA-American Institute of Graphic Arts, Hrsg.) New York.

Löhnert, G. (2002). *Der Integrale Planungsprozess. Eine Serie in vier Teilen: Grundlagen, Wirkungs-zusammenhänge, Empfehlungen, Der NAVIGATOR.*

Löhnert, G. (2018). Beitrag im Workshop am 09.03.2018. Berlin.

Lyneis, J., & Ford, D. (2007). System Dynamics Applied to Project Management. *System Dynamics Review Volume 23 Number 2/3*.

NaWoh. (2019). *Nachhaltigkeit im Wohnungsbau. Verein zur Förderung der Nachhaltigkeit im Wohnungsbau e.V.* (G. B.-u. Immobilienunternehmen, Herausgeber) Abgerufen am 2017-2019 von http://www.nawoh.de/

Prytula, M., Schröder, T., & Mieg, H. (2017). *Inter- und Transdisziplinarität.* (H. Mieg , & J. Lehmann, Hrsg.) Frankfurt a.M.: Campus.

Schneider et al. (16. 10 2015). *Projektplattform Energie*. Abgerufen am 21. 06 2019 von Leitfaden 01Ökologische Kenndaten Baustoffe und Bauteile: https://www.ppe.tum.de/fileadmin/w00bqx/www/content_uploads/151016_Leitfaden_OEkologische_Kenndaten.pdf

Schwerdtner, P. e. (2019). *OI + BAU – Optimierung der Initiierung komplexer Bauvorhaben.* Autoren: Patrick Schwerdtner, Tanja Kessel, Carsten Roth, Shayan Ashrafzadeh Kian, Michael Bucherer, Darja Möhlmann, Felix Schippmann, Regina Sonntag, Tino Uh.

TU München, Schneider, Pfoh, Grimm. (16. 10 2015). *Projektplattform Energie* . Abgerufen am 21. 06 2019 von Leitfaden 01Ökologische Kenndaten Baustoffe und Bauteile: https://www.ppe.tum.de/fileadmin/w00bqx/www/content_uploads/151016_Leitfaden_OEkologische_Kenndaten.pdf

Vennix, J. A. (1996). *Group Model Building: Facilitating Team Learning Using System Dynamics* . Chichester: John Wiley & Sons.

Verein zur Förderung der Nachhaltigkeit im Wohnungsbau e.V. (kein Datum). *Nachhaltigkeit im Wohnungsbau*. (G. B.-u. Immobilienunternehmen, Herausgeber) Abgerufen am 2017-2019 von http://www.nawoh.de/

Voss, K. (2005). *Bürogebäude mit Zukunft. Konzepte, Analysen, Erfahrungen. Autoren: Karsten Voss, Günther Löhnert, Sebastian Herkel, Andreas Wagner, Matthias Wambsganß (Hrsg.)*. Berlin: Solarpraxis GmbH.

WECOBIS / BMI und ByAK. (o.J.). *WECOBIS*. Abgerufen am 2017-2019 von Ökologisches Baustoffinformationssystem: https://www.wecobis.de/

Williams, T. (2003). *Mangement von komplexen Projekten - Projektrisiken durch quantitative Modellierungstechniken steuern. , 314 S.* Wiley-VCH.

6 Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 - Wohnhaus für Studierende Berlin Grunewald, Foto: FH Potsdam 5
Abbildung 2 - Integrale Planung zur Koordination der vielfältigen Planungsparameter 15
Abbildung 3 - Übliche Beurteilung der Effizienz von Baumaßnahmen 15
Abbildung 4 - Beurteilung der Effizienz über den Lebenszyklus des Gebäudes 16
Abbildung 5 - Zeitplan zum Projektverlauf von Bauvorhaben und Begleitforschung 18
Abbildung 6 - Vereinfachte Darstellung der Projektstruktur mit Beziehungen der Akteursrollen und Arbeitsprozessen 20
Abbildung 7 - KG 320 Gründungen - Bauteilaufbau Varianten 26
Abbildung 8 - KG 320 Gründungen - LCA 27
Abbildung 9 - KG 320 Gründungen - LCC 28
Abbildung 10 - KG 330 Außenwand - Bauteilaufbau Varianten 29
Abbildung 11 - KG 330 Außenwand - LCA 30
Abbildung 12 - KG 330 Außenwand - LCC 31
Abbildung 13 - KG 334 Fenster - Bauteilaufbau Varianten 32
Abbildung 14 - KG 334 Fenster - LCA 33
Abbildung 15 - KG 334 Fenster - LCC 34
Abbildung 16 - KG 340 Innenwand - Bauteilaufbau Varianten 35
Abbildung 17 - KG 340 Innenwand - LCA 36
Abbildung 18 - KG 340 Innenwand - LCC 37
Abbildung 19 - KG 350 Decken - Bauteilaufbau Varianten 38
Abbildung 20 - KG 350 Decken - LCA 39
Abbildung 21 - KG 350 Decken - LCC 40
Abbildung 22 - KG 360 Dach - Bauteilaufbau Varianten 41
Abbildung 23 - KG 360 Dach - LCA 42
Abbildung 24 - KG 360 Dach - LCC 43
Abbildung 25 - Umweltfolgewirkungen aus Nutzungsphase (EnEV) und Lebenszyklus 44
Abbildung 26 - Wertungsergebnisse nach Kategorien 49
Abbildung 27 - Wertungsergebnisse nach Nutzungsvarianten 53
Abbildung 28 - Anzahl der Steckbriefe mit Änderungsbedarfen durch Nachhaltigkeitskoordination 57
Abbildung 29 - Änderungsbedingte Mehrkosten unterschieden nach Planung und Bauausführung 57
Abbildung 30 - Nachhaltigkeitsbewertung mit SNAP / Projekt 1 – Berlin Grunewald 64
Abbildung 31 - Nachhaltigkeitsbewertung mit SNAP / Projekt 2 – Berlin Marzahn 65
Abbildung 32 - Nachhaltigkeitsbewertung mit SNAP / Projekt 3 – Bochum 66
Abbildung 33 - Nachhaltigkeitsbewertung mit SNAP / Projekt 4 – Heidelberg 67
Abbildung 34 - Nachhaltigkeitsbewertung mit SNAP / Projekt 5 – Jena 68
Abbildung 35 - Vergleich der Investitionskosten 73
Abbildung 36 - Vergleich der Nutzungskosten 73
Abbildung 37 - Vergleich der Lebenszykluskosten (50 Jahre) 73
Abbildung 38 - Vergleich Investitionskosten und Lebenszykluskosten 75
Abbildung 39 - Typische Probleme. Quelle: Kleemann, mit freundl. Genehm. von James M. Lyneis 79
Abbildung 40 - Bestände und Flüsse („Badewannen-Sicht“). Quelle: Kleemann, mit freundl. Genehm. von James M. Lyneis 79
Abbildung 41 - Der Nachbesserungszyklus. Quelle: Kleemann, mit freundl. Genehm. von James M. Lyneis 80
Abbildung 42 - Entdeckter und nicht-entdeckter Nachbesser-ungsbedarf. Quelle: Kleemann, mit freundl. Genehm. von James M. Lyneis 80
Abbildung 43 - Teufelskreise als Nebenwirkungen von Steuerungsmaßnahmen. Quelle: Kleemann, mit freundl. Genehm. v. J. M. Lyneis 82
Abbildung 44 - Wirkungsdiagramm mit Darstellung der Themenfelder. Quelle: Workshop-Teilnehmer*innen, Umsetzung: Kleemann. 84
Abbildung 45 - Grundrisse mit Trag- und Versorgungsstruktur 98
Abbildung 46 - Datenblatt Variante Status Quo 99
Abbildung 47 - Datenblatt Variante A 100
Abbildung 48 - Datenblatt Variante B 101
Abbildung 49 - Datenblatt Variante C 102
Abbildung 50 - Datenblatt Variante D 103
Abbildung 51 - Wirkungsdiagramm mit Darstellung der Themenfelder. Quelle: Kleemann. 122

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 - Vor- und Nachteile der Maßnahmen zur Bauzeitverkürzung 22
Tabelle 2 - Bauzeitvergleich 23
Tabelle 3 - Vor- und Nachteile der Maßnahmen zur Bauzeitverkürzung 24
Tabelle 4 - KG 320 Gründungen - Übersicht Bauteilvergleich 26
Tabelle 5 - KG 320 Gründungen - LCA 27
Tabelle 6 - KG 320 Gründungen - LCC 28
Tabelle 7 - KG 330 Außenwand - Bauteilvergleich Übersicht 29
Tabelle 8 - KG 330 Außenwand - LCA 30
Tabelle 9 - KG 330 Außenwand - LCC 31
Tabelle 10 - KG 334 Fenster - Bauteilvergleich 32
Tabelle 11 - KG 334 Fenster - Bauteilvergleich Übersicht 32
Tabelle 12 - KG 334 Fenster - LCA 33
Tabelle 13 - KG 334 Fenster - LCC 34
Tabelle 14 - KG 340 Innenwand - Bauteilvergleich Übersicht 35
Tabelle 15 - KG 340 Innenwand - LCA 36
Tabelle 16 - KG 340 Innenwand - LCC 37
Tabelle 17 - KG 350 Decken - Bauteilvergleich Übersicht 38
Tabelle 18 - KG 350 Decken - LCA 39
Tabelle 19 - KG 350 Decken - LCC 40
Tabelle 20 - KG 360 Dach - Bauteilvergleich Übersicht 41
Tabelle 21 - KG 360 Dach - LCA 42
Tabelle 22 - KG 360 Dach - LCC 43
Tabelle 23 - Umweltfolgewirkungen aus Nutzungsphase (EnEV) und Lebenszyklus 44
Tabelle 24 - Übersicht zur Gesamtbewertung der Bauweise / Baukonstruktion auf Bauteilebene 45
Tabelle 25 - Nutzungsvarianten: Gesellschaftliche Veränderungen, „Personas“ und daraus resultierende Nutzungskonzepte 47
Tabelle 26 - Übersicht der Wertungskriterien zum Vergleich der Nutzungsvarianten 48
Tabelle 27 - Bewertungsskala 48
Tabelle 28 – Auswertung Vergleich Lebenszykluskosten (LCC) 72
Tabelle 29 - Gesamtbewertung der Varianten 109
Tabelle 30 - Wertung der städtebaulichen Qualitäten 109
Tabelle 31 - Wertung der architektonischen Qualitäten 110
Tabelle 32 - Wertung der innenräumlichen Qualitäten 111
Tabelle 33 - Wertung der wirtschaftlichen Qualitäten 112
Tabelle 34 - Mehr- und Minderkosten durch Änderungsbedarfe nach Steckbriefen – Wohnqualität 113
Tabelle 35 - Mehr- und Minderkosten durch Änderungsbedarfe nach Steckbriefen – Technische Qualität 114
Tabelle 36 - Mehr- und Minderkosten durch Änderungsbedarfe nach Steckbriefen – Ökologische Qualität 115
Tabelle 37 - Mehr- und Minderkosten durch Änderungsbedarfe nach Steckbriefen – Ökonomische Qualität 115
Tabelle 38 - Mehr- und Minderkosten durch Änderungsbedarfe nach Steckbriefen – Prozessqualität 116
Tabelle 39 - Mehrkosten durch Änderungsbedarfe gesamt 116
Tabelle 40 - Änderungsbedarfe Übersicht nach Steckbriefen 118
Tabelle 41 - Vergleich Investitionskosten BKI Wohnheim 119
Tabelle 42 - Vergleich Investitionskosten BKI Wohnheim 120
Tabelle 43 - Vergleich Investitionskosten BKI Holzbau+WP 121

7 Mitwirkende am Forschungsprojekt

Autor*innen:

Michael Prytula, Prof. Dr.-Ing., Forschungsprofessur Ressourcenoptimiertes und klimaangepasstes Bauen, IaF Urbane Zukunft, FH Potsdam

Jeannette Hanko, Dipl.-Ing. Architektur und Koordinatorin Nachhaltiges Bauen (BNB), Akademische Mitarbeiterin IaF Urbane Zukunft, FH Potsdam

Mitarbeit am Forschungsprojekt:

Max Kleemann, M.Phil., M.Sc., Dipl. Experte für Systemmodellierung (Sustainability & Resilience Modeling)
Fabian Fleckenstein, B.Sc., Wissenschaftliche Hilfskraft, IaF Urbane Zukunft, FH Potsdam
Josepha Aust, B.Sc., Masterarbeit an der Beuth Hochschule für Technik Berlin

Teilnehmer*innen Workshop 1: „Umnutzungsszenarien für 2040+“
Termin: 02.03.2018, 9.30 – 13.30 Uhr
Ort: StudierendenWERK Berlin, Hardenbergstr. 34, 10623 Berlin

- Aust, Josepha - Beuth Hochschule / Heimann Ingenieure GmbH
- Burkert, Johanna - BBSR, Referat II 3 Forschung im Bauwesen
- Fedkenheuer, Moritz - TU Darmstadt, Wohnsoziologe (ergänzende Befragung)
- Fleckenstein, Fabian - FH Potsdam
- Hanko, Jeannette - FH Potsdam
- Heilmann, Gregor – ProPotsdam (ergänzende Befragung)
- Kammerer, Florian - Lehrecke Witschurke Architekten
- Kleinmanns, Frank - k1 Landschaftsarchitekten Kuhn Klapka GmbH
- Knabe, Eric - studierendenWERK BERLIN
- Prytula, Michael - FH Potsdam
- Rohrbach, Hanna - Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung, Referat A2
- Smanja, Branislav - Heimann Ingenieure GmbH

Teilnehmer*innen Workshop 2: „Projektmanagement und integrale Planung“
Termin: 09.03.2018, 9.30 – 13.00 Uhr
Ort: StudierendenWERK Berlin, Hardenbergstr. 34, 10623 Berlin

- Biering, Mandy - Andreas Wilke Ing.-Büro für Bauphysik & Baukonstruktion GmbH
- Burkert, Johanna - BBSR, Referat II 3 Forschung im Bauwesen
- Dorn-Pfahler, Sabine - sol.id.ar planungswerkstatt
- Fischedick, Björn - SFB Saradshow Fischedick Berlin Bauingenieure GmbH
- Fleckenstein, Fabian - FH Potsdam
- Hanko, Jeannette - FH Potsdam
- Hauf, Matthias - FH Potsdam
- Kammerer, Florian - Lehrecke Witschurke Architekten
- Kleemann, Max - Sustainability & Resilience Modeling
- Kleinmanns, Frank - k1 Landschaftsarchitekten Kuhn Klapka GmbH
- Knabe, Eric - studierendenWERK BERLIN
- Lammers, Jörg - BBSR, Referat II 7 Energieoptimiertes Bauen
- Löhnert, Günther - sol.id.ar planungswerkstatt
- May, Friedrich - HTW Berlin, Begleitforschung

- Mix, Sabrina - Hochschule Ostwestfalen-Lippe
- Niehoff, Rainer - IDP Ingenieurgesellschaft mbH
- Prytula, Michael - FH Potsdam
- Rohrbach, Hanna - BBR, Referat A2
- Spilka, Danny - SFB Saradshow Fischedick Berlin Bauingenieure GmbH
- Spital, Sonja - FH Potsdam, Master Urbane Zukunft
- Szczepanska, Timo - FH Potsdam
- Zand-Irani, Camil - Heimann Ingenieure GmbH

Mitwirkende in den Lehrveranstaltungen:

Seminar Nachhaltiges Bauen „Material und Konstruktion“, Sommersemester 2018
Studierende der FH Potsdam im Master Bauerhalt:

- Leonie Daase
- Wolfgang Görner
- Katharina Jäkel
- Masoud Mashali
- Franziska Müller
- Rasmus Nesemann
- Aljona Reznik
- Normen Schubert
- Christine Stankewitz

Seminar Nachhaltiges Bauen „Entwurfskriterien für Nachhaltiges Bauen“, Sommersemester 2019
Studierende der FH Potsdam im Master Bauerhalt, Architektur und Städtebau, Restaurierung und Konservierung:

- Mohamad Aleinawi
- Ben Brodowski
- Björn Bühler
- Rafael Domingos
- Denise Dressler
- Karoline Fechner
- Melinda Franke
- Signe Ganz
- Natacha Goyetche
- Christin auf der Heide
- Gloria Hohmann
- Milena Haendschke
- Gloria Hohmann
- Moritz Kärmer
- Sven Kroschke
- Benedikt Kurz
- Nele Stuhr
- Louis Wenner
- Deniz Yildirim

8 Anlagen

Anlage 4 b - Untersuchung zur Nachnutzung / räumliche und gestalterische Qualität

4 b - 1 Datenblätter zu den Untersuchungsvarianten
4 b - 2 Wertungskriterien
4 b - 3 Übersicht zu den Bewertungen

Anlage 4 c - Nachhaltigkeitszertifizierung

4 c - 1 Änderungsbedarfe durch Nachhaltigkeitszertifizierung - Kostenaufstellung
4 c - 2 Art der Änderungsbedarfe durch Nachhaltigkeitszertifizierung

Anlage 4 d - Kosten und Effizienz

4 d - 1 Vergleich Investitionskosten BKI Wohnheim
4 d - 2 Vergleich Investitionskosten BKI KSS+WDVS
4 d - 3 Vergleich Investitionskosten BKI Holzbau+WP

Anlage 4 e - Projektmanagement und integrale Planung

Fotodokumentation

Plandokumentation

1. Grundriss Untergeschoss
2. Grundriss Erdgeschoss
3. Grundriss 1.Obergeschoss
4. Grundriss 2.Obergeschoss
5. Dachaufsicht
6. Ansichten Nord-West / Süd-West
7. Ansichten Süd-Ost / Nord-Ost
8. Schnitte AA, BB
9. Schnitte CC, DD

Originalmaßstab der Pläne: 1:50

Anlage 4 b - Untersuchung zur Nachnutzung / räumliche u. gestalterische Qualität

4 b - 1 Datenblätter zu den Untersuchungsvarianten

Baukonstruktive Grundlagen zur Variantenbildung

Variante Sanierung - Status Quo Wohnungen für Studierende

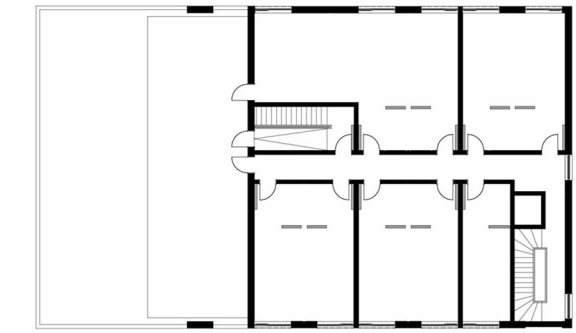
Variante A Umnutzung - Boarding House

Variante B Umnutzung - Betreutes Wohnen

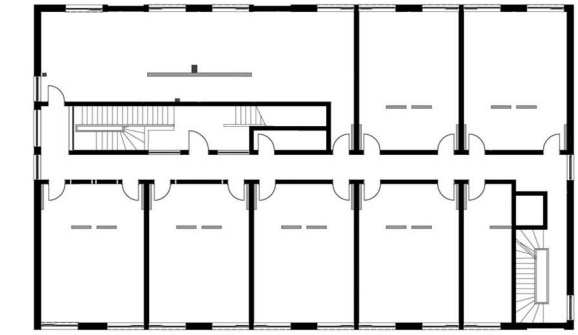
Variante C Umnutzung - Mehrpersonenwohnungen

Variante D Umnutzung – Hybride Nutzung Wohnen und Arbeiten

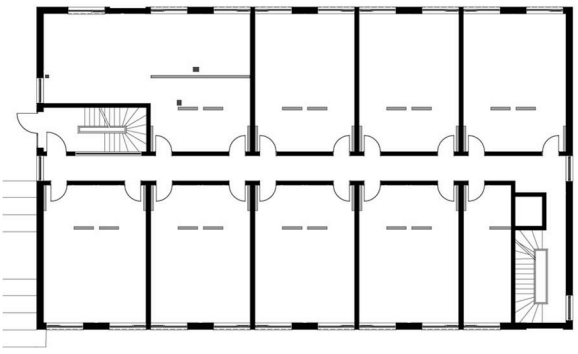
Baukonstruktive Grundlagen zur Variantenbildung



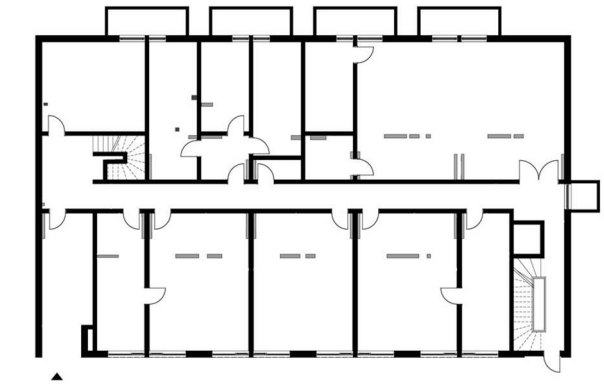
2. Obergeschoss



1. Obergeschoss



Erdgeschoss



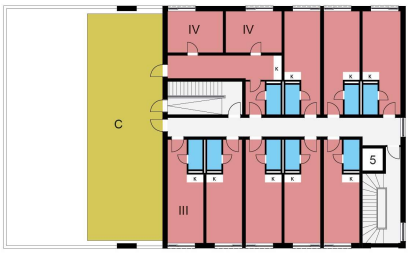
Untergeschoss

Abbildung 45 - Grundrisse mit Trag- und Versorgungsstruktur

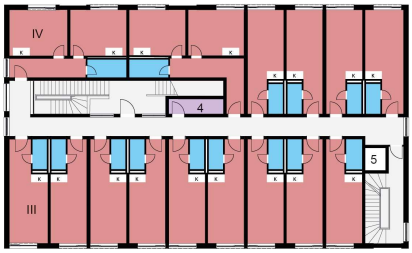
Die Erarbeitung der Varianten erfolgte in Kohärenz mit der Werkplanung des Objekts. Dargestellt sind die tragenden Elemente der architektonischen Konzeption sowie die Schächte. Das Bauvorhaben ist so konzipiert, dass jeweils jede zweite Wand als nichttragende GK-Wohnungstrennwand ausgebildet wird. Die Zusammenlegung von zwei Einheiten zu einer größeren ist somit baukonstruktiv bereits vorbereitet.

Variante Sanierung - Status Quo Wohnungen für Studierende

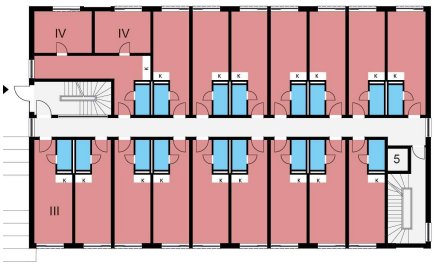
These: „Die Minimierung des privaten Wohnraumes ist eine mögliche Antwort auf Wohnraumverknappung und Mietpreissteigerungen.“



2. Obergeschoss



1. Obergeschoss



Erdgeschoss

Untergeschoss

Kurzbeschreibung

In der geplanten Grundrissaufteilung bietet das Studierendenwohnheim Unterkünfte für 50 Personen. 3 Wohnungen sind barrierefrei. Das Vario-Konzept wird umgesetzt, indem innerhalb einer massiven Schottenstruktur zwei Einheiten durch nichttragende Innenwände unterteilt werden. Dies ermöglicht eine einfache Umgestaltung, z.B. für größere Wohnungsgrundrisse. Standardisierte Elemente werden sowohl in der Fassade (z.B. Fensterelemente) als auch im Ausbau (Standard-Grundriss Nasszelle) verwendet. Als Massivbau in konventioneller Bauweise soll das Projekt einfach und schnell umgesetzt werden können.

Übersicht

Anzahl Wohneinheiten	46
Anzahl Bewohner*innen	50
Wohnfläche gesamt	1.376 m²
davon gemeinschaftl. WFL	188 m2
davon Coworking / Büro	-
monatl. Miete € / m2 warm	10,90 € / m2
monatl. Miete € / Person	300 € / P

Raumkategorien

- Wohnen
- Sanitärbereiche
- Coworking / Büro
- öffentliche Gemeinschaftsbereiche
- Verkehrsfläche
- Technikfläche
- Verwaltung / Bewirtschaftung

Wohnungstypen

I. Barrierefreies Einzelapartment, 44.90 m2
II. Vario+ Apartment (z.B. für Betreuer), 21.50 m2
III. Single-Apartment, 21.50 m2
IV. Einzelzimmer mit geteiltem Bad und Küche, 14.00 m2

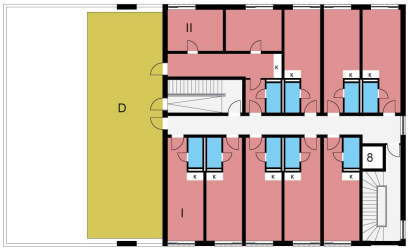
Weitere Raumnutzungen
1. TGA
2. Lager Fitnessraum
3. WC Fitnessraum
4. Putzmittelraum
5. Aufzugs-Vorhaltefläche

Gemeinschaftsräume
A. Waschküche
B. Fitnessraum
C. Dachterrasse

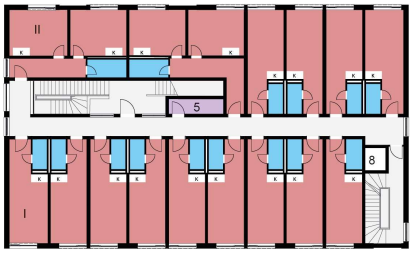
Abbildung 46 - Datenblatt Variante Status Quo

Variante A Umnutzung - Boarding House

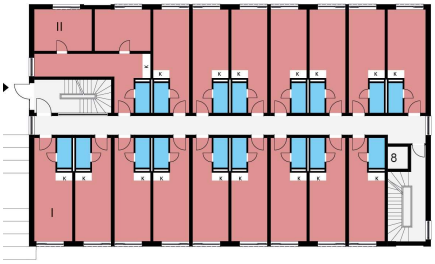
These: „Individualisierung, Flexibilität und zunehmende persönliche Mobilität verlangen nach flexiblen Wohnangeboten, angesiedelt zwischen Hotel und Mietwohnung.“



2. Obergeschoss



Obergeschoss



Erdgeschoss

Untergeschoss

Abbildung 47 - Datenblatt Variante A

Kurzbeschreibung
Das Boarding House lässt sich mit geringen Eingriffen in den Status Quo verwirklichen; lediglich das Untergeschoss wird um weitere gemeinschaftliche Aufenthaltsbereiche und eine großzügige SB-Küche ergänzt. Ein Concierge übernimmt die anfallenden verwalterischen Aufgaben (7).

Umbaumaßnahmen

- Abriss der barrierefreien Wohneinheiten im UG
- Herstellung von großzügigen Wanddurchbrüchen zur Schaffung eines offenen Aufenthaltsbereiches im UG (im Grundriss schematisch dargestellt)
- Umnutzung einer Wohneinheit im UG als Büro des Concierge
- Einbau eines Aufzugs im Vorhalteschacht
- Einbau einer SB-Küchenzeile im UG
- ggf. weitere Anforderungen zu prüfen (BStättV)

Übersicht

Anzahl Wohneinheiten	41
Anzahl Bewohner*innen	45
Wohnfläche gesamt	1.338 m²
davon gemeinschaftl. WFL	157 m2
davon Coworking / Büro	143 m²
monatl. Miete € / m2 warm	33,30 € / m2
monatl. Miete € / Person	990 € / P

Raumkategorien

- Wohnen
- Sanitärbereiche
- Coworking / Büro
- öffentliche Gemeinschaftsbereiche
- Verkehrsfläche
- Technikfläche
- Verwaltung / Bewirtschaftung

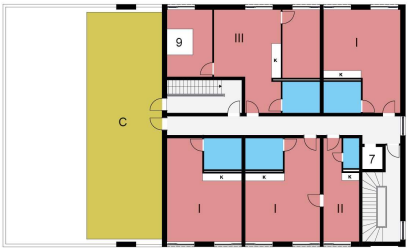
Wohnungstypen
I. Single-Apartment, 21.50 m2
II. Einzelzimmer mit geteiltem Bad und Küche, 14.00 m2

Weitere Raumnutzungen
1. Wäscheservice / Lager
2. TGA
3. Lager Fitnessraum
4. WC Fitnessraum
5. Putzmittelraum
6. WC
7. Büro Concierge / Empfang

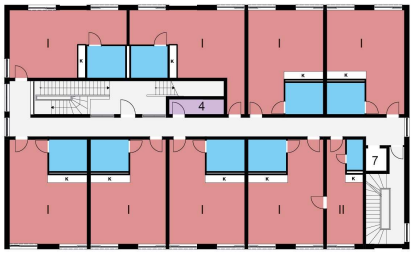
Gemeinschaftsräume
A. Fitnessraum
B. Aufenthalt / Coworking
C. SB-Küche
D. Dachterrasse

Variante B Umnutzung - Betreutes Wohnen

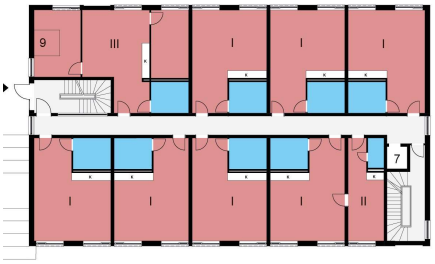
These: „Die alternde Gesellschaft und der demografische Wandel führen zu einem erheblichen Mangel an altersgerechten Wohnungen.“



2. Obergeschoss



1. Obergeschoss



Erdgeschoss

Untergeschoss

Kurzbeschreibung

In den Grundrissen bereits vorgesehen, war eine Zusammenlegung von zwei Studenten-Apartments zu einer barrierefreien Wohneinheit. So kann das Gebäude auch für Seniorenwohnen erschlossen werden.

Umbaumaßnahmen

- Entfernen der nichttragenden Wohnungstrennwände in allen Geschossen und Abriss der Nasszellen in den Obergeschossen
- Einbau barrierefreier Bäder in den Obergeschossen
- Abtrennung neuer Räume durch nichtragende GK-Innenwände, wo erforderlich
  (z.B. Wohnungstyp III)
- Auffüllung der Estrichfugen und Erneuerung FB-Aufbau
- Einbau eines Aufzugs im Vorhalteschacht

Übersicht

Anzahl Wohneinheiten	27
Anzahl Bewohner*innen	31
Wohnfläche gesamt	1.333 m²
davon gemeinschaftl. WFL	157 m2
davon Coworking / Büro	-
monatl. Miete € / m2 warm	13,33 € / m²
monatl. Miete € / Person	537 € / P

Raumkategorien

- Wohnen
- Sanitärbereiche
- Coworking / Büro
- öffentliche Gemeinschaftsbereiche
- Verkehrsfläche
- Technikfläche
- Verwaltung / Bewirtschaftung

Wohnungstypen

II. Vario+ Apartment (z.B. für Betreuer), 21.50 m2
III. Barrierefreie 3-Zimmer-Wohnung, 75.50 m2

Weitere Raumnutzungen
1. Waschküche
2. TGA
3. Lager Bewegungsraum
4. WC Bewegungsraum
5. Putzmittelraum
6. WC
7. Büro / Aufenthalt Pflegekraft
8. Aufzug
9. Barrierefreies Schlafzimmer, 19 m2

Gemeinschaftsräume
A. Bewegungsraum
B. Dachterrasse

Abbildung 48 - Datenblatt Variante B

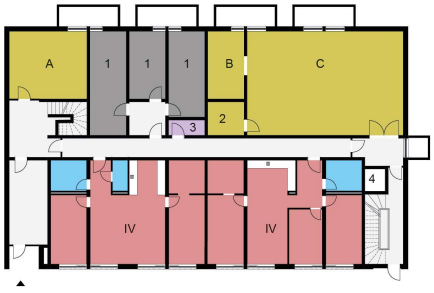
Variante C Umnutzung - Mehrpersonenwohnungen

These: „Gemeinschaftliche Wohnformen und Mehrgenerationenwohnen etablieren sich zunehmend neben konventionellen, eher anonymen Typologien städtischen Wohnens.“

2. Obergeschoss

1. Obergeschoss

Erdgeschoss



Untergeschoss

Kurzbeschreibung

Mit größerem Aufwand lassen sich Geschosswohnungen mit 3 bis 4 Zimmern in der Schottenstruktur verwirklichen. Hierzu ist es notwendig, Wanddurchbrüche in den tragenden Innenwänden herzustellen, um so Einheiten von ca. 65 m2 zu generieren.

Umbaumaßnahmen

- Rückbau der nichttragenden Wände
- Neue Aufteilung und wo erforderlich Abtrennung neuer Räume durch nichtragende GK-Innenwände
- Neue Nasszellen, Küchen und Installationen
- Wanddurchbrüche in tragenden Innenwänden herstellen, wo erforderlich
- ggf. nicht mehr verwendete Deckendurchbrüche schließen
- Auffüllung der Estrichfugen und Erneuerung FB-Aufbau
- Einbau eines Aufzugs im Vorhalteschacht
- ggf. Anbringen von Balkonen (Denkmalschutzauflagen beachten)

Übersicht

Anzahl Wohneinheiten	17
Anzahl Bewohner*innen	49
Wohnfläche gesamt	1.376 m²
davon gemeinschaftl. WFL	188 m2
davon Coworking / Büro	-
monatl. Miete € / m2 warm	13,26 € / m²
monatl. Miete € / Person	372 € / P

Raumkategorien

- Wohnen
- Sanitärbereiche
- Coworking / Büro
- öffentliche Gemeinschaftsbereiche
- Verkehrsfläche
- Technikfläche
- Verwaltung / Bewirtschaftung

Wohnungstypen

I. 2-Zimmer-Wohnung mit Wohnküche, 52,5 m2
II. 3-Zimmer-Wohnung mit Wohnküche 68 m2
III. 3-Zimmer-Wohnung mit abgetrennter Küche 68 m2
IV. 4-Zimmer-Wohnung mit Wohnküche 89 m2
V. 4-Zimmer-Wohnung mit abgetrennter Küche 76 m2
VI. Einzelzimmer mit geteiltem Bad, 15 m2

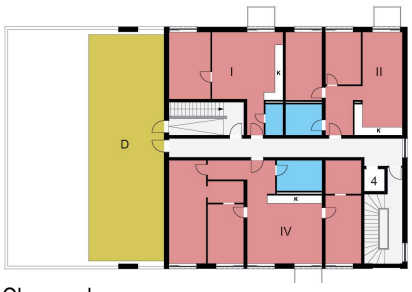
Weitere Raumnutzungen
1. TGA
2. WC Gemeinschaftsraum
3. Putzmittelraum
4. Aufzug

Gemeinschaftsräume
A. Waschküche
B. Gemeinschaftsküche
C. Gemeinschaftsraum
D. Dachterrasse

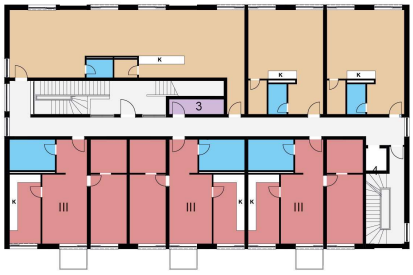
Abbildung 49 - Datenblatt Variante C

Variante D Umnutzung - Hybride Nutzung Wohnen und Arbeiten

These: „Sich ändernde Arbeitswelten ermöglichen neue räumliche Typologien der (Büro-)Arbeit wie Coworking oder das Home-Office.“

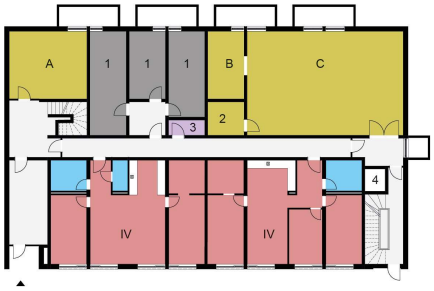


2. Obergeschoss



1. Obergeschoss

Erdgeschoss



Untergeschoss

Abbildung 50 - Datenblatt Variante D

Kurzbeschreibung

Eine hybride Nutzung vereint Arbeiten und Wohnen. Hierfür wird der nördliche Teil des Gebäudes entkernt und bietet großzügige Coworking-Flächen, aber auch kleinere private Büroeinheiten.

Umbaumaßnahmen

- Rückbau der nichttragenden Wände
- Neue Aufteilung und wo erforderlich Abtrennung neuer Räume durch nichtragende GK-Innenwände
- Neue Nasszellen, Küchen und Installationen
- Wanddurchbrüche in den tragenden Innenwänden herstellen, wo erforderlich
- ggf. nicht mehr verwendete Deckendurchbrüche schließen
- Auffüllung der Estrichfugen und Erneuerung FB-Aufbau
- Einbau eines Aufzugs im Vorhalteschacht
- ggf. neue Anforderungen zu prüfen (ArbStättV)

Übersicht

Anzahl Wohneinheiten	11
Anzahl Büroeinheiten	7
Anzahl Bewohner | Arbeitsplätze	27 | 25
Vermietbare Fläche gesamt	1.376 m²
davon gemeinschaftl. WFL	128,5 m2
davon Coworking / Büro	461 m2
monatl. Miete € / m2 (wohnen | Büro)	13,26 € / m² | 13,00 €/m2
monatl. Miete € / Person | Arbeitsplatz	449€ | 239 €

Raumkategorien

- Wohnen
- Sanitärbereiche
- Coworking / Büro
- öffentliche Gemeinschaftsbereiche
- Verkehrsfläche
- Technikfläche
- Verwaltung / Bewirtschaftung

Wohnungstypen

I. 2-Zimmer-Wohnung mit Wohnküche, 52,5 m2
II. 3-Zimmer-Wohnung mit Wohnküche 68 m2
III. 3-Zimmer-Wohnung mit abgetrennter Küche 68 m2
IV. 4-Zimmer-Wohnung mit Wohnküche 89 m2

Weitere Raumnutzungen
1. TGA
2. WC Gemeinschaftsraum
3. Putzmittelraum
4. Aufzug
5. Lagerraum

Gemeinschaftsräume
A. Waschküche
B. SB-Küche
C. Cafeteria / Gemeinschaftsraum
D. Dachterrasse

4 b - 2 Wertungskriterien

1. Städtebauliche Qualitäten

Untersuchung der Wirkungen der unterschiedlichen Nutzungstypologien auf Siedlung und Quartier.

1.1 Synergie- und Konfliktpotentiale mit der Nachbarschaft

Die Studierendensiedlung Dauerwaldweg bildet den Abschluss einer ruhigen gehobenen Wohnlage mit Einfamilienhaus-Charakter am Rand des Grunewalds direkt am S-Bahnhof Grunewald. Der Neubau wird als größtes Gebäude der denkmalgeschützten Anlage ca. ein Viertel aller Bewohner*innen der Studentensiedlung beherbergen und den zentralen Zugangsbereich prägen.

Wie gut lassen sich die jeweiligen Nutzungsvarianten mit einer eventuell zukünftig veränderten Bewohnerschaft in die Gesamtsiedlung integrieren? Welche Synergien aber auch Konflikte ergeben sich möglicherweise durch das Wachstum sowohl innerhalb der Siedlung als auch mit der Nachbarschaft?

1.2 Standortimage und Attraktivität der Nutzung

Die direkte Nachbarschaft der Studierendensiedlung ist geprägt durch private Einfamilien-, Reihen- und kleinere Mehrfamilienhäuser sowie durch gastronomische Nutzung am S-Bahnhof.

Welche Auswirkungen könnten Nutzungsänderungen und eine Veränderung der jeweiligen Bewohnerschaft auf das Standortimage haben und wie attraktiv ist die jeweilige Nutzung am Standort aus Sicht der Bewohner?

1.3 Erschließung - Mobilität

Das Grundstück ist hervorragend mit öffentlichen Verkehrsmitteln (S-Bahn Grunewald) per Fahrrad und zu Fuß erreichbar. Die Studierendensiedlung ist als autofreie Wohnanlage konzipiert. Es besteht jedoch die Möglichkeit in den Anliegerstraßen zu parken. Die drei Zugänge zum Gebäude – barrierefreier Hauptzugang im UG, Hauptzugang im EG und Zugang Fitnessraum - ermöglichen intern kurze Wege und die Nutzung durch Dritte (z.B. für Fitness). Mit einer Umnutzung ändern sich möglicherweise Bewohnerschaft, Vermietungsmodelle, Mobilitätsanforderungen und die Zugangserfordernisse für Dritte.

Wie hoch ist der Aufwand, um ggf. Stellplatzbedarfe für PKW, Fahrräder, Rollatoren, Kinderwagen, Lieferverkehr, Kurzzeitparken und Zutrittsberechtigungen anzupassen? Welche Maßnahmen wären hierfür erforderlich?

1.4 Öffentliche Zugänglichkeit

Ein hohes Maß öffentlicher Zugänglichkeit fördert die Integration und Akzeptanz von Gebäuden innerhalb des Quartiers. Zudem erhöht ein vielfältiges Nutzungsangebot die gemeinschaftliche Kommunikation. Der Fitnessbereich und der Wäscheraum sind im Variowohnen allen Bewohner*innen der Studierendensiedlung zugänglich jedoch eindeutig von den Wohnungseingangsfluren getrennt. Mit den Nutzungsvarianten verändern sich die öffentliche Zugänglichkeit der Außenanlagen sowie die Möglichkeit zur Anmietung von Nutzungsbereichen im Gebäude für Bewohner*innen der Siedlung und für Dritte.

*Wie nutzungsoffen und zugänglich sind die jeweiligen Varianten für Nutzungen durch Bewohner*innen aus der Bestandssiedlung und für Dritte?*

2. Architektonische Qualitäten

Untersuchung der Wirkungen verschiedener Nutzungsvarianten auf Grundrisstypologien und die räumlichen und sozialen Nutzungsqualitäten

2.1 Kommunikationsfördernde Flächen und Räume

Die Pflege von sozialen Kontakten unterstützt Verantwortungsbewusstsein, Kreativität und den Aufbau sozialer Netze. Dies wird gefördert durch halböffentliche Bereiche, kommunikationsfördernde Erschließungs- und Begegnungsflächen sowie ein gut abgestimmtes Zusammenwirken der privaten, halböffentlichen und öffentlichen Bereiche von Gebäuden und deren Umfeld. Ein möglichst breites Spektrum an Aufenthaltsmöglichkeiten soll die Kommunikation fördern.
Bei der Planung des Neubaus wurde ein besonderes Augenmerk auf die Gestaltung gemeinschaftlicher Flächen gelegt, welche über das reine Wohnen hinaus gemeinsame Aktivitäten ermöglichen und ein Gefühl der Zusammengehörigkeit aller Bewohner des neuen Wohnhauses für Studenten erzeugen sollen. Hierzu dienen insbesondere
- die Einbindung des Neubaus in die denkmalgeschützte gemeinschaftlich genutzte campusartige Außenanlage,
- die innere Erschließung des Gebäudes durch eine großzügige Haupttreppe, die „landschaftlich“ ausgebildet durch den Neubau führt,
- der barrierefrei erschlossene Gemeinschaftsraum im UG mit eigenem Nebenraumbereich, der als Fitnessraum für alle Bewohner*innen der Studierendensiedlung eingerichtet wird,
- der Waschmaschinen- und Trocknerraum mit zusätzlichen Aufenthaltsangeboten,
- die gemeinschaftliche Dachterrasse im gestaffelten 2. Obergeschoss, die zum gemeinsamen Aufenthalt und Feiern der Bewohner*innen des Neubaus einlädt.

Wie sind die Aufenthalts- und Gestaltqualitäten der Gemeinschafts- und Freiflächen im Variantenvergleich zu bewerten? Dabei sind die jeweiligen Angebote innerhalb des Gebäudes und im Außenraum getrennt zu berücksichtigen.

2.2 Sicherheit und Orientierung

Benutzer*innen sollen sich sowohl im Gebäude als auch in dessen Umgebung sicher fühlen. Übersichtlichkeit und Orientierung auf dem Grundstück und im Gebäude, gute Sichtbeziehungen sowie Belebung und soziale Kontrolle leisten neben baulichen Einbruchschutzmaßnahmen und Zutrittskontrolle wichtige Beiträge zum subjektiven Sicherheitsempfinden (Gefahrenpotentiale durch Naturgefahren, Brand etc.sollen hier nicht betrachtet werden).
Im Zuge der Neubaumaßnahme wird der vor dem Gebäude befindliche Hauptzugang der Siedlung neu zoniert und gestaltet. Die Wegeführung erfolgt übersichtlich, private, halböffentliche und öffentliche Räume sind gestalterisch abgegrenzt, es entstehen keine nicht einsehbaren Räume, eine ausreichende Beleuchtung ist gegeben. Die Ausrichtung der Fenster von über der Hälfte der Wohneinheiten des Neubaus erfolgt Richtung öffentlichen Straßenraum und Grundstückszugang. Das Grundstück ist umzäunt, der Zugang erfolgt durch eine Toranlage. Der barrierefreie Vorplatz wird durch Beetanlagen und Zaun vom öffentlichen Fußweg abgegrenzt. Die Fahrradstellplätze sind übersichtlich auf dem Platz angeordnet und beleuchtet. Die beleuchtete Zuwegung in die höhergelegene Altbausiedlung und das
Erdgeschoss des Neubaus sind übersichtlich über eine Freitreppenanlage mit Sitzstufen geführt. Der barrierefreie Zugang zum Neubau befindet sich direkt daneben.
Beide Hauptzugänge im Neubau sind mit Gegensprechanlagen aus-gestattet. Der Fitnessraum im UG Neubau soll allen Bewohner*innen der Siedlung zur Verfügung stehen und erhält eine Kartenleseanlage mit Zutrittskontrolle. Die beleuchtete Zuwegung erfolgt entlang der Mieterterrassen im UG. Die Mieterterrassen sind durch Beetanlagen vom Vorplatz abgetrennt. Sämtliche Wohnungseingangstüren im Neubau erhalten Türspione und die Fenster sowie die Terrassentüren im UG und EG werden abschließbar und einbruch-hemmend ausgeführt.

Wie sind Orientierung, Übersichtlichkeit und Maßnahmen zur Erhöhung des subjektiven Sicherheitsempfindens der Nutzungsvarianten zu bewerten?

2.3 Barrierefreiheit

Die barrierefreie Gestaltung soll eine uneingeschränkte Bewegungsfreiheit für alle Nutzer*innen (Behinderte, Senioren*innen, Kranke, Erziehende mit Kleinkindern) sicherstellen, die Kommunikation im Gebäude erhöhen sowie die räumlichen Qualitäten von Architektur und Freiraum bereichern. Im Variowohnen ist das UG barrierefrei ausgebildet. In den anderen Varianten sind die barrierefreien Bereiche gekennzeichnet.

Wie ist der Grad der Barrierefreiheit der Nutzungsvarianten zu bewerten?

2.4 Freisitze / Außenraumbezug

Wenn hochwertige gemeinschaftlich nutzbare Außenbereiche und private Außenbereiche vorhanden sind, erhöht dies das Wohlbefinden der Bewohner*innen und verbessert die Wohnqualität. Ein vorhandener privater Außenraum kann gerade in Bezug auf die Nachnutzung der Wohnplätze positiv gewertet werden.

Wie sind das Vorhandensein und die Qualitäten des Außenraumbezugs der Nutzungsvarianten zu bewerten?

3. Innenräumliche Qualitäten

Untersuchung der funktionalen und „technischen" Qualitäten der verschiedenen Nutzungsvarianten aus Perspektive der Nutzer*innen und Eigentümers / Vermieters

3.1 Nutzungsflexibilität, Nutzungsneutralität

Eine hohe Nutzungsflexibilität und -neutralität der Wohnräume ermöglicht den Bewohner*innen, ihre Wohnung nach Bedarf einzurichten und individuell an geänderte Familien- und Einkommensverhältnisse anzupassen. Die Identifikation der Bewohner*innen mit dem Wohnhaus und Quartier nimmt zu, die Fluktuation und der verbundene Vermieteraufwand können sich verringern. Die Variowohnungen werden voll möbliert vermietet. Die Möbel und festen Einbauten werden eigens in Standardserie tischlermäßig angefertigt.

*Wie ist der Grad an individueller Wohnungsgestaltung durch die Nutzer*innen in den Nutzungsvarianten zu bewerten?*
Es sollen auch die positiven und negativen Aspekte aus Vermietersicht aufgezeigt werden.

3.2 Funktionalität

Größe, Belichtung, Belüftung und Ausstattung der Eingangsbereiche, der Wohn-, Arbeits- und Schlafbereiche, der Koch-, Ess- und der Sanitärbereiche sollen der Nutzung entsprechend angemessen ausgebildet sein. Außerdem soll ausreichend Stauraum zur Verfügung stehen.

Wie ist die Funktionalität der jeweiligen Nutzungen in den Varianten zu bewerten?

3.3 Behaglichkeitsempfinden

Das Behaglichkeitsempfinden wird u.a. durch Raumproportion und Oberflächenmaterialien, durch visuellen Komfort (Tageslichteinfall, Ausblick), durch Raumklima (Wärme, Luftqualität) und Schallschutz beeinflusst. Die Zufriedenheit der Bewohner*innen kann durch einfache nutzerfreundliche Handhabung der Raumtemperaturregelung, der Frischluftzufuhr über Fenster oder Lüftungsmodul, der Beleuchtung und ggf. sonstiger technischer Anlagen in Selbstverantwortung maßgeblich erhöht werden.

*Wie ist die Behaglichkeitsqualität und Zufriedenheit der Bewohner*innen einzuschätzen?*

4. Wirtschaftlichkeit

Untersuchung der wirtschaftlichen Qualität und Werthaltigkeit des Gebäudes aus Bauherren / Eigentümerperspektive

Die Auswahl der Kriterien soll sowohl die baulich wirtschaftlichen als auch betriebsorganisatorischen Konsequenzen der Varianten aus Bauherren- bzw. Eigentümerperspektive beleuchten. Dabei ist der Bezug zu den städtebaulichen, architektonischen und sozialen Qualitäten aus den ersten drei Betrachtungsebenen zu berücksichtigen.

4.1 Investitionsaufwand für Umbau
Zum Zeitpunkt 2040+ steht für das Gebäude möglicherweise eine erste „Grundsanierung" der haustechnischen Anlagen an. Die Umbauaufwendungen sind stichpunktartig in der jeweiligen Variantendarstellung aufgeführt. Dabei ist ein unterschiedlicher Ausstattungsstandard je Variante und Vermietungsmodell zu berücksichtigen.

4.1.1 Hochbau

Wie hoch ist der Umbauaufwand in den Hochbaugewerken zu bewerten?
Bewertung: 10 = gering, 0 = sehr hoch

4.1.2 Technische Gebäudeausrüstung

Wie hoch ist der Umbauaufwand für Heizungs-, Sanitär-, Lüftungs- und Elektroinstallation zu bewerten?
Bewertung: 10 = gering, 0 = sehr hoch

4.1.3 Außenanlagen

Wie hoch ist der Umbauaufwand in den Außenanlagen zu bewerten?
Bewertung: 10 = gering, 0 = sehr hoch

4.2 Laufender Aufwand für Verwaltung und Betrieb
Für den Bauherren /Eigentümer unterscheiden sich die personellen und kostenseitigen Aufwendungen für Verwaltung und Betrieb des Gebäudes je Vermietungsmodell. Bei hoher Wechselrate und Fluktuation der Bewohner*innen steigen die Verwaltungsaufwendungen zur Wohnungsabnahme und Neuvermietung. In den Nutzungsvarianten unterscheiden sich vermutlich auch die Aufwendungen zur Erfassung und Abrechnung der Betriebskosten sowie für Reinigung, Wartung, Instandhaltung und Reparatur des Gebäudes.

4.2.1 Vermietung

Wie ist der Verwaltungsaufwand zur Vermietung bei den Varianten zu bewerten?
Bewertung: 10 = gering, 0 = sehr hoch

4.2.2 Betriebskosten /-abrechnung

Wie hoch ist der Verwaltungsaufwand zur Betriebskostenabrechnung bei den Varianten zu bewerten?
Bewertung: 10 = gering, 0 = sehr hoch

4.2.3 Reinigung, Wartung, Instandhaltung

Wie hoch ist der Verwaltungs- und Kostenaufwand zu Reinigung, Wartung und Instandhaltung bei den Varianten zu bewerten?
Bewertung: 10 = gering, 0 = sehr hoch

4.2.4 Reparaturbedarfe
Die Kosten und Verwaltungsaufwendungen zu Reparaturbedarfen hängen von der Robustheit der verwendeten Materialien, aber auch vom Mietklientel (Vandalismus, Unkenntnis zum sachgemäßen Umgang) ab.

Wie hoch ist der Verwaltungs- und Kostenaufwand zu Reparaturbedarfen bei den Varianten zu bewerten?
Bewertung: 10 = gering, 0 = sehr hoch

4.2.5 Energetische Betriebsoptimierung
Je nach Vermietungsmodell können durch die Nutzer*innen oder die Eigentümer*in Maßnahmen zur energetischen Betriebsoptimierung umgesetzt werden, z.B. können Nutzerhinweise für die Bewohner*innen zur Temperaturregelung in Eigenverantwortung bereitgestellt werden oder Einzelraumregelungen eingebaut werden.

*Wie sind die möglichen Maßnahmen und Einsparpotentiale von Betriebskosten auf Seiten derMieter*innen bzw. Eigentümer*in bei den Varianten zu bewerten? Welche Maßnahmen sind erforderlich?*

4.3 Flächeneffizienz - vermietbare Fläche
Aus Vermietersicht wird ein möglichst optimales Verhältnis aus vermietbarer Wohnfläche zu Bruttogrundfläche angestrebt. Die Kennwerte je Variante sind in den Variantendarstellungen abgebildet. Aus Nutzerperspektive ist der Anteil der privaten Fläche und der gemeinschaftlich genutzten Flächen an den Mietkosten relevant.

Wie ist die Flächeneffizienz aus Bauherren- bzw. Eigentümerperspektive hinsichtlich vermietbarer Fläche und aus Nutzerperspektive hinsichtlich privater und gemeinschaftlicher Flächen zu bewerten?

4.4 Vermietungspotential
Aufgrund von demographischen und sozialen Veränderungen (Alterung der Gesellschaft, Migration, neue Arbeitsformen etc.) können sich neue Nutzungsanforderungen an das Gebäude ergeben verbunden mit einer Änderung des Bewohnerklientels. Für zukünftige Nutzer*innen werden in den Varianten zum Teil neue Nutzungen angeboten.

Wie ist das Vermietungspotential bzw. die Nachfrage nach Wohnungen am Standort je Mietklientel bzw. Vermietungsmodell zu bewerten?

4.5 Wirtschaftlichkeit der Vermietung (Ertrag zu Aufwand)
Die Wirtschaftlichkeit der Vermietung hängt insbesondere von den zu erzielenden Mieteinnahmen je Nutzungsvariante
ab. Aktuelle Vergleichswerte dazu sind in den Variantendarstellungen aufgeführt. Die unter 4.1 und 4.2 betrachteten Aufwendungen für Umbau und Betriebskosten sind in den Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen einzubeziehen.

Wie ist die Wirtschaftlichkeit hinsichtlich Aufwand und möglichem Ertrag bei den Varianten zu bewerten?

4 b -3 Übersicht zu den Bewertungen

Gesamtbewertung

Wertungskategorie	Variowohnen	Variante A	Variante B	Variante C	Variante D
Wertung gesamt	7,25	6,84	6,35	6,59	6,34
Städtebauliche Qualitäten	7,3	6,7	5,5	7,1	6,3
Architektonische Qualitäten	7,8	7,4	7,5	7,4	7,0
Innenräumliche Qualitäten	6,3	6,5	6,0	5,2	5,9
Wirtschaftliche Qualitäten	7,7	6,9	6,4	6,7	6,2

Tabelle 29 - Gesamtbewertung der Varianten

Städtebauliche Qualitäten

Bewertungskriterium	Vario-wohnen	Variante A	Variante B	Variante C	Variante D	Durchschnitt Kriterium	Anmerkungen der Diskussion
Synergie- und Konflikt-potentiale mit der Nachbarschaft	9,8	8,5	6,2	8,3	7,5	8,06	+ Einbettung in Gesamtanlage +Boarding Haus schafft Synergien (öffentl. Nutzung im UG)
Standortimage und Attraktivität der Nutzung	7,2	7	6,3	8,5	7,2	7,24	+ sehr attraktive Wohnlage + gut für Menschen mit Bedürfnis nach Erholung + Mischung der Umnutzungsvarianten - für Studenten evtl. zu ruhig (Cafés, Kneipen fehlen) - für Senioren: soziales Netz fehlt - hybride Nutzung: Die Gegend ist wenig repräsentativ für geschäftl. Nutzung - zu wenig "urban"
Erschließung und Mobilität	6,5	5,2	4,1	5,5	5,1	5,28	+ Gut angebunden via ÖPNV - Obwohl sehr zentral, ist die wahrgenommene Entfernung zum Zentrum groß durch ruhige Lage - Die Erschließung für Senioren ist diffizil durch unübersichtl. Städtebaul. Situation (Autobahn) - keine Stellplätze (nur relevant für Geschosswohnen / hybride Nutzung) - zu wenig Dienstleistungsangebote
Öffentliche Zugänglichkeit	5,6	6	5,3	5,9	5,5	5,66	- nicht einladend für Spaziergänger - Umfriedung erforderlich wegen Wildschweinen
Gesamtwertung der Variante in Kategorie Städtebauliche Qualitäten	7,3	6,7	5,5	7,1	6,3	6,56	

Tabelle 30 - Wertung der städtebaulichen Qualitäten

Architektonische Qualitäten

Bewertungskriterium	Vario-wohnen	Variante A	Variante B	Variante C	Variante D	Durchschnitt Kriterium	Anmerkungen der Diskussion
Kommunikationsför-dernde Flächen und Räume	7,3	7,9	6,2	6,9	6,8	7,0	- Gemeinschaftsraum unattraktiv im Keller (wenig Licht, einge-schränkte Nutzung) - mehr informelle Flä-chen wünschenswert - Seniorenwohnen braucht mehr auf den Geschossen - Coworking im Haus eher unattraktiv (Ar-beitsraum lieber ex-tern haben) + Parties auf der Dachterrasse
Sicherheit und Orientierung	8,4	7,3	8	7,9	7	7,7	
Barrierefreiheit	7,4	6,4	8,7	7,7	7,2	7,5	- UG kann kaum an Aktivitäten auf der Dachterrasse teilneh-men - Bäder sind sehr klein, für die geplante Nutzung aber evtl. ausreichend
Freisitze/ Außenraumbezug	8,1	7,9	7,1	7,1	7	7,4	- privater Außenraum fehlt - bei Geschosswohn-nen:ggf. Kinderspiel-platz -bei Geschosswoh-nen: Problematisch Balkone bezgl .Denk-malschutz + Positiv bei Boar-dinghaus: öffentliche Nutzung nach außen
Gesamtwertung der Variante in Kategorie Architektonische Qualitäten	7,8	7,4	7,5	7,4	7,0	7,4	

Tabelle 31 - Wertung der architektonischen Qualitäten

Innenräumliche Qualitäten

Bewertungskriterium	Variowohnen	Variante A	Variante B	Variante C	Variante D	Durchschnitt Kriterium	Anmerkungen der Diskussion
Nutzungsflexibilität, Nutzungs-neutralität	4,4	4,9	4,8	5,2	5,8	5,0	+ Gemeinschaftsflächen sind aneignungsfähig + Boarding Haus: EG flexibler als Status Quo
Funktionalität	7,9	7,8	6,9	4,7	5,6	6,6	- Nutzungsmischung mit Geflüchteten: Mindestgrößen? - Seniorenwohnen: Alten-WGs und Gemeinschaftsbereiche notwendig / Kosten- Nutzen von 1-Zimmer-Wohnung
Behaglichkeitsempfinden	6,6	6,7	6,3	5,8	6,2	6,3	- Wohnen nach Norden eher kritisch - bei hybrider Nutzung: u.U. Konflikte / wechselnde fremde Menschen auf der Etage - Mittelflur eher kritisch zu betrachten / keine Aufenthaltsqualität - Wohnungen wie ein "Schlauch", innenliegendes Bad - Geschosswohnen: Gebäudetypologie nicht geeignet ("gebastelte Grundrisse")
Gesamtwertung der Variante in Kategorie Innenräumliche Qualitäten	6,3	6,5	6,0	5,2	5,9	6,0	

Tabelle 32 - Wertung der innenräumlichen Qualitäten

Wirtschaftliche Qualitäten

Bewertungskriterium	Vario-wohnen	Variante A	Variante B	Variante C	Variante D	Durch-schnitt Kriterium	Anmerkungen der Diskussion
Investition Umbauaufwand							
Hochbau	9,5	8,2	6,2	3,5	4,3	6,3	- Umbauaufwand hängt von Standards ab - Aufzug zwingend für Seniorenwohnen (kostenaufwändig, aber Vorhaltung vorhanden)
TGA	8,7	8,3	5,3	3,4	4,2	6,0	- Durch geändertes Abrechnungskonzept muss die gesamte Elektroinstallation bei veränderter Nutzung (Ausnahme Boarding Haus) neu hergestellt werden. Dabei sind Varianten C + D aufwändiger als A + B + im Boardinghaus: Einzelraumregelungen einbauen (Schlüsselkartenprinzip)
Außenanlagen	9,5	7,8	7,7	6,4	6,8	7,6	
Laufender Aufwand Verwaltung und Betrieb							
Vermietung	6,2	3,9	6,2	8,2	6,6	6,2	
Betriebskosten/ -abrechnung	8,0	7,0	6,9	5,4	4,8	6,4	+ Wohnanlage bisher betriebtstechenisch unkompliziert + Pauschalabrechnung bei den Varianten IST, A und B mit wenig Aufwand - Separate Abrechnung WE mit erhöhtem Aufwand bei C und D
Reinigung, Wartung, Instandhaltung	5,8	4,4	5,0	7,5	6,8	5,9	
Reparaturbedarfe	4,7	5,4	5,7	7,5	7,3	6,1	
Energetische Betriebsoptimierung	4,8	5,5	4,5	7,8	7,8	6,1	
Flächeneffizienz vermietbare Fläche	9,1	8,7	8,2	7,5	6,5	8,0	
Vermietungs-potential	9,4	7,5	7,3	9,0	6,4	7,9	+ Trend zum Individualwohnen in den letzten Jahren gestiegen + hohe Nachfrage nach Wohnplätzen in der bestehenden Anlage
Wirtschaftlichkeit der Vermietung	8,5	8,7	7,4	7,5	6,5	7,7	- bei hybrider Nutzung: hohe Mieterfluktuation
Wertung in Kategorie wirtschaftliche Qualitäten	7,7	6,9	6,4	6,7	6,2	6,8	

Tabelle 33 - Wertung der wirtschaftlichen Qualitäten

Anlage 4 c - Nachhaltigkeitszertifizierung

4 c - 1 Änderungsbedarfe durch Nachhaltigkeitszertifizierung - Kostenaufstellung

1. Wohnqualität

Änderungsbedarfe durch Nachhaltigkeitszertifizierung			änderungsbedingte Mehrkosten*		
Nummer	Steckbrief mit Teilindikatoren	J/N	Planung	Ausführung	Anmerkungen
1.1.1	Funktionale Qualität der Wohnungen				
1.1.1-1	Funktionalität der Wohnbereiche	nein	0 €	0 €	
1.1.1-2	Funktionalität der Koch- und Essbereiche	ja	0 €	10.000 €	Klapptisch, 2 Stühle
1.1.1-3	Funktionalität der Sanitärbereiche	nein	0 €	0 €	
1.1.1-4	Vorhandensein von Stau- und Trockenraum	nein	0 €	0 €	
1.1.2	Freisitze / Außenraum				
	Vorhandensein von Balkon, Terrasse, Mietergärten	nein	0 €	0 €	
1.1.3	Barrierefreiheit - Zugang und Wohnungen				
1.1.3-1	Barrierefreiheit des Zugangs zum Gebäude	nein	0 €	0 €	
1.1.3-2	Barrierefreiheit des Zugangs zu Wohnungen	ja	0 €	5.000 €	Leitungsführung Automatikschließer
1.1.3-3	Grad der Barrierefreiheit innerhalb der Wohnungen	ja	0 €	2.000 €	Kippspiegel, Haltegriffe, Automatikschließer barrierefreie WE EG
1.1.4	Stellplätze				
1.1.4-1	Stellplätze für Fahrräder	nein	0 €	0 €	
1.1.4-2	Stellplätze für Kinderwagen / Rollatoren	nein	0 €	0 €	
1.1.4-3	Stellplätze für PKW / Mobilitätskonzept	ja	0 €	0 €	Beantragung Behindertenstellplätze auf Straße
1.1.5	Freiflächen				
1.1.5-1	Freiflächen für die Allgemeinheit	nein	0 €	0 €	
1.1.6	Thermischer Komfort				
	Thermische Behaglichkeit im Sommer	ja	500 €	0 €	Aktualisierung Nachweis sommerl. Wärmeschutz
1.2.1	Visueller Komfort / Tageslichtversorgung	ja	0 €	-2.087 €	Wegfall Sonnenschutzverglasung Nord
1.2.2	Raumluftqualität	ja	0 €	0 €	
1.2.3	Sicherheit	ja	0 €	2.000 €	Türspione, abschließbare Fenstergriffe EG
1.2.4	Flächenverhältnisse	nein	0 €	0 €	
1.2.5	Einrichtungen zum Müllsammeln und -trennen	nein	0 €	0 €	
1.2.6	Gestalterische und städtebauliche Qualität	nein	0 €	0 €	

Tabelle 34 - Mehr- und Minderkosten durch Änderungsbedarfe nach Steckbriefen – Wohnqualität

2. Technische Qualität

Änderungsbedarfe durch Nachhaltigkeitszertifizierung		änderungsbedingte Mehrkosten*			
Nummer	Steckbrief mit Teilindikatoren	J/N	Planung	Ausführung	Anmerkungen
2.1.1	Schallschutz				
2.1.1-1	Schallschutz gegen Außenlärm	ja	8.022 €	21.677 €	Gutachten, Fensterlüfter, Porenbeton
2.1.1-2	Luft- und Trittschallschutz	ja	0 €	4.595 €	Wohnungstrennwände
2.1.1-3	Schallschutz gegen Körperschall / Installationen	nein	0 €	0 €	
2.1.2	Energetische Qualität				
	Effizienzniveau	ja	7.692 €	0 €	Aktualisierung ENEV/ EEwärmeG
2.1.3	Effizienz der Haustechnik				
	Effizienz der Haustechnik	ja	0 €	2.000 €	fehlende Außenleuchten am Gebäude
2.1.4	Lüftung				
	Lüftung	nein	0 €	0 €	
2.2.1	Brandschutz	nein	0 €	0 €	
2.2.2	Feuchteschutz	ja	4.820 €	0 €	Nachweis Wärmebrücken
2.2.3	Luftdichtheit der Gebäudehülle	ja	2.356 €	0 €	Blower Door
2.2.4	Reaktion auf standortbezogene Gegebenheiten				
2.2.4-1	Reaktion auf erhöhtes Radon-Vorkommen	nein	0 €	0 €	
2.2.4-2	Reaktion auf erhöhtes Hochwasser-Risiko	nein	0 €	0 €	
2.2.4-3	Reaktion auf erhöhtes Sturm-Risiko	nein	0 €	0 €	
2.2.5	Dauerhaftigkeit	nein	0 €	0 €	
2.2.6	Wartungsfreundlichkeit / Nachrüstbarkeit TGA	nein	0 €	0 €	
2.2.7	Rückbau- / Recyclingfreundlichkeit der Baukonstruktion	nein	0 €	0 €	

Tabelle 35 - Mehr- und Minderkosten durch Änderungsbedarfe nach Steckbriefen – Technische Qualität

3. Ökologische Qualität

Änderungsbedarfe durch Nachhaltigkeitszertifizierung			änderungsbedingte Mehrkosten*		
Nummer	Steckbrief mit Teilindikatoren	J/N	Planung	Ausführung	Anmerkungen
3.1.1	Ökobilanz – Teil 1				
	Treibhauspotenzial	nein	0 €	0 €	
3.1.2	Primärenergiebedarf				
3.1.2-1	Primärenergiebedarf nicht erneuerbar	nein	0 €	0 €	
3.1.2-2	Primärenergiebedarf erneuerbar	nein	0 €	0 €	
3.1.3	Flächeninanspruchnahme und Flächen-versiegelung				
3.1.3-1	Flächeninanspruchnahme	nein	0 €	0 €	
3.1.3-2	Flächenversiegelung	nein	0 €	0 €	
3.2.1	Ökobilanz – Teil 2				
3.2.2	Energiegewinnung für Mieter und Dritte	nein	0 €	0 €	
3.2.3	Trinkwasserbedarf	ja	0 €	1.250 €	Spararmaturen
3.2.4	Vermeidung von Schadstoffen	ja	0 €	0 €	
3.2.5	Einsatz von zertifiziertem Holz	ja	0 €	0 €	

Tabelle 36 - Mehr- und Minderkosten durch Änderungsbedarfe nach Steckbriefen – Ökologische Qualität

4. Ökonomische Qualität

Änderungsbedarfe durch Nachhaltigkeitszertifizierung			änderungsbedingte Mehrkosten*		
Nummer	Steckbrief mit Teilindikatoren	J/N	Planung	Ausführung	Anmerkungen
4.1.1	Lebenszykluskosten				
	Ausgewählte Kosten im Lebenszyklus	nein	0 €	0 €	
4.1.2	Werthaltigkeit der Investition				
	Investitionskosten / Marktwert	ja	0 €	0 €	hausintern
4.2.1	Langfristige Wertstabilität	ja	0 €	12.000 €	Heizungsopti-mierung, 2. HK

Tabelle 37 - Mehr- und Minderkosten durch Änderungsbedarfe nach Steckbriefen – Ökonomische Qualität

5. Prozessqualität

Änderungsbedarfe durch Nachhaltigkeitszertifizierung			änderungsbedingte Mehrkosten*		
Nummer	Steckbrief mit Teilindikatoren	J/N	Planung	Ausführung	Anmerkungen
5.1.1	Qualität der Bauausführung / Messungen				
	Qualität der Bauausführung / Messungen	ja	0 €	0 €	Blower Door siehe. 2.2.3
5.2.1	Qualität der Projektvorbereitung				
5.2.1-1	Integraler Prozess	nein	0 €	0 €	
5.2.1-2	Bedarfsplanung	nein	0 €	0 €	
5.2.2	Dokumentation				
5.2.2-1	Objektdokumentation	nein	0 €	0 €	
5.2.2-2	Produktdokumentation	nein	0 €	0 €	
5.2.3	Übergabe / Einweisung				
5.2.3-1	Einweisung Personal	nein	0 €	0 €	
5.2.3-2	Bereitstellung von Informationen für Nutzer	nein	0 €	0 €	
5.2.4	Inbetriebnahme / Einregulierung	ja	0 €	14.494 €	Heizungsoptimierung egain
5.2.5	Voraussetzung für Bewirtschaftung	ja	0 €	8.950 €	Zähler
5.2.6	Reinigungs- / Wartungs- / Instandhaltungsplan	ja	0 €	0 €	nachträgliche Wartungsaufträge
Allgemein	Mehrkosten Planer nach Stundenaufwand (soweit oben nicht erfasst)	ja	15.000 €	0 €	

Tabelle 38 - Mehr- und Minderkosten durch Änderungsbedarfe nach Steckbriefen – Prozessqualität

Mehrkosten durch Änderungsbedarfe gesamt

	Planung	Ausführung	Mehrkosten gesamt
1. Wohnqualität	500 €	16.913 €	17.413 €
2. technische Qualität	22.890 €	28.272 €	51.161 €
3. ökologische Qualität	0 €	1.250 €	1.250 €
4. ökonomische Qualität	0 €	12.000 €	12.000 €
5. Prozessqualität	0 €	23.444 €	23.444 €
Mehrkosten allgemein	15.000 €		
Summe	**38.390 €**	**81.879 €**	**120.269 €**

Kosten	Mehrkosten	Kostenstand Juni 2019	Anteil in %
Gesamt	120.269 €	5.340.000 €	**2,25%**
KG 300+400	81.879 €	3.960.000 €	**2,07%**
KG 700	38.390 €	870.000 €	**4,41%**

Tabelle 39 - Mehrkosten durch Änderungsbedarfe gesamt

4 c - 2 Art der Änderungsbedarfe durch Nachhaltigkeitszertifizierung

1. WOHNQUALITÄT						
Nummer	**Steckbrief mit Teilindikatoren**	**Änderungsbedarfe durch Zertifizierung**	**erhöhte Anforderungen gegenüber gesetzl.-norm. Vorgaben**	**Qualität trotz Nachweis fraglich**	**Änderungsbedarf aufgrund Standortbesonderheiten**	**Änderungsbedarf zur Qualitätssicherung Planung/Bau**
1.1.1	**Funktionale Qualität der Wohnungen**					
1.1.1-1	Funktionalität der Wohnbereiche	nein	ja	nein	nein	nein
1.1.1-2	Funktionalität der Koch- und Essbereiche	ja	ja	nein	nein	nein
1.1.1-3	Funktionalität der Sanitärbereiche	nein	ja	nein	nein	nein
1.1.1-4	Vorhandensein von Stau- und Trockenraum	nein	ja	nein	nein	nein
1.1.2	**Freisitze / Außenraum**					
	Vorhandensein von Balkon, Terrasse, Mietergärten	nein	ja	nein	nein	nein
1.1.3	**Barrierefreiheit - Zugang und Wohnungen**					
1.1.3-1	Barrierefreiheit des Zugangs zum Gebäude	nein	nein	nein	nein	nein
1.1.3-2	Barrierefreiheit des Zugangs zu Wohnungen	ja	nein	nein	nein	ja
1.1.3-3	Grad der Barrierefreiheit innerhalb der Wohnungen	ja	nein	nein	nein	ja
1.1.4	**Stellplätze**					
1.1.4-1	Stellplätze für Fahrräder	nein	ja	nein	nein	nein
1.1.4-2	Stellplätze für Kinderwagen / Rollatoren	nein	ja	nein	nein	nein
1.1.4-3	Stellplätze für PKW / Mobilitätskonzept	ja	ja	nein	nein	nein
1.1.5	**Freiflächen**					
1.1.5-1	Freiflächen für die Allgemeinheit	nein	ja	nein	nein	nein
1.1.6	**Thermischer Komfort**					
1.1.6-1	Thermische Behaglichkeit im Sommer	ja	nein	ja	nein	ja
1.2.1	**Visueller Komfort / Tageslichtversorgung**		ja	ja	ja	ja
1.2.2	**Raumluftqualität**	ja	ja	nein	nein	ja
1.2.3	**Sicherheit**	ja	ja	nein	nein	nein
1.2.4	**Flächenverhältnisse**	nein	ja	nein	nein	nein
1.2.5	**Einrichtungen zum Müllsammeln und -trennen**	nein	ja	nein	nein	nein
1.2.6	**Gestalterische und städtebauliche Qualität**	nein	ja	nein	nein	nein
2. TECHNISCHE QUALITÄT						
Nummer	**Steckbrief mit Teilindikatoren**	**Änderungsbedarfe durch Zertifizierung**	**erhöhter Anforderungen gegenüber gesetzl.-norm.Vorgaben**	**Qualität trotz Nachweis fraglich**	**Standort-besonderheiten**	**Qualitätssicherung Planung/Bau**
2.1.1	**Schallschutz**					
2.1.1-1	Schallschutz gegen Außenlärm	ja	nein	nein	ja	ja
2.1.1-2	Luft- und Trittschallschutz	ja	nein	nein	nein	ja
2.1.1-3	Schallschutz gegen Körperschall / Installationen	nein	nein	nein	nein	nein
2.1.2	**Energetische Qualität**					
	Effizienzniveau	ja	nein	ja	ja	ja
2.1.3	**Effizienz der Haustechnik**	ja	ja	nein	nein	ja
2.1.4	**Lüftung**	nein	nein	ja	nein	nein
2.2.1	**Brandschutz**	nein	nein	nein	nein	nein
2.2.2	**Feuchteschutz**	ja	nein	nein	nein	ja
2.2.3	**Luftdichtheit der Gebäudehülle**	ja	nein	nein	nein	ja
2.2.4	**Reaktion auf standortbezogene Gegebenheiten**					
2.2.4-1	Reaktion auf erhöhtes Radon-Vorkommen	nein	ja	nein	nein	nein
2.2.4-2	Reaktion auf erhöhtes Hochwasser-Risiko	nein	ja	nein	nein	nein
2.2.4-3	Reaktion auf erhöhtes Sturm-Risiko	nein	ja	nein	nein	nein
2.2.5	**Dauerhaftigkeit**	nein	ja	nein	nein	nein
2.2.6	**Wartungsfreundlichkeit / Nachrüstbarkeit TGA**	nein	ja	nein	nein	nein
2.2.7	**Rückbau- / Recyclingfreundlichkeit der Baukonstruktion**	nein	ja	nein	nein	nein

3. ÖKOLOGISCHE QUALITÄT						
Nummer	**Steckbrief mit Teilindikatoren**	**Änderungsbedarfe durch Zertifizierung**	**erhöhter Anforderungen gegenüber gesetzl.-norm.Vorgaben**	**Qualität trotz Nachweis fraglich**	**Standort-besonderheiten**	**Qualitätssicherung Planung/Bau**
3.1.1	**Ökobilanz – Teil 1**					
	Treibhauspotenzial		ja	nein	ja	nein
3.1.2	**Primärenergiebedarf**					
3.1.2-1	Primärenergiebedarf nicht erneuerbar	nein	ja	nein	nein	nein
3.1.2-2	Primärenergiebedarf erneuerbar	nein	ja	nein	nein	nein
3.1.3	**Flächeninanspruchnahme und Flächenversiegelung**					
3.1.3-1	Flächeninanspruchnahme	nein	nein	nein	nein	nein
3.1.3-2	Flächenversiegelung		ja	nein	ja	nein
3.2.1	**Ökobilanz – Teil 2**	nein	ja	nein	nein	nein
3.2.2	**Energiegewinnung für Mieter und Dritte**	nein	ja	nein	nein	nein
3.2.3	**Trinkwasserbedarf**	ja	ja	nein	nein	ja
3.2.4	**Vermeidung von Schadstoffen**	ja	ja	nein	nein	ja
3.2.5	**Einsatz von zertifiziertem Holz**	ja	ja	nein	nein	ja
4. ÖKONOMISCHE QUALITÄT						
Nummer	**Steckbrief mit Teilindikatoren**	**Änderungsbedarfe durch Zertifizierung**	**erhöhter Anforderungen gegenüber gesetzl.-norm.Vorgaben**	**Qualität trotz Nachweis fraglich**	**Standort-besonderheiten**	**Qualitätssicherung Planung/Bau**
4.1.1	**Lebenszykluskosten**					
	Ausgewählte Kosten im Lebenszyklus	nein	ja	nein	nein	nein
4.1.2	**Werthaltigkeit der Investition**					
	Investitionskosten / Marktwert		ja	nein	nein	nein
4.2.1	**Langfristige Wertstabilität**	ja	ja	nein	nein	ja
5. PROZESSQUALITÄT						
Nummer	**Steckbrief mit Teilindikatoren**	**Änderungsbedarfe durch Zertifizierung**	**erhöhter Anforderungen gegenüber gesetzl.-norm.Vorgaben**	**Qualität trotz Nachweis fraglich**	**Standort-besonderheiten**	**Qualitätssicherung Planung/Bau**
5.1.1	**Qualität der Bauausführung / Messungen**					
	Qualität der Bauausführung / Messungen	ja	nein	nein	nein	ja
5.2.1	**Qualität der Projektvorbereitung**					
5.2.1-1	Integraler Prozess	nein	ja	nein	nein	nein
5.2.1-2	Bedarfsplanung		ja	nein	nein	nein
5.2.3	**Dokumentation**					
5.2.2-1	Objektdokumentation		nein			
5.2.2-2	Produktdokumentation		nein			
5.2.4	**Übergabe / Einweisung**					
5.2.3-1	Einweisung Personal		ja			
5.2.3-2	Bereitstellung von Informationen für Nutzer	ja	ja	nein	nein	ja
5.2.5	**Inbetriebnahme / Einregulierung**	nein	nein	nein	nein	ja
5.2.6	**Voraussetzung für Bewirtschaftung**	ja	ja	nein	nein	ja
5.2.7	**Reinigungs- / Wartungs- / Instandhaltungsplan**	ja	ja	nein	nein	ja

LEGENDE					
	unproblematisch	nein	nein	nein	n
	Änderungsbedarf	ja	ja	ja	
	Begründung Abweichung				

Tabelle 40 - Änderungsbedarfe Übersicht nach Steckbriefen

Anlage 4 d - Kosten und Effizienz

4 d - 1 Vergleich Investitionskosten BKI Wohnheim

Alle Kosten inkl. 19% MwSt

	Kostengruppe	Einheit	Menge VW	Kosten IST [€/Einheit]	Kosten VW	%	Kosten BKI- Wohnheime Bundesdurchschnitt 2018 [je Einheit]	BKI- Werte Wohnheime-Berlin 2018	%
100	**Grundstück**	m² GF	2567,89				27,38 €	69.928,71 €	-
200	**Herrichten und Erschließen**	**m² GF**	2567,89						
300 400	**Baukonstruktion + technische Anlagen**				**2.908.475,00 €**	**83%**	**- €**	**3.497.010,91 €**	**100%**
300	**Bauwerk – Baukonstruktionen**	**m² BGF**	**2217,76**	**969,38 €**	**2.149.861,09 €**	**80%**	**1.209,99 €**	**2.683.470,18 €**	**100%**
310	**Baugrube**	**m³ BGI**	**2198**	**21,01 €**	**46.175,00 €**	**69%**	**30,66 €**	**67.391,58 €**	**100%**
311	Baugrubenherstellung	m³ BGI	2198	20,56 €	45.190,00 €	67%	30,66 €	67.391,58 €	100%
312	Baugrubenumschließung	m³	0	- €	- €	-	222,29 €	- €	-
313	Wasserhaltung	m³ GRF	0	- €	- €	-	-	- €	-
319	Baugrube, sonstiges	m³ BGI	0	- €	- €	-	-	- €	-
320	**Gründung**	**m²**	**581,4**	**141,26 €**	**82.128,22**	**51%**	**278,13 €**	**161.706,95 €**	**100%**
321	Baugrundverbesserung	m²	0	- €	- €	-	32,85 €	- €	
322	Flachgründungen	m²	0	- €	- €	-	59,13 €	- €	
323	Tiefgründungen	m²	0	- €	- €	-	223,38 €	- €	
324	Unterböden und Bodenplatten	m²	571,494	50,04 €	28.597,20 €	50%	100,74 €	57.573,08 €	100%
325	Bodenbeläge	m²	504,87	48,46 €	24.466,52 €	42%	114,98 €	58.048,21 €	100%
326	Bauwerksabdichtungen	m²	581,4	48,36 €	28.114,50 €	210%	23,00 €	13.369,47 €	100%
327	Dränagen	m²	581,4	1,63 €	950,00 €	28%	5,80 €	3.374,20 €	100%
329	Gründung, sonstiges	m²	-	- €	- €	-	-	- €	-
330	**Außenwände**	**m²**	1309,5	**377,70 €**	**494.604,28 €**	**83%**	**455,53 €**	**596.511,45 €**	**100%**
331	Tragende Außenwände	m²	876,803	105,78 €	92.747,00 €	79%	134,69 €	118.093,80 €	100%
	Aussenwände erdberührt		216,198	99,12 €	21.430,00 €	-	-	-	-
	Aussenwände Fassade		660,605	107,96 €	71.317,00 €	-	-	-	-
332	Nichttragende Außenwände	m²	52,717	425,76 €	22.444,80 €	183%	232,14 €	12.237,89 €	100%
333	Außenstützen	m	6	100,00 €	600,00 €	74%	135,78 €	814,69 €	100%
334	Außentüren und -fenster	m²	379,98	711,39 €	270.314,27 €	114%	624,16 €	237.167,70 €	100%
335	Außenwandbekleidungen, außen	m²	929,56	84,64 €	78.678,90 €	59%	142,35 €	132.324,64 €	100%
	Außenwandbekleidungen erdberührt	m²	202,169	36,75 €	7.430,00 €	-	-	-	-
	Außenwandbekleidungen Fassade	m²	727,391	97,95 €	71.248,90 €	-	-	-	-
336	Außenwandbekleidungen, innen	m²	610,0182	20,48 €	12.490,87 €	58%	35,04 €	21.375,32 €	100%
337	Elementierte Außenwände	m²	-	-	-	-	699,71 €	699,71 €	-
338	Sonnenschutz	m²	-	-	-	-	227,76 €	227,76 €	-
339	Außenwände, sonstiges	m²	1309,5	13,23 €	17.328,44 €	71%	18,62 €	24.376,67 €	100%
340	**Innenwände**	**m²**	**3636,7**	**148,36 €**	**539.552,27 €**	**64%**	**232,14 €**	**844.234,87 €**	**100%**
341	Tragende Innenwände	m²	1611,089	56,96 €	91.768,80 €	56%	101,84 €	164.067,45 €	100%
342	Nichttragende Innenwände	m²	2025,611	50,00 €	101.279,95 €	63%	79,94 €	161.919,39 €	100%
343	Innenstützen	m²	60,41	154,17 €	9.313,58 €	93%	165,35 €	9.988,63 €	100%
344	Innentüren und -fenster	m²	224,7463	698,39 €	156.959,81 €	105%	667,96 €	150.121,31 €	100%
345	Innenwandbekleidung	m²	5181,991	33,83 €	175.321,38 €	86%	39,42 €	204.276,83 €	100%
346	Elementierte Innenwände	m²	-	-	-	-	-	-	-
349	Innenwände, sonstiges	m²	3636,695	1,35 €	4.908,75 €	44%	3,07 €	11.150,26 €	100%
350	**Decken**	**m²**	**1524,2**	**267,96 €**	**408.420,81 €**	**76%**	**350,40 €**	**534.086,85 €**	**100%**
351	Deckenkonstruktionen	m²	1524,21	102,25 €	155.850,60 €	57%	178,49 €	272.052,27 €	100%
352	Deckenbeläge	m²	1332,83	114,27 €	152.298,42 €	88%	129,21 €	172.217,28 €	100%
353	Deckenbekleidungen	m²	1284,051	39,44 €	50.645,64 €	69%	56,94 €	73.114,85 €	100%
359	Decken, sonstiges	m²	1524,21	32,56 €	49.626,15 €	149%	21,90 €	33.380,65 €	100%
360	**Dächer**	**m²**	651,9	**236,29 €**	**154.038,11 €**	**63%**	**371,44 €**	**243.419,47 €**	**100%**
361	Dachkonstruktionen	m²	651,9	65,15 €	42.469,00 €	55%	118,26 €	77.094,73 €	100%
362	Dachfenster, Dachöffnungen	m²	2	1.600,00 €	3.200,00 €	98%	1.640,33 €	3.280,66 €	100%
363	Dachbeläge	m²	606,31	129,98 €	78.809,10 €	78%	167,54 €	101.579,51 €	100%
364	Dachbekleidungen	m²	504,73	37,00 €	18.675,01 €	70%	52,56 €	26.528,96 €	100%
369	Dächer, sonstiges	m²	1524,21	6,22 €	9.475,00 €	20%	31,76 €	48.401,94 €	100%
370	**Baukonstruktive Einbauten**	**m² BGF**	2217,76	**93,90 €**	**208.238,10 €**	**238%**	**39,42 €**	**87.425,27 €**	**100%**
390	**Sonstige Maßnahmen für Baukonstruktionen**	**m² BGF**	2217,76	**26,97 €**	**59.814,30 €**	**37%**	**72,27 €**	**160.279,67 €**	**100%**
400	**Bauwerk – technische Anlagen**	**m² BGF**	2217,76	**342,06 €**	**758.613,91 €**	**93%**	**366,83 €**	**813.540,73 €**	**100%**
410	**Abwasser-, Wasser-, Gasanlagen**	**m² BGF**	2217,76	**124,84 €**	**276.857,09 €**	**123%**	**101,84 €**	**225.848,62 €**	**100%**
420	**Wärmeversorgungsanlagen**	**m² BGF**	2217,76	**81,88 €**	**181.596,70 €**	**105%**	**77,75 €**	**172.422,07 €**	100%
421	Wärmeerzeugungsanlagen	m² BGF	2217,76	26,47 €	58.708,09 €	81%	32,85 €	72.854,39 €	100%
422	Wärmeverteilnetze	m² BGF	2217,76	37,20 €	82.499,04 €	200%	18,62 €	41.284,16 €	100%
423	Raumheizflächen	m² BGF	2217,76	14,87 €	32.987,35 €	59%	25,19 €	55.855,04 €	100%
429	Sonstiges	m² BGF	2217,76	- €	- €	-	3,83 €	8.499,68 €	100%
430	**Lufttechnische Anlagen**	**m² BGF**	**2217,76**	**17,48 €**	**38.772,58 €**	**59%**	**29,57 €**	**65.568,95 €**	**100%**
431	Lüftungsanlagen	m² BGF	2217,76	17,48 €	38.772,58 €	59%	29,57 €	65.568,95 €	100%
432	Teilklimaanlagen	m² BGF	2217,76	-	-	-	-	-	-
433	Klimaanlage	m² BGF	2217,76	-	-	-	-	-	-
434	Prozeßlufttechnische Anlagen	m² BGF	2217,76	-	-	-	-	-	-
435	Kälteanlagen	m² BGF	2217,76	-	-	-	-	-	-
439	Sonstiges	m² BGF	2217,76	-	-	-	-	-	-
440	**Starkstromanlagen**	**m² BGF**	**2217,76**	**83,14 €**	**184.377,30 €**	**100%**	**83,22 €**	**184.564,465 €**	**100%**
450	**Fernmelde- und informationstechnische Anlagen**	**m² BGF**	**2217,76**	**18,59 €**	**41.227,00 €**	**94%**	**19,71 €**	**43.712,636 €**	**100%**
460	**Förderanlagen**	**m² BGF**	**2217,76**	-	-	-	**23,00 €**	**50.998,076 €**	**100%**
470	**Nutzungsspezifische Anlagen**	**m² BGF**	**2217,76**	-	-	-	**21,90 €**	**48.569,596 €**	**100%**
480	**Gebäudeautomation**	**m² BGF**	**2217,76**	**9,49 €**	**21.043,24 €**	**62%**	**15,33 €**	**33.998,717 €**	**100%**
490	**Sonstige Maßnahmen für technische Anlagen**	**m² BGF**	**2217,76**	**6,65 €**	**14.740,00 €**	**121%**	**5,48 €**	**12.142,399 €**	**100%**
500	**Außenanlagen**	**m² AUF**	**1983,02**	**25,70 €**	**50.958,14 €**	**19%**	**135,78 €**	**269.258,070 €**	**100%**
600	**Ausstattung und Kunstwerke**	**m² BGF**	**2217,76**	**- €**	**- €**	**0%**	**75,56 €**	**167.565,106 €**	**100%**
700	**Baunebenkosten**	**m² BGF**	**2217,76**	**- €**	**- €**	-	-	-	-

Tabelle 41 - Vergleich Investitionskosten BKI Wohnheim

4 d - 2 Vergleich Investitionskosten BKI KSS+WDVS

Alle Kosten inkl. 19% MwSt

	Kostengruppe	Einheit	Menge VW	Kosten IST [€/Einheit]	Kosten VW	%	Kosten Variante 1 KSS/WDVS/BHKW [€/Einheit] 2018	Kosten Variante 1 KSS/WDVS/BHKW Berlin 2018
100	**Grundstück**	m² GF	2567,89	- €	- €		- €	- €
200	**Herrichten und Erschließen**	**m² GF**	2567,89	- €	- €		- €	- €
300+ 400	**Baukunstruktion + technische Anlagen**			- €	**2.908.475,00 €**	**99,5%**	- €	**2.921.997,08 €**
300	**Bauwerk – Baukonstruktionen**	**m² BGF**	**2217,76**	**969,38 €**	**2.149.861,09 €**	**100,1%**	- €	**2.147.484,72 €**
310	**Baugrube**	**m³ BGI**	**2198,00**	**21,01 €**	**46.175,00 €**	**100%**	**21,01 €**	**46.175,00 €**
311	Baugrubenherstellung	m³ BGI	2198,00	20,56 €	45.190,00 €	100%	20,56 €	45.190,00 €
312	Baugrubenumschließung	m³	0,00	- €	- €	-	-	-
313	Wasserhaltung	m³ GRF	0,00	- €	- €	-	-	-
319	Baugrube, sonstiges	m³ BGI	0,00	- €	- €	-	-	-
320	**Gründung**	**m²**	**581,40**	**141,26 €**	**82.128,22**	**100%**	**141,26 €**	**82.128,22 €**
321	Baugrundverbesserung	m²	0,00	- €	- €	-	-	-
322	Flachgründungen	m²	0,00	- €	- €	-	-	-
323	Tiefgründungen	m²	0,00	- €	- €	-	-	-
324	Unterböden und Bodenplatten	m²	571,49	50,04 €	28.597,20 €	100%	50,04 €	28.597,20 €
325	Bodenbeläge	m²	504,87	48,46 €	24.466,52 €	100%	48,46 €	24.466,52 €
326	Bauwerksabdichtungen	m²	581,40	48,36 €	28.114,50 €	100%	48,36 €	28.114,50 €
327	Dränagen	m²	581,40	1,63 €	950,00 €	100%	1,63 €	950,00 €
329	Gründung, sonstiges	m²	-	- €	- €	-	-	-
330	**Außenwände**	**m²**	**1309,50**	**377,70 €**	**494.604,28 €**	**126%**	**299,66 €**	**392.407,10 €**
331	Tragende Außenwände	m²	876,80	105,78 €	92.747,00 €	106%	99,66 €	87.386,14 €
	Aussenwände erdberührt		216,20	99,12 €	21.430,00 €	100%	99,12 €	21.430,00 €
	Aussenwände Fassade		660,61	107,96 €	71.317,00 €	111%	96,95 €	64.042,89 €
332	Nichttragende Außenwände	m²	52,72	425,76 €	22.444,80 €	100%	425,76 €	22.444,80 €
333	Außenstützen	m	6,00	100,00 €	600,00 €	100%	100,00 €	600,00 €
334	Außentüren und -fenster	m²	379,98	711,39 €	270.314,27 €	159%	447,32 €	169.584,33 €
335	Außenwandbekleidungen, außen	m²	929,56	84,64 €	78.678,90 €	95%	88,83 €	82.572,52 €
	Außenwandbekleidungen erdberührt	m²	202,17	36,75 €	7.430,00 €	100%	36,75 €	7.430,00 €
	Außenwandbekleidungen Fassade	m²	727,39	97,95 €	71.248,90 €	96%	102,39 €	74.479,18 €
336	Außenwandbekleidungen, innen	m²	610,02	20,48 €	12.490,87 €	100%	20,48 €	12.490,87 €
337	Elementierte Außenwände	m²	-	-	-	-	- €	-
338	Sonnenschutz	m²	-	-	-	-	- €	-
339	Außenwände, sonstiges	m²	1309,50	13,23 €	17.328,44 €	100%	13,23 €	17.328,44 €
340	**Innenwände**	**m²**	**3636,70**	**148,36 €**	**539.552,27 €**	**97%**	**152,62 €**	**555.018,70 €**
341	Tragende Innenwände	m²	1611,09	56,96 €	91.768,80 €	100%	56,96 €	91.768,80 €
342	Nichttragende Innenwände	m²	2025,61	50,00 €	101.279,95 €	87%	57,64 €	116.746,38 €
343	Innenstützen	m²	60,41	154,17 €	9.313,58 €	100%	154,17 €	9.313,58 €
344	Innentüren und -fenster	m²	224,75	698,39 €	156.959,81 €	100%	698,39 €	156.959,81 €
345	Innenwandbekleidung	m²	5181,99	33,83 €	175.321,38 €	100%	33,83 €	175.321,38 €
346	Elementierte Innenwände	m²	-	-	-	-	-	-
349	Innenwände, sonstiges	m²	3636,70	1,35 €	4.908,75 €	100%	1,35 €	4.908,75 €
350	**Decken**	**m²**	**1524,20**	**267,96 €**	**408.420,81 €**	**68%**	**394,46 €**	**601.231,07 €**
351	Deckenkonstruktionen	m²	1524,21	102,25 €	155.850,60 €	45%	228,75 €	348.660,86 €
352	Deckenbeläge	m²	1332,83	114,27 €	152.298,42 €	100%	114,27 €	152.298,42 €
353	Deckenbekleidungen	m²	1284,05	39,44 €	50.645,64 €	100%	39,44 €	50.645,64 €
359	Decken, sonstiges	m²	1524,21	32,56 €	49.626,15 €	100%	32,56 €	49.626,15 €
360	**Dächer**	**m²**	**651,90**	**236,29 €**	**154.038,11 €**	**76%**	**310,59 €**	**202.472,23 €**
361	Dachkonstruktionen	m²	651,90	65,15 €	42.469,00 €	46%	141,61 €	92.313,12 €
362	Dachfenster, Dachöffnungen	m²	2,00	1.600,00 €	3.200,00 €	100%	1.600,00 €	3.200,00 €
363	Dachbeläge	m²	606,31	129,98 €	78.809,10 €	100%	129,98 €	78.809,10 €
364	Dachbekleidungen	m²	504,73	37,00 €	18.675,01 €	100%	37,00 €	18.675,01 €
369	Dächer, sonstiges	m²	1524,21	6,22 €	9.475,00 €	100%	6,22 €	9.475,00 €
370	**Baukonstruktive Einbauten**	**m² BGF**	**2217,76**	**93,90 €**	**208.238,10 €**	**100%**	**93,90 €**	**208.238,10 €**
390	**Sonstige Maßnahmen für Baukonstruktionen**	**m² BGF**	**2217,76**	**26,97 €**	**59.814,30 €**	**100%**	**26,97 €**	**59.814,30 €**
400	**400 Bauwerk – technische Anlagen**	**m² BGF**	**2217,76**	**342,06 €**	**758.613,91 €**	**97,9%**	**349,23 €**	**774.512,36 €**
410	**Abwasser-, Wasser-, Gasanlagen**	**m² BGF**	**2217,76**	**124,84 €**	**276.857,09 €**	**100%**	**124,84 €**	**276.857,09 €**
420	**Wärmeversorgungsanlagen**	**m² BGF**	**2217,76**	**81,88 €**	**181.596,70 €**	**82%**	**100,36 €**	**222.582,98 €**
421	Wärmeerzeugungsanlagen	m² BGF	2217,76	26,47 €	58.708,09 €	55%	48,29 €	107.096,59 €
422	Wärmeverteilnetze	m² BGF	2217,76	37,20 €	82.499,04 €	100%	37,20 €	82.499,04 €
423	Raumheizflächen	m² BGF	2217,76	14,87 €	32.987,35 €	100%	14,87 €	32.987,35 €
429	Sonstiges	m² BGF	2217,76	- €	- €	-	- €	- €
430	**Lufttechnische Anlagen**	**m² BGF**	**2217,76**	**17,48 €**	**38.772,58 €**	**283%**	**6,17 €**	**13.684,75 €**
431	Lüftungsanlagen	m² BGF	2217,76	17,48 €	38.772,58 €	283%	6,17 €	13.684,75 €
432	Teilklimaanlagen	m² BGF	2217,76	-	-	-	-	-
433	Klimaanlage	m² BGF	2217,76	-	-	-	-	-
434	Prozeßlufttechnische Anlagen	m² BGF	2217,76	-	-	-	-	-
435	Kälteanlagen	m² BGF	2217,76	-	-	-	-	-
439	Sonstiges	m² BGF	2217,76	-	-	-	-	-
440	**Starkstromanlagen**	**m² BGF**	**2217,76**	**83,14 €**	**184.377,30 €**	**100%**	**83,14 €**	**184.377,30 €**
450	**Fernmelde- und informationstechnische Anlagen**	**m² BGF**	**2217,76**	**18,59 €**	**41.227,00 €**	**100%**	**18,59 €**	**41.227,00 €**
460	**Förderanlagen**	**m² BGF**	**2217,76**	-	-	-	-	-
470	**Nutzungsspezifische Anlagen**	**m² BGF**	**2217,76**	-	-	-	-	-
480	**Gebäudeautomation**	**m² BGF**	**2217,76**	**9,49 €**	**21.043,24 €**	**100%**	**9,49 €**	**21.043,24 €**
490	**Sonstige Maßnahmen für technische Anlagen**	**m² BGF**	**2217,76**	**6,65 €**	**14.740,00 €**	**100%**	**6,65 €**	**14.740,00 €**
500	**Außenanlagen**	m² AUF	1983,02	25,70 €	50.958,14 €	100%	**25,70 €**	**50.958,14 €**
600	**Ausstattung und Kunstwerke**	m² BGF	2217,76	- €	- €	-	- €	- €
700	**Baunebenkosten**	m² BGF	2217,76	- €	- €	-	- €	- €

Tabelle 42 - Vergleich Investitionskosten BKI Wohnheim

4 d - 3 Vergleich Investitionskosten BKI Holzbau+WP

Alle Kosten inkl. 19% MwSt

	Kostengruppe	Einheit	Menge VW	Kosten IST [€/Einheit]	Kosten VW	%	Kosten Holzbautafel [€/Einheit] Berlin 2018	Kosten Holztafelbau Berlin 2018
100	**Grundstück**	**m² GF**	**2567,89**	**- €**	**- €**		**- €**	**- €**
200	**Herrichten und Erschließen**	**m² GF**	**2567,89**	**- €**	**- €**		**- €**	**- €**
300 400	**Baukonstruktion + technische Anlagen**		**0**	**- €**	**2.908.475,00 €**	**94,4%**	**- €**	**3.080.325,49 €**
300	**Bauwerk – Baukonstruktionen**	**m² BGF**	**2217,76**	**969,38 €**	**2.149.861,09 €**	**96,7%**	**- €**	**2.222.377,36 €**
310	**Baugrube**	**m³ BGI**	**2198,00**	**21,01 €**	**46.175,00 €**	**100%**	**21,01 €**	**46.175,00 €**
311	Baugrubenherstellung	m³ BGI	2198,00	20,56 €	45.190,00 €	100%	**20,56 €**	45.190,00 €
312	Baugrubenumschließung	m³	0,00	- €	- €	-	- €	- €
313	Wasserhaltung	m³ GRF	0,00	- €	- €	-	- €	- €
319	Baugrube, sonstiges	m³ BGI	0,00	- €	- €	-	- €	- €
320	**Gründung**	**m²**	**581,40**	**141,26 €**	**82.128,22**	**100%**	**141,26 €**	**82.128,22 €**
321	Baugrundverbesserung	m²	0,00	- €	- €	-	- €	- €
322	Flachgründungen	m²	0,00	- €	- €	-	- €	- €
323	Tiefgründungen	m²	0,00	- €	- €	-	- €	- €
324	Unterböden und Bodenplatten	m²	571,49	50,04 €	28.597,20 €	100%	**50,04 €**	28.597,20 €
325	Bodenbeläge	m²	504,87	48,46 €	24.466,52 €	100%	**48,46 €**	24.466,52 €
326	Bauwerksabdichtungen	m²	581,40	48,36 €	28.114,50 €	100%	**48,36 €**	28.114,50 €
327	Dränagen	m²	581,40	1,63 €	950,00 €	100%	**1,63 €**	950,00 €
329	Gründung, sonstiges	m²	-	- €	- €	-	- €	-
330	**Außenwände**	**m²**	**1309,50**	**377,70 €**	**494.604,28 €**	**103%**	**368,35 €**	**482.349,02 €**
331	Tragende Außenwände	m²	876,80	105,78 €	92.747,00 €	64%	166,14 €	145.672,37 €
	Aussenwände erdberührt		216,20	99,12 €	21.430,00 €	100%	107,97 €	21.430,00 €
	Aussenwände Fassade		660,61	107,96 €	71.317,00 €	58%	185,18 €	122.329,12 €
332	Nichttragende Außenwände	m²	52,72	425,76 €	22.444,80 €	100%	425,76 €	22.444,80 €
333	Außenstützen	m	6	100,00 €	600,00 €	124%	80,61 €	483,64 €
334	Außentüren und -fenster	m²	379,98	711,39 €	270.314,27 €	116%	614,34 €	233.049,64 €
335	Außenwandbekleidungen, außen	m²	929,56	84,64 €	78.678,90 €	155%	54,73 €	50.879,25 €
	Außenwandbekleidungen erdberührt	m²	202,169	36,75 €	7.430,00 €	100%	36,75 €	7.430,00 €
	Außenwandbekleidungen Fassade	m²	727,391	97,95 €	71.248,90 €	167%	58,82 €	42.785,91 €
336	Außenwandbekleidungen, innen	m²	610,02	20,48 €	12.490,87 €	100%	20,48 €	12.490,87 €
337	Elementierte Außenwände	m²	-	-	-	-	- €	-
338	Sonnenschutz	m²	-	-	-	-	- €	-
339	Außenwände, sonstiges	m²	1309,5	13,23 €	17.328,44 €	100%	13,23 €	17.328,44 €
340	**Innenwände**	**m²**	**3636,70**	**148,36 €**	**539.552,27 €**	**75%**	**197,78 €**	**719.278,35 €**
341	Tragende Innenwände	m²	1.611,09	56,96 €	91.768,80 €	40%	141,61 €	228.140,28 €
342	Nichttragende Innenwände	m²	2.025,61	50,00 €	101.279,95 €	71%	70,80 €	143.419,60 €
343	Innenstützen	m²	60,41	154,17 €	9.313,58 €	88%	174,28 €	10.528,53 €
344	Innentüren und -fenster	m²	224,75	698,39 €	156.959,81 €	100%	698,39 €	156.959,81 €
345	Innenwandbekleidung	m²	5181,99	33,83 €	175.321,38 €	100%	33,83 €	175.321,38 €
346	Elementierte Innenwände	m²	-	-	-	-	- €	-
349	Innenwände, sonstiges	m²	3636,695	1,35 €	4.908,75 €	100%	1,35 €	4.908,75 €
350	**Decken**	**m²**	**1524,20**	**267,96 €**	**408.420,81 €**	**105%**	**256,12 €**	**390.374,26 €**
351	Deckenkonstruktionen	m²	1524,21	102,25 €	155.850,60 €	113%	90,41 €	137.804,05 €
352	Deckenbeläge	m²	1332,83	114,27 €	152.298,42 €	100%	124,47 €	152.298,42 €
353	Deckenbekleidungen	m²	1284,05	39,44 €	50.645,64 €	100%	39,44 €	50.645,64 €
359	Decken, sonstiges	m²	1524,21	32,56 €	49.626,15 €	100%	32,56 €	49.626,15 €
360	**Dächer**	**m²**	**651,90**	**236,29 €**	**154.038,11 €**	**66%**	**358,98 €**	**234.020,11 €**
361	Dachkonstruktionen	m²	651,90	65,15 €	42.469,00 €	31%	206,96 €	134.919,17 €
362	Dachfenster, Dachöffnungen	m²	2	1.600,00 €	3.200,00 €	100%	1.600,00 €	3.200,00 €
363	Dachbeläge	m²	606,31	129,98 €	78.809,10 €	100%	129,98 €	78.809,10 €
364	Dachbekleidungen	m²	504,73	37,00 €	18.675,01 €	100%	37,00 €	18.675,01 €
369	Dächer, sonstiges	m²	1524,21	6,22 €	9.475,00 €	100%	6,22 €	9.475,00 €
370	**Baukonstruktive Einbauten**	**m² BGF**	**2217,76**	**93,90 €**	**208.238,10 €**	**100%**	**93,90 €**	**208.238,10 €**
390	**Sonstige Maßnahmen für Baukonstruktionen**	**m² BGF**	**2217,76**	**26,97 €**	**59.814,30 €**	**100%**	**26,97 €**	**59.814,30 €**
400	**400 Bauwerk – technische Anlagen**	**m² BGF**	**2217,76**	**342,06 €**	**758.613,91 €**	**88,4%**	**- €**	**857.948,12 €**
410	**Abwasser-, Wasser-, Gasanlagen**	**m² BGF**	**2217,76**	**124,84 €**	**276.857,09 €**	**100%**	**124,84 €**	**276.857,09 €**
420	**Wärmeversorgungsanlagen**	**m² BGF**	**2217,76**	**81,88 €**	**181.596,70 €**	**65%**	**126,31 €**	**280.132,02 €**
421	Wärmeerzeugungsanlagen	m² BGF	2217,76	26,47 €	58.708,09 €	94%	28,11 €	62.350,47 €
422	Wärmeverteilnetze	m² BGF	2217,76	37,20 €	82.499,04 €	100%	37,20 €	82.499,04 €
423	Raumheizflächen	m² BGF	2217,76	14,87 €	32.987,35 €	24%	61,00 €	135.282,51 €
429	Sonstiges	m² BGF	2217,76	- €	- €	-	- €	- €
430	**Lufttechnische Anlagen**	**m² BGF**	**2217,76**	**17,48 €**	**38.772,58 €**	**98%**	**17,84 €**	**39.571,47 €**
431	Lüftungsanlagen	m² BGF	2217,76	17,48 €	38.772,58 €	98%	17,84 €	39.571,47 €
432	Teilklimaanlagen	m² BGF	2217,76	-	-	-	- €	-
433	Klimaanlage	m² BGF	2217,76	-	-	-	- €	-
434	Prozeßlufttechnische Anlagen	m² BGF	2217,76	-	-	-	- €	-
435	Kälteanlagen	m² BGF	2217,76	-	-	-	- €	-
439	Sonstiges	m² BGF	2217,76	-	-	-	- €	-
440	**Starkstromanlagen**	**m² BGF**	**2217,76**	**83,14 €**	**184.377,30 €**	**100%**	**- €**	**184.377,30 €**
450	**Fernmelde- und informationstechnische Anlagen**	**m² BGF**	**2217,76**	**18,59 €**	**41.227,00 €**	**100%**	**- €**	**41.227,00 €**
460	**Förderanlagen**	**m² BGF**	**2217,76**	**-**	**-**	**-**	**- €**	**-**
470	**Nutzungsspezifische Anlagen**	**m² BGF**	**2217,76**	**-**	**-**	**-**	**- €**	**-**
480	**Gebäudeautomation**	**m² BGF**	**2217,76**	**9,49 €**	**21.043,24 €**	**100%**	**- €**	**21.043,24 €**
490	**Sonstige Maßnahmen für technische Anlagen**	**m² BGF**	**2217,76**	**6,65 €**	**14.740,00 €**	**100%**	**- €**	**14.740,00 €**
500	**Außenanlagen**	**m² AUF**	**1983,02**	**25,70 €**	**50.958,14 €**	**100%**	**- €**	**50.958,14 €**
600	**Ausstattung und Kunstwerke**	**m² BGF**	**2217,76**	**- €**	**- €**	**-**	**- €**	**- €**
700	**Baunebenkosten**	**m² BGF**	**2217,76**	**- €**	**- €**	**-**	**- €**	**- €**

Tabelle 43 - Vergleich Investitionskosten BKI Holzbau+WP

Anlage 4 e - Projektmanagement und integrale Planung

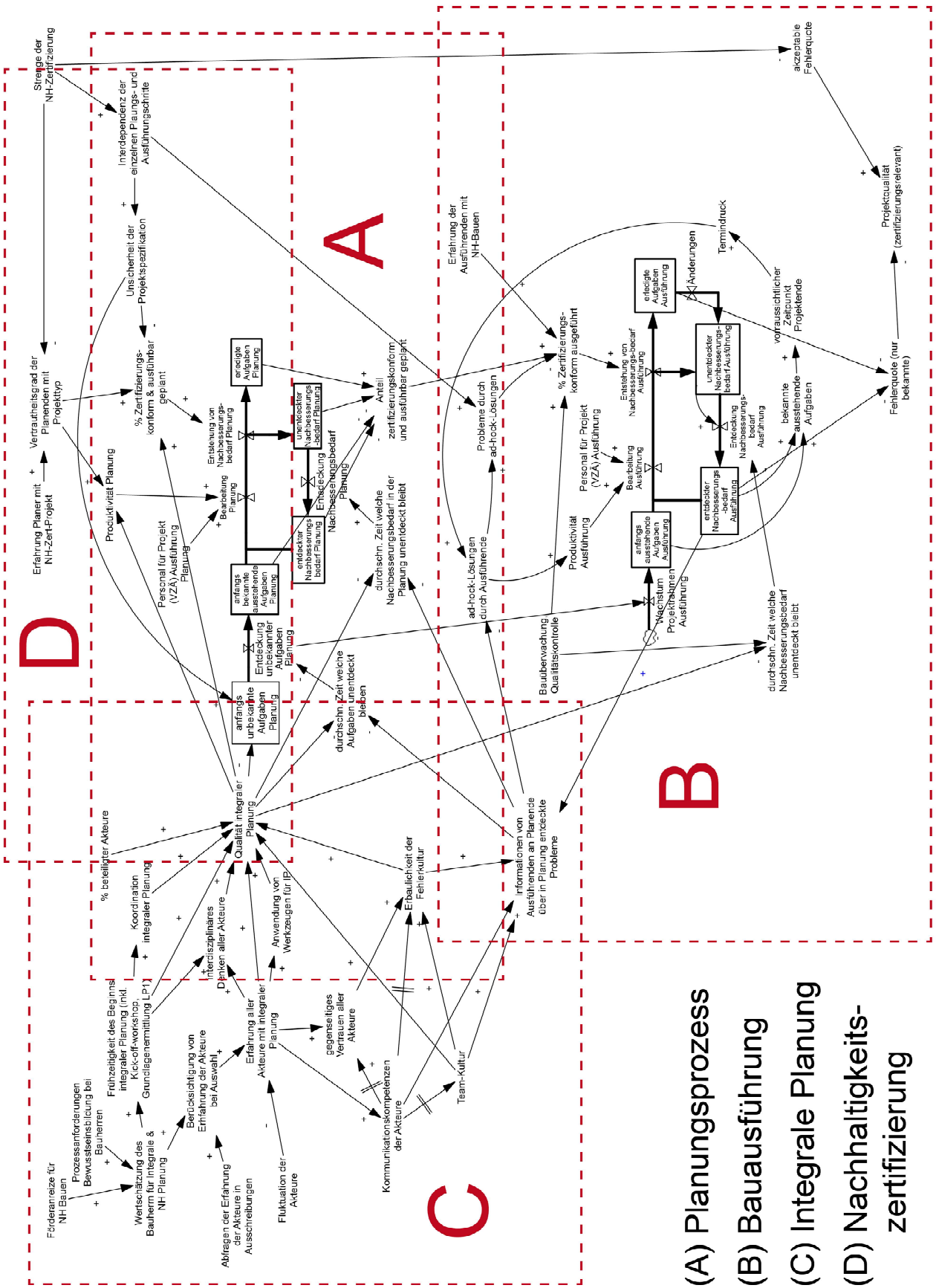


Abbildung 51 - Wirkungsdiagramm mit Darstellung der Themenfelder. Quelle: Kleemann.

Fotodokumentation

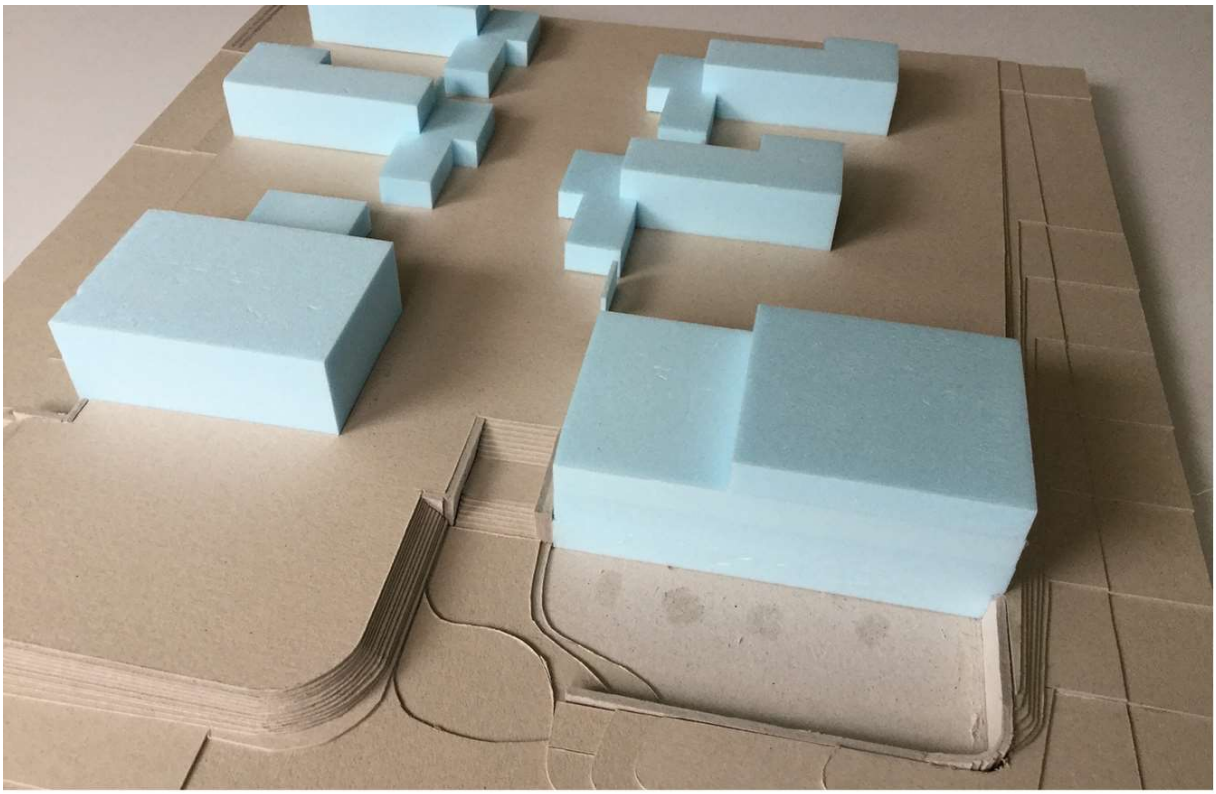


Foto 1: Städtebauliches Volumenmodell (Lehrecke Witschurke Architekten), 21.03.2016

Foto 2: Blick von der Dachterrasse auf die denkmalgeschützte Studierenden-Siedlung, 30.08.2018

Fotodokumentation

Foto 3: Baugrube zur Verlegung des Trafoanschlusses, 12.07.2017

Foto 4: Baustellenbesichtigung mit Netzwerk-Begleitforschung am 06.06.2018

Foto 5: Strassenansicht Dauerwaldweg (Süd-West-Fassade), 23.08.2019

Foto 6: Strassenansicht Dauerwaldweg (Süd-West-Fassade) mit neuer Freitreppe, 23.08.2019

Foto 7: Ansicht vom Haupteingang vom Plateau, Nord-West-Fassade, 23.08.2019

Foto 8: Süd-West-Ansicht, 23.08.2019

Foto 9: Ausschnitt Süd-West-Fassade, 23.08.2019

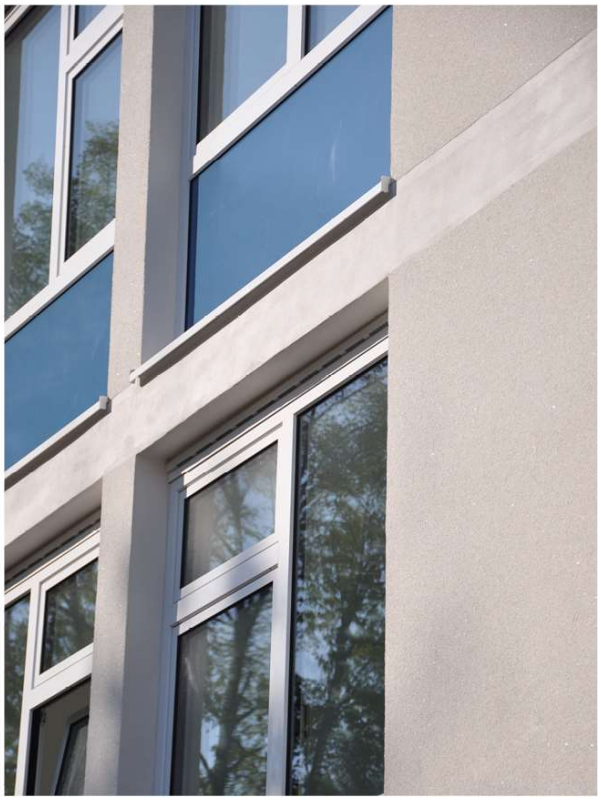


Foto 10: Ausschnitt Süd-West-Fassade, 23.08.2019

Foto 11: Dachterrasse des Staffelgeschosses, 15.05.2019

Foto 12: Dachterrasse des Staffelgeschosses, 15.05.2019

Foto 13: Solarthermie-Anlage auf dem Dach des Staffelgeschosses, 15.05.2019

Foto 14: Solarthermie-Anlage auf dem Dach des Staffelgeschosses, Seitenansicht, 15.05.2019

Foto 15: Süd-West-Fassade - Nebeneingang, 15.05.2019

Foto 16: S-W-Fassade - Nebeneingang / Detail, 15.05.2019

Foto 17: Nord-Ost-Fassade - Kellerlichtschächte und Erdreich-berührte Bauteile, 15.05.2019

Foto 18: Schalldämmlüfter in Fensternelem., Rohbau, 30.08.2018

Foto 19: Schalldämmlüfter in Fensterelementen, 15.05.2019

Foto 20: Schalldämmlüfter in Fensterelementen, 15.05.2019

Foto 21: Einbaudetail Fensterlaibung innen, 30.08.2018

Foto 22: Haupttreppe - 1. Obergeschoss, 15.05.2019

Foto 23: Haupttreppe - Erdgeschoss, 30.08.2018

Foto 24: Haupttreppe - Erdgeschoss, Übergang zum Mittelflur 15.05.2019

Foto 25: Haupttreppe - Untergeschoss, 15.05.2019

Foto 26: Treppenhaus Erdgeschoss, 15.05.2019

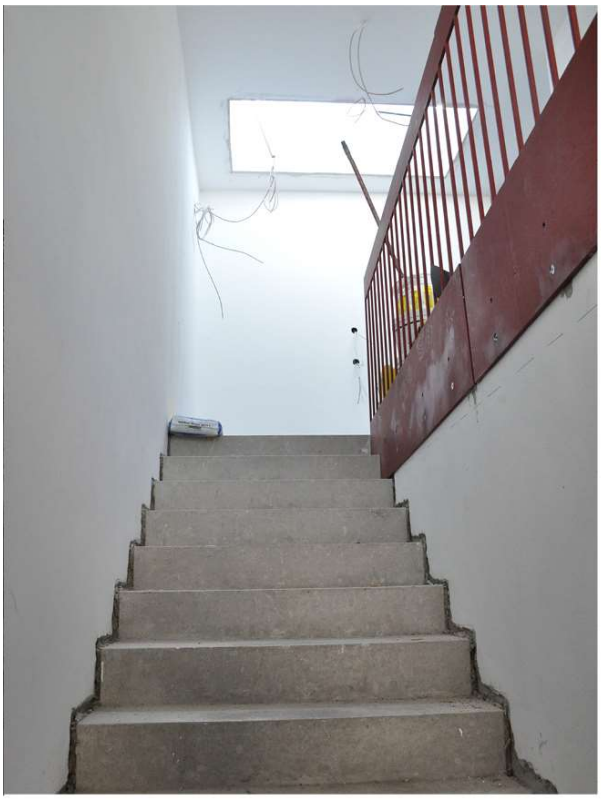


Foto 27: Haupttreppe - 2. Obergeschoss, 15.05.2019

Foto 28: Haupttreppe - Ausgang zur Dachterrasse, 15.05.2019

Foto 29: Haupttreppe - 2. Obergeschoss, Hauptpodest, 15.05.2019

Foto 30: Nebentreppe - Sicht von oben, 15.05.2019

Foto 31: Nebentreppe - Sicht von unten, 15.05.2019

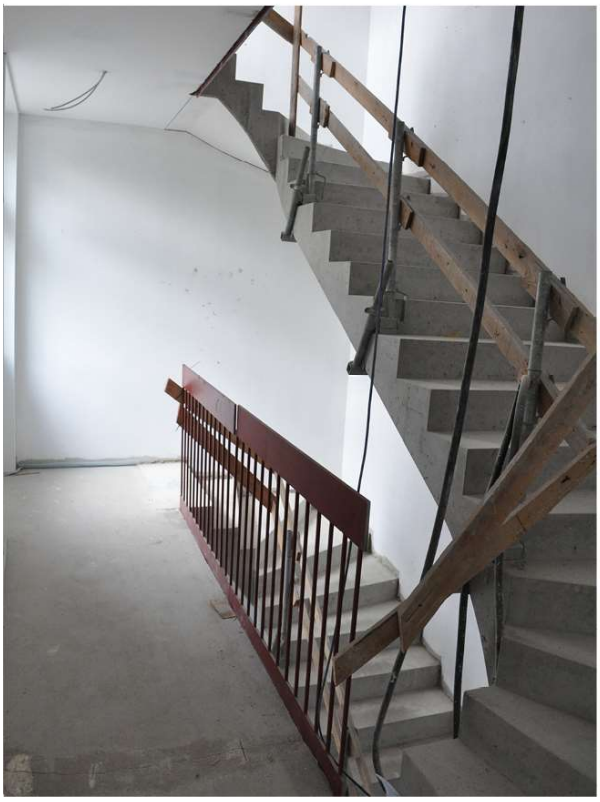


Foto 32: Nebentreppe - Erdgeschoss, 15.05.2019

Foto 33: Nebentreppe - Detail, 15.05.2019

Foto 34: Mittelflur im Rohbau, 15.05.2018

Foto 35: Mittelflur im fertigen Zustand, 02.07.2019

Foto 36: Installationsschächte im Bereich der Apartment-Bäder, 30.08.2018

Foto 37: Standardapartment (rechts im Bild Wohnungstrennwand in Trockenbau), 30.08.2018

Foto 38: Standardapartment (rechts im Bild Trockenbau für Sanitärbereich), 30.08.2018

Foto 39: Standardapartment , 15.05.2019

Foto 40: Standardapartment mit Pantryküche , 15.05.2019

Foto 41: Sanitärausstattung - Waschtisch, 15.05.2019

Foto 42: Sanitärausstattung - WC, 15.05.2019

Foto 43: Standard-Pantryküche, geschlossen, 15.05.2019

Foto 44: Standard-Pantryküche, geöffnet, 15.05.2019

Foto 45: Waschmaschinenraum, Rohbau, 30.08.2018

Foto 46: Waschmaschinenraum vor der Installation, 01.05.2019

Foto 47: Waschmaschinenraum, installiert, 02.07.2019

Foto 48: Waschmaschinenraum, installiert, 02.07.2019

Foto 49: Gemeinschaftsraum (hier als Zwischenlager für Möbeleinbauten),15.05.2019

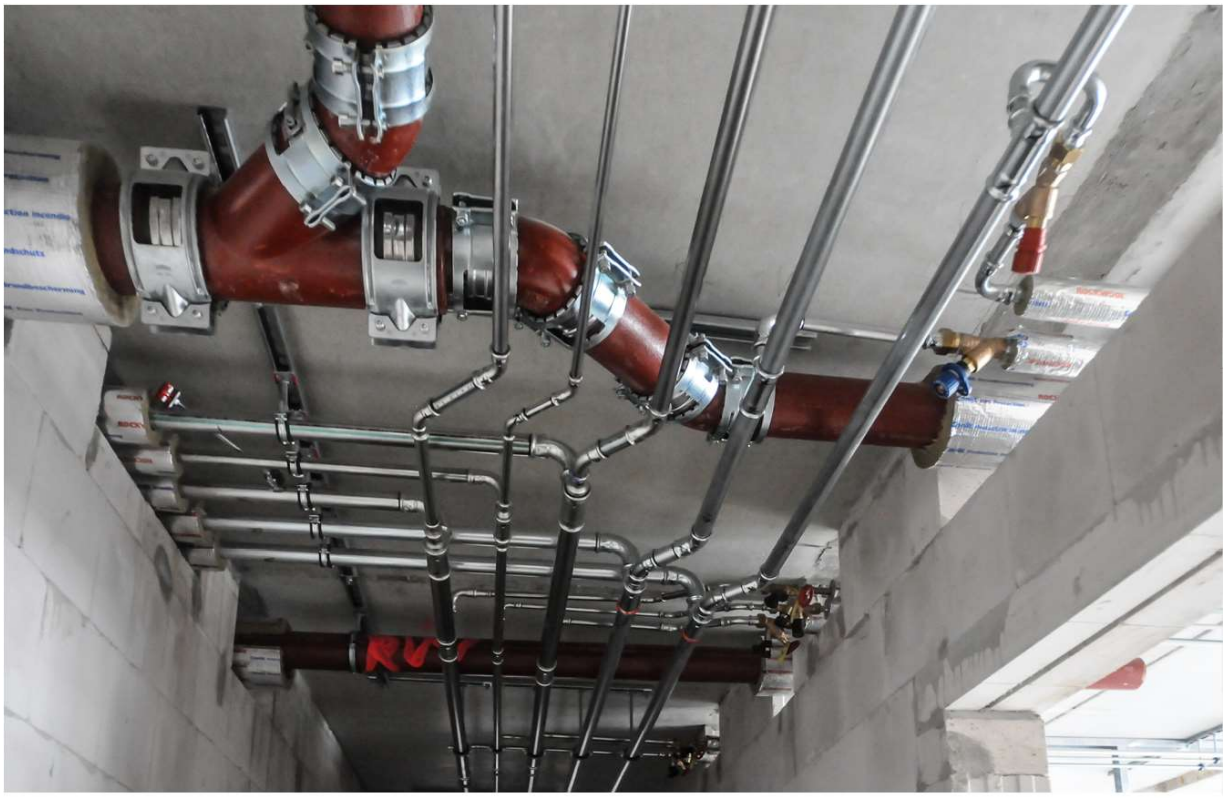


Foto 50: Leitungsführung im Mittelflur des Untergeschosses, 30.08.2018

Foto 51: Leitungsführung Untergeschoss, Mittelflur / Apartment, 30.08.2018

Foto 52: Technikraum mit Installationen, 15.05.2019

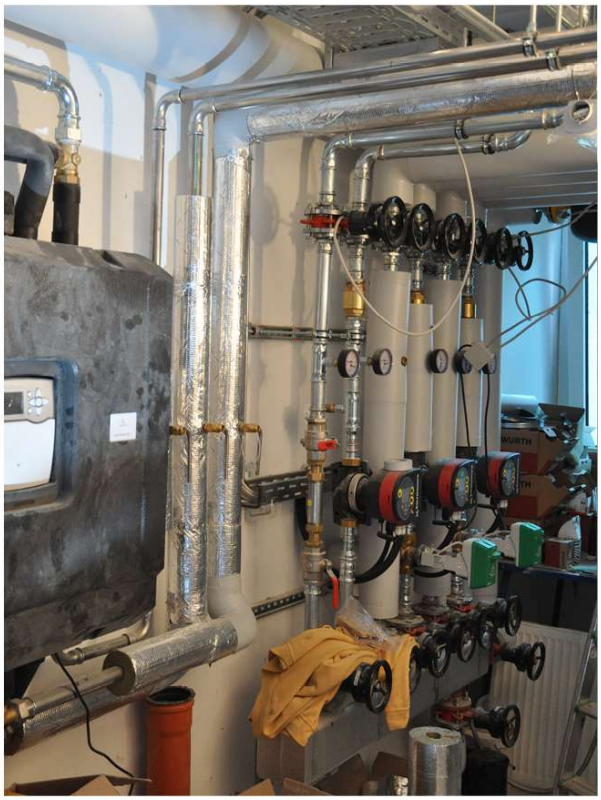


Foto 53: Technikraum mit Installationen, 15.05.2019

Foto 54: Wärmeerzeuger, 15.05.2019

Foto 55: Warmwasserspeicher, 15.05.2019

Foto 56: Nebengebäude für Fahrräder / Müllraum, 15.05.2019

Foto 57: Nebengebäude - Belichtung, 15.05.2019

Foto 58: Nebengebäude - Betonoberflächen, 15.05.2019

Foto 59: Nebengebäude für Fahrräder / Müllraum, 15.05.2019