



Abschlussbericht 1/1

AZ 37965/01-25

Forschungsbegleitende Entwurfsplanung zur Umsetzung von Innovationen aus der Bau-Forschung in die Baupraxis

Universität Stuttgart
Keplerstr. 7
70174 Stuttgart

Vertreten durch
Zentrale Verwaltung / Stabsstelle Bauherreneigenschaft und PMO
Geschwister-Scholl-Str. 24, 70174 Stuttgart

Verfasser
Susanne Rihm
Lachezar Hristov

V1_Stuttgart, 06.04.2023



Abb. 1



Abb. 2



Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis

1. Zusammenfassung.....	3
2. Einleitung	3
3. Hauptteil	5
4. Fazit.....	13
5. Literaturverzeichnis.....	13
6. Anhänge.....	13

Verzeichnis von Bildern, Zeichnungen, Grafiken und Tabellen

Quellenangaben

Abb. 1+2	S. 1	©Floer www.floer.art
Abb. 3	S. 5	IntCDC Planungs-GmbH
Abb. 4	S. 6	IntCDC Planungs-GmbH
Abb. 5	S. 7	IntCDC Planungs-GmbH
Abb. 6	S. 8	IntCDC EXC
Abb. 7	S. 10	IntCDC Planungs-GmbH
Abb. 8	S. 11	Menold Bezler Rechtsanwälte, Bewerbermemorandum LCRL
Abb. 9	S. 12	IntCDC Planungs-GmbH

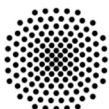
Verzeichnis von Begriffen, Abkürzungen und Definitionen

EXC	Exzellenzcluster IntCDC
ICD	Institut für Computerbasiertes Entwerfen und Baufertigung
IntCDC	Integratives computerbasiertes Planen und Bauen für die Architektur
ISW	Institut f. Steuerungstechnik der Werkzeugmaschinen u. Fertigungseinrichtungen
LCRL	Large-Scale Construction Robotics Laboratory
LPH	Leistungsphase nach HOAI
PCP	Pre-Construction-Phase
VISUS	Visualisierungsinstitut der Universität Stuttgart

Projektpartner



Ministerium für Wissenschaft, Forschung
und Kunst Baden-Württemberg



Universität Stuttgart





1. Zusammenfassung

Im Auftrag der Universität Stuttgart wird auf dem Campus-Vaihingen ein Forschungsgebäude entstehen. Als Demonstratorgebäude des universitären Exzellenzclusters IntCDC werden die innovativen, digitalen und ressourcenschonenden Forschungsergebnisse als aktueller Stand der Forschung unmittelbar in die Planung und die darauffolgende Realisierung integriert. Nach Fertigstellung des Gebäudes wird die Innovationsstärke des Clusters sichtbar sein.

Neben den Forschern der am Exzellenzcluster beteiligten Institute ist ein Generalplanungsteam beauftragt, das nach einem abgeschlossenen Vorentwurf die **Forschungsintegration** in der **Entwurfsplanung** zu verantworten hatte.

Angelehnt als „klassische Planungsabläufe“ mussten für die Planungsintegration der Forschungsinhalte neue Abläufe und Schnittstellen definiert und Prozesse aufgesetzt werden. Die besonderen Herausforderungen bei der Forschungsintegration wurden erfolgreich umgesetzt:

- 1) Fortlaufende Forschungsintegration/-implementierung am digitalen Zwilling zur Definition von Austauschformaten und Planungsstandards
- 2) Erarbeiten von Planständen und Leitdetails, die als Grundlage für den Ausschreibungsprozess zur Findung von Technologiepartnern verwendet wurden, Integration der Erkenntnisse aus den Vergabeverfahren in die laufende Entwurfsplanung zur weiteren Optimierung und Absicherung der Forschungsbauteile und für die spätere Ausführungsplanung
- 3) Integration der forschungsrelevanten Gewerke in die interdisziplinäre Gesamtplanung zur Festlegung und Absicherung der Planungsprozesse und Planungsschnittstellen für ein Risikomonitoring
- 4) Vorbereitung der baubegleitenden Zulassungsprozesse: Verfahrensvorbereitung für die Zustimmungen im Einzelfall
- 5) Optimierungen der Forschungsbauteile insbesondere im Hinblick auf die Materialeinsparungen.

Die Entwurfsplanung wurde erfolgreich abgeschlossen und eine Bauunterlage erstellt. Auf dieser Basis konnte ein Bauantrag gestellt und die Pre-Construction mit den Technologiepartnern durchgeführt werden.

Die Forschungsintegration in die Entwurfsplanung bei diesem Vorhaben wurde durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt Az: 37965/01-25 gefördert.

2. Einleitung

Das Exzellenzcluster IntCDC (kurz EXC) der Universität Stuttgart hat zum Ziel, die Möglichkeiten der Digitalisierung für integratives Planen und Bauen systematisch und multidisziplinär zu erforschen. Ein zentraler Punkt des Forschungsvorhabens ist die Realisierung eines Neubaus für ein Large-Scale Construction Robotics Laboratory (kurz LCRL), mit dem maßgeblich zwei Ziele verfolgt werden:

Erstens dient das Bauvorhaben selbst als zentrales Forschungsprojekt und Demonstrator für die Innovationsstärke des Exzellenzclusters.

Zweitens soll mit dem Neubau ein Ort geschaffen werden, der die Forschungsinfrastruktur des Exzellenzclusters beherbergt und die interdisziplinären Forscher*innen, die aus sieben Fakultäten der Universität stammen, räumlich und wissenschaftlich zusammenführt



Der Neubau LCRL mit seinen Forschungsbauteilen ist ein zentrales Forschungsprojekt und Demonstrator für das von der Deutschen Forschungsgemeinschaft geförderte Exzellenzcluster „Integratives computerbasiertes Planen u. Bauen für die Architektur“.

Die Universität Stuttgart besitzt exzellente Voraussetzungen, diese Forschungs-herausforderungen anzunehmen. Ihre lange Tradition und internationale Sichtbarkeit als Vorreiter in der Architektur und dem Bauingenieurwesen spiegelt sich in zwei aktuellen DFG Sonderforschungsbereichen wider. Dies ist ein nationales Alleinstellungsmerkmal wissenschaftlicher Exzellenz auf diesem Gebiet und bietet eine ideale Ausgangssituation für die Schaffung einer internationalen Spitzenposition.

Die gebaute Umwelt ist von zentraler ökologischer, ökonomischer, sozialer und kultureller Bedeutung. Menschen verbringen 87% ihres Lebens in Gebäuden. Der Bausektor konsumiert bereits heute mehr als 40% der globalen Ressourcen und Energie, doch der Raumbedarf nimmt weiter dramatisch zu: in den nächsten 35 Jahren sind neue städtische Bauten für 2,6 Milliarden Menschen zu schaffen. Allein in deutschen Städten wird der Mehrbedarf mit jährlich 400.000 Wohnungen und dazugehörigen gewerblichen und öffentlichen Gebäuden beziffert. Die Produktivität der Bauindustrie stagniert jedoch seit Jahrzehnten.

Ziel des Exzellenzclusters ist es, das volle Potential digitaler Technologien zu nutzen, um das Planen und Bauen in einem integrativen und interdisziplinären Ansatz neu zu denken und damit wegweisende Innovationen für das Bauschaffen zu ermöglichen. Durch einen systematischen, ganzheitlichen und integrativen computerbasierten Ansatz sollen die methodischen Grundlagen für eine umfassende Modernisierung des Bauschaffens gelegt werden. Eine zentrale Zielsetzung ist die Entwicklung einer übergeordneten Methodologie des „Co-Design“ von Methoden, Prozessen und Systemen, basierend auf interdisziplinärer Forschung zwischen den Bereichen Architektur, Bauingenieurwesen, Ingenieurgeodäsie, Produktions- und Systemtechnik, Informatik und Robotik sowie Geistes- und Sozialwissenschaften. Es wird erwartet, dass methodische Erkenntnisse und Forschungsergebnisse umfassende Lösungswege für die durch inkrementelle Ansätze nicht zu meisternden ökologischen, ökonomischen und sozialen Herausforderungen aufzeigen und die Voraussetzungen für eine qualitätsvolle, lebenswerte und nachhaltig gebaute Umwelt sowie für eine digitale Baukultur schaffen. Ebenso soll die Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands im weltweit größten Industriesektor gestärkt werden.

Der Neubau des Laborgebäudes LCRL ist die bauliche Manifestation der Kompetenz der Universität Stuttgart und ihres strategischen Ziels und Anspruchs, auch in Zukunft eine führende Forschungseinrichtung im Bereich der Architektur und des Bauwesens zu bleiben. Dementsprechend wird auch das Bauwerk selbst diesen Anspruch reflektieren und auch baulich auf der Forschung des Exzellenzclusters basieren. Als Forschungsprojekt des Exzellenzclusters IntCDC ist das Gebäude somit selbst Forschungsgegenstand und Ausdruck zukunftsweisender, intelligenter Bausysteme die aus integrativen Planungsmethoden und cyber-physischen Bauprozessen hervorgehen. Es dient als Forschungsgegenstand und Demonstrator für die zentralen Forschungsnetzwerke des Exzellenzclusters.

Das mit Planung, Forschungsintegration und Umsetzung der genannten Ziele beauftragte Generalplanerteam hat die anspruchsvolle Aufgabe die Anforderungen aus der Forschung zu verstehen und in den Planungsprozess zu integrieren. Bereits mit der Vorentwurfsplanung wurden die Vorgaben der Forschungsbauteile in Szenarien untersucht und die Entscheidung für eine Variante hergeleitet.



Auf dieser Grundlage wurde die Entwurfsplanung gestartet, die über die „klassische“ Planung hinaus mit der Forschungsintegration mit folgender Zielstellung beauftragt wurde:

- Planerische Weiterentwicklung der Forschungsbauteile, Schnittstellen- definition und Entwicklung von Leitdetails,
- Detaillierung des digitalen Zwillings,
- Schaffung einer Ausschreibungsbasis für die Vergabe und Integration der Technologie- und Baupartner
- Rückführung der Erkenntnisse aus der Baupartnersuche in die Planung
- Monitoring der notwendigen Zulassungen im Einzelfall und Abweichungen von den anerkannten Regeln der Technik
- Kostenberechnung und Rahmentermeine unter Berücksichtigung der Forschung

Für alle Teilaspekte war die folgende Leitfrage maßgeblich: Wie kann die Innovation aus der Forschung in die Praxis überführt werden?

So wurden gemeinsam Entwurfs-, Planungs-, Fertigungs- und Bau(-ablaufs)ansätze entwickelt, die genuin den Eigenschaften digitaler Technologien entsprechen und gemeinam mit den Technologie-/Baupartnern umgesetzt werden können.

3. Hauptteil

Mit der Entscheidung der Universität zur Weiterverfolgung einer der erarbeiteten Entwurfsvariante aus der Vorentwurfsplanung wurde die Entwurfsplanung bei der Generalplanung beauftragt.

In einem iterativen Planungsprozess wurden mehrere Konzeptansätze für die Gestaltung des Gebäudes und der Integration der relevanten Forschungsbauteile (Holzsegmentschale, mehrgeschossiger Holzbau, Gradientenbeton, Faserverbund- träger) weiterverfolgt. Der jeweils aktuelle Stand der Forschungsintegration und deren Risikoeinschätzung wurde über Statusberichte dargestellt. Die Zusammenarbeit zwischen Planung und Forschung verlief planmäßig.

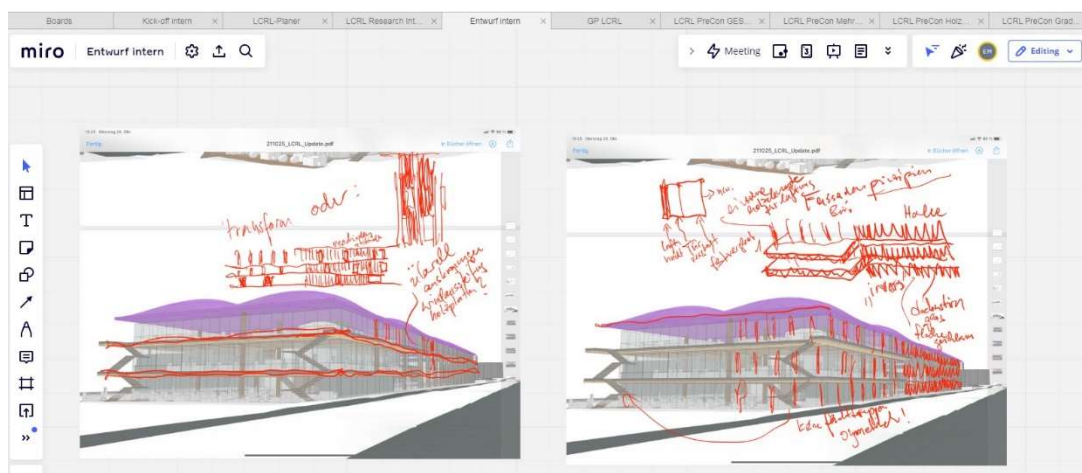


Abb.3 miro-Board Auszug Entwurfsplanung

Integraler Entwurfsansatz und strukturelle Anforderung war eine vielschichtige Verbindung zwischen den unterschiedlichen Arbeitsbereichen der Forscher und den Arbeitsbereichen der Werkstattmitarbeiter in der Versuchshalle. Ziel war es ein räumliches Umfeld zu schaffen, das die unterschiedlichen Funktionen und hierarchischen Bereiche des Clusters in einem Gebäude möglichst gleichberechtigt zusammenführt. Aus diesem Grund ist eine direkte, die Funktionen verwebende Anbindung der Büroebenen an die Versuchshalle ein elementarer Bestandteil der Gebäudekonzeption.

Die Fassade dieser beiden Hauptbestandteile bildet nach außen die unterschiedlichen Funktionen in ihren jeweiligen Bedürfnissen hinsichtlich Belichtung, Belüftung und Öffnungsanteilen ab und strukturiert das Gebäude in seiner länglichen Ausrichtung. Im Inneren sowie in seiner Außenwirkung übernimmt das alle Bereiche überspannende Dach aus Holzsegmentenschalen eine verbindende Funktion und bildet das räumliche Spezifikum des Gebäudes aus.

Das Ziel war es ein Gebäude zu planen, das die Programme Büros, Laborhalle, und Werkstattbereiche vereint und symbiotisch kombiniert. Hierbei soll das Projekt die Forschungsbauteile in einem übergeordneten starken architektonischen und innenarchitektonischen Konzept präsentieren.

Die Entwurfsplanung führte die bis dato aufgebaute Projektbearbeitung mit einer etablierten Regelkommunikation und dem gemeinsamen Abstimmungs- und Planungsprozess mit den Forschern des EXC fort.

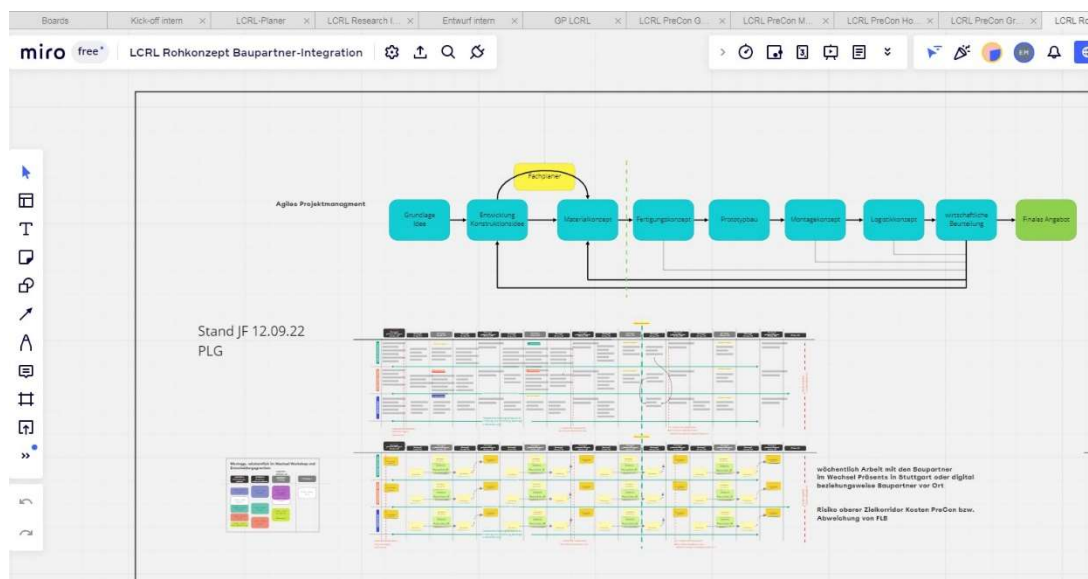


Abb.4 Arbeitsorganisation der Forschungsintegration mit der Generalplanung

In der LPH 3 wurde in Zusammenarbeit mit dem Cluster die Analyse der Forschungsgewerke konkretisiert, sowie die Systeme und deren technische Möglichkeiten und daraus resultierende Planungsparameter abgestimmt.

Aufgrund der unterschiedlichen Forschungsbauteile und deren technischer Parameter ergaben sich komplexe Planungsprozesse die in einer parametrischen Planung zu betrachten waren.



Im Bereich der Holzsegmentschale ergaben sich beispielsweise die folgenden Fragestellungen die mit den darunterliegenden Ebenen des mehrgeschossigen Holzbaus zu koordinieren waren:

- Größe und Anzahl der Schalen.
- Spannweite der Schalen und Deckenelemente
- Geometrie der Schalen
- Auskrägung Schalen und Deckenelemente
- Ausbildung der Fluchtbalkon
- Schnittstelle Fassade
- Stützenstellung

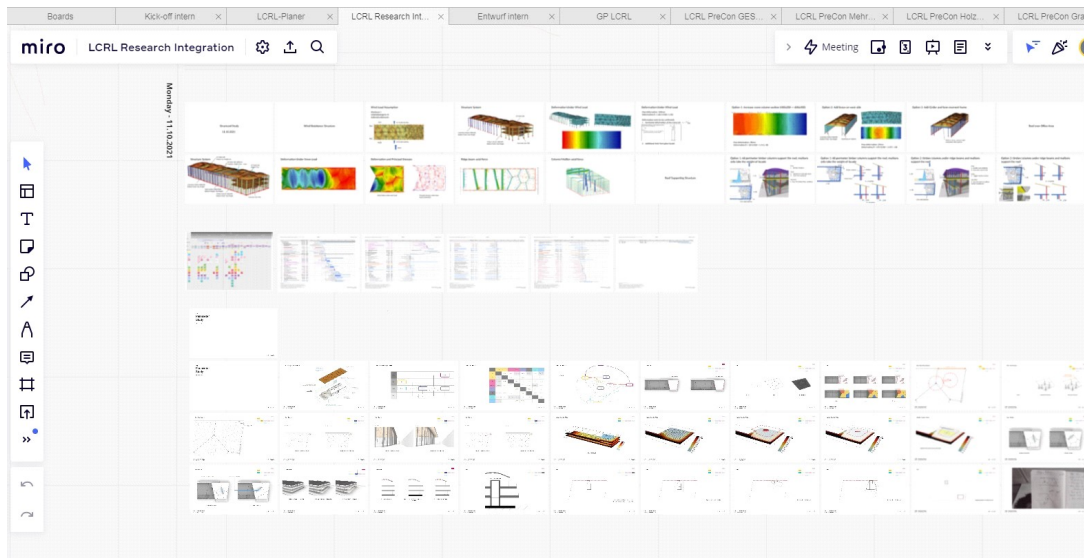


Abb. 5 Forschungsintegration

In die Dachschalen war das innovative Faserverbundelement zu integrieren. Für sämtliche neue Systeme waren zudem die bautechnischen Parameter (Brandschutz, Schallschutz, Energiekonzept) abzustimmen.

Durch diese unterschiedlichen, zum Teil konkurrierenden Parameter, ergaben sich eine Vielzahl von Abhängigkeiten, die jeweils hinsichtlich der Auswirkung auf die Gestaltung des Gesamtprojektes zu bewerten und im Rahmen der Forschungsintegration zu priorisieren und abzuwägen waren. Zusammen mit der Forschung wurde eine Verteilung der Forschungsbauteile im Gebäude erarbeitet und für diese eine erste Annahme der Bauteilaufbauten vorgenommen. Diese bildeten die Grundlage für die weiteren Schritte zur Erarbeitung einer funktionalen Leistungsbeschreibung und der Kostenschätzung.

Generalplanung und Forschung haben gemeinsam eine Verteilung der Forschungsbauteile im Gebäude erarbeitet und für diese eine erste Annahme der Bauteilaufbauten vorgenommen.



Abb. 6 Schnitt durch die Forschungsbauteile

Zum besseren Verständnis der Forschungsintegration werden im Folgenden die wesentlichen Forschungsbauteile noch einmal genauer beschrieben.

Forschungsbauteil: Holzsegmentschalendach

In 10 Jahren Forschung zu Holzsegmentsschalen wurden an der Universität Stuttgart verschiedene Bausysteme und unterschiedliche Lösungen für die Verbindung benachbarter Bauteile entwickelt. Mit dem zurzeit weltweit größten Holzsegmentsschalendach seiner Art wird gezeigt, wie geometrisch differenzierte Bauteile effizient digital hergestellt und robotisch gefügt werden können, um neuartige, material-effiziente, weitspannende Dachkonstruktionen im Holzbau zu ermöglichen.

Forschungsbauteil: Mehrgeschossiger Holzbau

Der mehrgeschossige Holzbau für das LCRL wird aus einem innovativen neuartigen Bausystem bestehen, das mittels standardisierten Holzwerkstoffen und -produkten erstmals maßgeschneiderte Stützen- und Deckenelemente ermöglicht. Diese Bauelemente werden mittels digitaler, robotergestützter Fertigung in additiven und subtraktiven Verfahren hergestellt und vor Ort aufgebaut. Das Bausystem setzt gezielt die Kombination aus Laub- und Nadelholz an den richtigen Stellen ein. Dabei nutzt das Bausystem innovative Verbindungstechniken, um extrem hochleistungsfähige, punktgestützte Deckenfelder mit mehraxialer Lastabtragung und mit nach allen Seiten variablen Spannweiten bei minimalem Materialeinsatz zu ermöglichen.

Aus dem monatlichen Forschungsbericht Holzbau:

Das Forschungsprojekt wird das mehrstöckige Holzbausystem für den Entwurf und die Konstruktion des LCRL beitragen. Das Gebäudesystem besteht aus Deckensystemen und deren Auflager in Form von Stützen. Der Entwurf eines solchen Gebäudesystems wird durch die Integration und Entwicklung eines Deckensystems, Strategien zur Segmentierung von Platten, Verbindungen von Platte zu Platte, Verbindungen von Platte zu Stütze, Verbindungen von Stütze zu Stütze und Strategien/Elemente für die akustische Leistungsfähigkeit erreicht. Das Ziel ist es, die wichtigsten Innovationen des Gebäudesystems durch seine Integration in das LCRL zu demonstrieren. Diese Innovationen sind A) die freie (nicht rasterbasierte) Stützenpositionierung für punktgestützte Deckenkonstruktionen mit B) großen zweiachsigen Spannweiten von 8-12 m und C) wettbewerbsfähigen Deckenstärken (im Vergleich zu Stahlbeton), die D) digital hergestellt werden. Es sei noch einmal darauf hingewiesen, dass diese Innovationen nur durch die enge Integration von digitaler Fertigung und rechnergestütztem Entwurf möglich sind. Nicht zuletzt legt dieses Bausystem den Schwerpunkt auf langfristige Nutzungsflexibilität und akustischen Komfort ohne vordefinierte Innentrennwände.



Das Forschungsprojekt wird zum Gebäudedemonstrator beitragen, indem es in enger Zusammenarbeit (Co-Design) eine Vorfertigungsplattform entwickelt. Das Projekt strebt eine hohe Flexibilität der Fertigungsplattform an, die es ermöglicht, sie in externe konventionelle Holzbaubetriebe zu integrieren, um deren Fähigkeiten zu erweitern. Diese Plattform kann flexibel an die Vorfertigungsbedürfnisse des Projektnetzwerks angepasst werden, einschließlich Strategien für eine nahtlose Integration mit den Bauprozessen vor Ort. Dies umfasst die subtraktive Fertigung mit hoher Genauigkeit (<1,0 mm) von Weich- und Hartholz sowie additive Fertigungsverfahren, vollautomatisch und mit Mensch-Roboter-Interaktion.

Das ICD wird den relevanten Holzbau-Vorfertigungsprozess systematisieren, der für die Herstellung und den Bau des LCRLs erforderlich ist, und zur gemeinsamen Entwicklung einer auf einer Rückkopplung basierenden Beziehung zwischen dem Entwurfs- und dem Fertigungsbereich beitragen.

Das ISW wird die Herstellung von Bauteilen für das LCRL im Rahmen der Vorfertigungsplattform durch die Implementierung eines geeigneten Steuerungssystems ermöglichen. Dieses wird AR-basierte Schnittstellen für die Integration menschlicher Arbeitskräfte bereitstellen. Ein digitaler Zwilling der Anlage kann zur Validierung des Fertigungssystems verwendet werden. VISUS wird eine AR-Schnittstelle für die Vorfertigungsplattform des Gebäudedemonstrators beisteuern. Mit der Schnittstelle will VISUS zeigen, wie eine Aufgabe, die von menschlichen Arbeitern ausgeführt wird, von einer erweiterten Visualisierung profitieren kann und wie sich dies später auch zu einer Mensch-Roboter-Kollaboration entwickeln kann.

Forschungsbauteil: Gradientenbeton Im Projekt LCRL werden gradierte Betonbauteile in Ortbetonbauweise oder in (Halb-)Fertigteilebauweise eingesetzt. Durch die darin enthaltenen mineralische Hohlkörper wird die Menge des für das Bauteil benötigten Betons deutlich reduziert, ohne die Leistungsfähigkeit des Bauteils zu beeinträchtigen. Der vom Exzellenzcluster entwickelte robotisch unterstützte Herstellprozess wird passgenau für diese Projekt entwickelt und dient als Ausgangslage für weitere Innovationen.

Für den Neubau LCRL werden für Teile des Rohbaus vorgefertigte Betonbauteile und Bauteile in Ortbeton hergestellt. In beiden Fällen sollen durch mineralische Hohlkörper gradierte Bauteile ausgeführt werden. Ziel ist es dabei zu zeigen, wie recyclinggerecht Ressourcenverbrauch und Emissionen reduziert werden können.

Forschungsbericht Gradientenbeton

Das Forschungsprojekt wird zur Planung und zum Bau des LCRL durch gradierten Betonbauteile beitragen. Der Beitrag umfasst gradierte Fundamente und Decken sowie deren Herstellung mit Betonmischungen mit reduziertem Zementgehalt. Der Beitrag zielt darauf ab, das technische und ökologische Potenzial von mit mineralischen Hohlkörpern gradierten Bauteilen zu demonstrieren.

Faserverbundsystem/ Biokomposit

Für das LCRL Gebäude werden weitspannende Faserverbundträger und Biokomposit-Paneele entwickelt und geplant, die mit kernlosen Faserwickelverfahren hergestellt werden.

Forschungsbericht Faserverbundsystem / Biokomposit

Ziel ist die Herstellung von vertikalen Leichtbauplatten mit maximaler Nutzung von Biokompositen aus jährlich erneuerbaren Naturfasern. Für das Projekt konzipierte Paneele werden mit neu entwickelten naturfaserverstärkten Kunststoffen, die auch als Biokomposite bezeichnet werden, digital durch automatisierte Faserplatzierung (Tailored Fibre Placement) hergestellt.



Die Paneele können auch als Sandwich-Element ausgeführt werden, um eingebettete Funktionen, insbesondere Wärmedämmung und Brandschutz, zu ermöglichen. In einem Bottom-up-Ansatz wird das parametrische Design der Paneele in einem iterativen Prozess entsprechend den Herstellungs-, mechanischen und physikalischen Eigenschaften sowie den Montageprozessen erfolgen.

Die für das Faserverbundsystem durchgeführte Forschung wird das Bausystem selbst liefern, dazu gehören: Geometrie, neuartige Verbindungsansätze, statisch strukturelle Anforderungen und Überwachung des Tragsystems als Leitfaden/Entwurfsbasis für den Entwurf eines weitgespannten Faserverbundsystems für das LCRL.

Die Aufgabe der Generalplanung bestand in der Zusammenführung der Forschungsanforderung mit den digitalen Planungs- und Entwurfparametern. Der Abstimmungs- und Entscheidungsprozess musste im Rahmen der Projekt-Rahmentermeine durchgeführt werden.

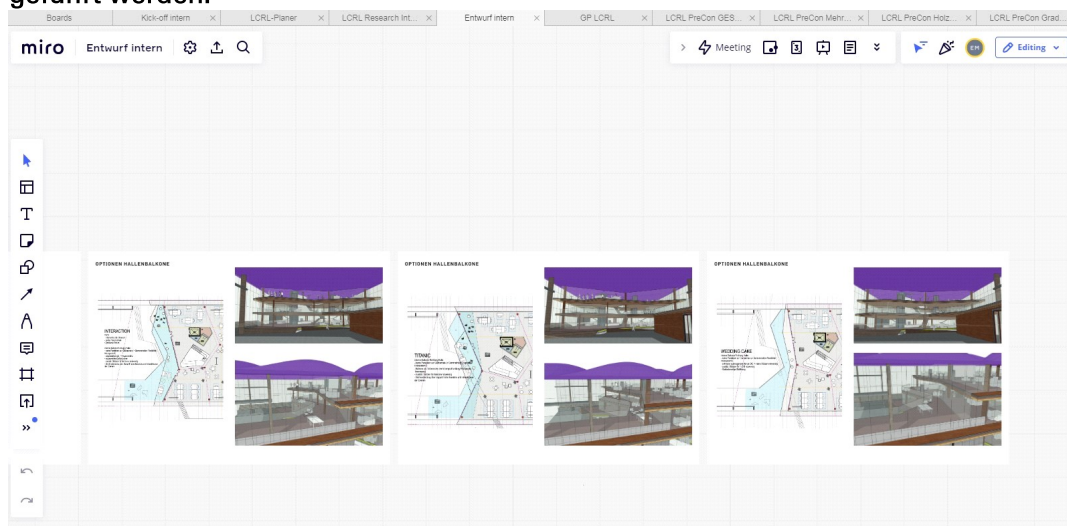


Abb.7 Variantenbearbeitung zur Forschungsintegration

Der Universität Stuttgart wurde ein Risikomonitoring erarbeitet. Zur Absicherung der Forschungsintegration wurden Projektstand, Risiken, der Status der Kosten, der Termine und Status der Qualitäten überwacht und dokumentiert. Darüber hinaus wurde eine Liste mit offenen Punkte geführt. Aus diesen Themen wurden die notwendigen Entscheidung und nächsten Meilensteine abgeleitet.

Einbindung der Baupartner

Gegenstand der durchgeführten Ausschreibungsverfahren war die europaweite Vergabe von drei Technologiepartnerschaften „Gradientenbeton“, „Holzsegment-schalen“ und „Mehrgeschossiger Holzbau“ für das Projekt „Neubau LCRL“ in Form von Partnering-Modellen im Verhandlungsverfahren nach VOB/A.

Vor dem Hintergrund der besonderen Anforderungen des Projektes muss die Universität in einem partnerschaftlichen Dialog im Sinne einer gemeinsamen Forschung die termin- und budgetgerechte Fertigung der vorstehenden Bauteile und deren Einbau im Wege eines sog. „Partnering-Modells (Technologiepartnerschaft)“ sicherstellen.



Die Universität Stuttgart beabsichtigt, die Vergabe der zu entwickelnden Bauteile an jeweils einen Technologiepartner im Partnering-Modell zu vergeben. Gemeinsam mit einer fachkundigen Vergaberechtskanzlei wurde das folgende Verfahren gewählt:

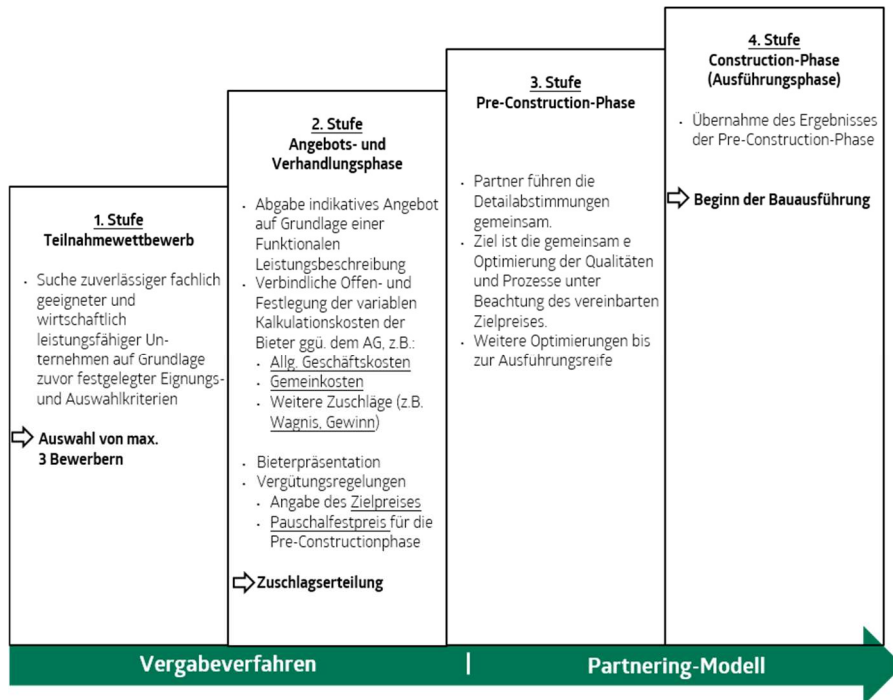


Abb.8 Stufenweise Vergabe der Technologie- und Baupartner

Das Partnering-Modell wiederum untergliedert sich in zwei Phasen:

- die Pre-Construction-Phase (PCP = Phase 1) und
- die Construction-Phase / Ausführungsphase (Phase 2).

Aufgabe der Generalplanung war es die Forschungsintegration in die Ausschreibungsverfahren je Gewerk zu integrieren. Funktionale Leistungsbeschreibungen wurden für die Phase 1 (PCP) auf Basis der Vorentwurfsplanung LPH2 verfasst und um Leitdetails aus der LPH3 ergänzt.

Die Bauteilherstellung und Materialbereitstellung obliegen den Baupartnern. Planungsprozess, Bauablauf und die Koordination zwischen den Gewerken waren von der Generalplanung über die Forschungsintegration vorzudenken und in die Ausschreibung zu integrieren. Erkenntnisse aus den Verhandlungen mussten je Gewerk wieder zurück in die Planung und Überarbeitung der Ausschreibung fließen.

So konnten erste Optimierungen mit den Baupartnern bereits während des Verhandlungsverfahrens umgesetzt werden. Die Bewertung von Angeboten der Baupartner musste auf Übereinstimmung zu den planerischen und technischen Randbedingungen hin überprüft und dem Auftraggeber zielführende Empfehlungen gegeben werden.



Am Beispiel des mehrgeschossigen Holzbaus lässt sich gut erkennen, wie der interdisziplinäre Austausch mit Forschung, Planern und Baupraxis bereits in frühen Projektphase hohe Einsparungen realisieren können:

Nr.	Ursprüngliche FLB	Änderung zur FLB	Quelle	Maßnahme	Einsparpotential (alle Angebote sind ca. Kosten)
1	Beplankungsstärken 80-140 mm, Verschnitt ca. 10-50% sowie Deckenfläche aus Modell 1.600 m ²	Oberer Beplankung BSP 5 lagig 100mm, Verschnitt 10-30%, Grundrissfläche Deckenbereich 1.400-1.500 m ²	Appendix	Die obere Plattenstärke wird von 140mm auf 100mm reduziert und 5-lagig ausgeführt. Verschnitt wird mit 30% angenommen. Die Gesamtfläche wird von 1.600 m ² auf 1.500 m ² verringert.	-150.000
2	Schubstege aus BSP, Breite 80-140 mm, Höhe 140-260 mm, Flächenanteil 1-5 lfm/m ²	Schubstege aus BSP, 5-lagig Breite 10/12 cm, Flächenanteil 1-2 lfm/m ² , Verschnitt 5-25%	Appendix	Die Breite der Schubstege wird von 140 auf 120mm sowie den Flächenanteil von 5 auf 2 lfm/m ² reduziert. Verschnitt 25%	-350.000
2a	Schubstege aus BSP, Breite 80-140 mm, Höhe 140-260 mm, Flächenanteil 1-5 lfm/m ²	Schubstege aus BSP, 5-lagig Breite 10/12 cm, Flächenanteil 1-2 lfm/m ² , Verschnitt 5-25%	ZT	BSP-Platten werden in der erforderlichen Größe hergestellt, d.h. hier gibt es nur wenig Verschnitt für die Schubstege. Durch eine Änderung in BSH könnte auf gut verfügbare Stangenware zurückgegriffen werden, diese kann sehr einfach über eine Abwandanlage zugeschnitten werden. Bei Reststücken aus BSP aufwändiger Prozess im Werk erforderlich.	-110.000
3	Beplankungsstärken 80-140 mm, Verschnitt ca. 10-50% sowie Deckenfläche aus Modell 1.600 m ²	Untere Beplankung BSP 5-lagig 120mm, Verschnitt 10-30%, Grundrissfläche Deckenbereich 1.400-1.500 m ²	Appendix	Die untere Plattenstärke wird von 140mm auf 120mm reduziert und 5 lagig ausgeführt. Verschnitt wird mit 30% angenommen. Die Gesamtfläche wird von 1.600 m ² auf 1.500 m ² verringert.	-135.000
4	Stützenkopfverstärkung Größe ca. 1,2-1,8 m ² aus BSP oder Hartholz, Ansatz von 20-40 % der Gesamtdeckenfläche	Stützenkopfverstärkungen aus BSP und Buchenurniersperrholz, Anzahl der Stützen 35-40 weitere Angaben fehlen	Appendix	Stützenkopfverstärkung im Bereich des der Schubstege aus Baubuche, Dicke 200 mm, je Stütze 1,8 x 1,8 m ² , Anzahl der Verstärkungen 40 Stück Vorher max. 40 % der Gesamtdeckenfläche	-640.000
5	Stützenkopfverstärkung Größe ca. 1,2-1,8 m ² aus BSP oder Hartholz, Ansatz von 20-40 % der Gesamtdeckenfläche	Stützenkopfverstärkungen aus BSP und Buchenurniersperrholz, Anzahl der Stützen 35-40 weitere Angaben fehlen	Appendix	Stützenkopfverstärkung im Bereich des der unteren Beplankung aus Baubuche, Dicke 12 mm, je Stütze 1,8 x 1,8 m ² , Anzahl der Verstärkungen 40 Stück Vorher (FLB) max. 40 % der Gesamtdeckenfläche	-640.000
6	Abdeckung der in-situ Verklebung mit Holzplatte (optional), keine weiteren Angaben	Abdeckung der in-situ Verklebung mit Holzplatte, Länge der in-situ Stöße 1.000 - 1.200 lfm	Appendix	Abdeckung gewählt Fichte 3-Schicht-Platten Qualität B/C Abmessung 40x400 mm (abgeschätzt aus Zeichnung), Gesamtlänge ca. 1.200 lfm vorher in Baubuche kalkuliert	-110.000

Abb. 9 Optimierungsliste zur Reduzierung des oberen Zielpreiskorridors [Auszug]

Die Forschungsintegration für den Neubau LCRL wurde als zusätzliche Leistung bei der Generalplanung beauftragt und musste mit diversen Planungsdisziplinen technische Anforderungen und Schnittstellen koordinieren und die Besonderheiten der Forschung unter dem Gesichtspunkt der Innovationsstärke und Nachhaltigkeit integrieren und in der klassischen Planung abbilden.



4. Fazit

Der Abschluss der Entwurfsplanung wurde unter Einbindung der Forschungsbauteile planmäßig vorgelegt.

- Die geplanten Planungszeiten wurden eingehalten
- Alle Forschungsgewerke konnten integriert werden
- Zulassungen im Einzelfall und deren Risiken wurden verfolgt
- Die Nachhaltigkeitskriterien in der Planung wurden berücksichtigt.
- Die Kostenberechnung wurde um die Forschungsbauteile ergänzt.

Die Integration der innovativen Bauforschung in ein reales Projekt hat aus Sicht des Bewilligungsempfängers die folgenden Herausforderungen in der Entwurfsplanung ergeben:

- Das „Sichtbar machen“ der Forschung über alle Planungsdisziplinen hinweg konnte ausschließlich über mehrere Medien hinweg sichergestellt werden (Text, Bild, digitaler Zwilling, Details).
- Ein Risikomonitoring der Forschungsintegration war notwendig.
- Die Kostenberechnung, die mit der Entwurfsplanung abgegeben wurde, konnte nicht alle Risiken abbilden, da Vergleichswerte für Forschungsbauteile fehlen und nur über eine kostentechnische Annäherung dargestellt werden können. Das Ausweisen von „Forschungsgewerken“ in der Kostenberechnung, die nach Kostengruppen gegliedert ist, erschwert die Lesbarkeit der Ergebnisse.
- Die Forschungsbauteile finden sich in keiner Bauteildatenbank und können im Hinblick auf die Nachhaltigkeit schwerer bewertet werden.
- Ein Forschungsschwerpunkt konnte nur mit großen Spannweiten nachgewiesen werden und hat die flächeneffiziente Abbildung von Bürofläche erschwert.
- Die Bewertung der Planungsergebnisse in Bezug auf Flächeneffizienz oder Baukostenkennwerten ist für den Bauherrn ebenfalls aufgrund fehlender Vergleichsdaten erschwert möglich.

Der Stand der Forschung wird über einen freien Nachhaltigkeitsbericht zusammengefasst und soweit wie möglich mit Auswertungsverfahren vergleichbar gemacht werden. Ein externer Dienstleister begleitet den Bauherren und dokumentiert projektbegleitend die Arbeitsergebnisse.

Sobald die Baurealisierung beginnt, werden Forscher und Universität das Projekt umfangreich veröffentlichen und dessen Innovationscharakter herausstellen.

5. Literaturverzeichnis

keine

6. Anhänge

keine