

# Solares und kreislaufgerechtes Bauen

The background is a solid blue color. Overlaid on this are several large, white, stylized geometric shapes. These shapes are composed of thick lines and curves, resembling abstract architectural elements or perhaps stylized letters. One prominent shape in the upper right is a large 'L' or a corner. Another shape in the lower right is a large 'V' or a chevron. There are also several other angular and curved white shapes scattered across the page, creating a dynamic and modern visual composition.

Die deutschen Beiträge zum  
Solar Decathlon Europe 21»22



**Satz und Umsetzung:**

Thomas Geist

**Gestaltung:**

Linus Knappe

**Lektorat:**

Jan Peter Schumacher

Die Projekte der sieben deutschen Hochschulen wurden vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages finanziell unterstützt.

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



WUPPERTAL GERMANY

Die Erstellung dieses Buches wurde durch die Firma JUNG unterstützt.

Dieses Buch berücksichtigt die bei Redaktionsschluss gültigen Begriffe und den zu diesem Zeitpunkt aktuellen Stand der Technik. Rechtliche Ansprüche können aus dem Inhalt dieses Buches nicht abgeleitet werden.

© 2023

CC BY-NC-ND

Die Namen der Autorinnen bzw. der Autoren müssen genannt werden. Der Inhalt darf zur Vervielfältigung und Weiterverbreitung geteilt, aber nicht bearbeitet werden (kein Remix und keine Veränderung). Der Inhalt darf nicht kommerziell genutzt werden.



**Autor:innen und Mitwirkende der  
Publikation**

**coLLab / Hochschule für Technik  
Stuttgart (Hrsg.):**

Prof. Dr.-Ing. Jan Cremers  
Annabell Gronau  
Jonas Stave

**deeply high / Technische Hochschule  
Lübeck & Istanbul Technical University  
(Hrsg.):**

Prof. Heiner Lippe

**levelup / Technische Hochschule  
Rosenheim (Hrsg.):**

Andreas Boschert  
Prof. Dr.-Ing. Jochen Stopper

**LOCAL+ / Fachhochschule Aachen  
(Hrsg.):**

Prof. Jörg Wollenweber  
Jael Schröder  
Thomas Lehmann  
Joachim Göttische

**MIMO / Hochschule Düsseldorf (Hrsg.):**

Prof. Dr.-Ing. Eike Musall  
Janina Schleuter, M.A.  
Prof. Dennis Mueller  
Fotos: Team MIMO / Marvin Hillebrand

**RoofKIT / Karlsruher Institut für  
Technologie (Hrsg.):**

Prof. Andreas Wagner  
Nicolás Carbonare  
Regina Gebauer  
Prof. Dirk E. Hebel  
Katharina Knoop  
Michelle Montnacher

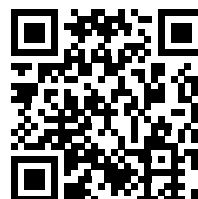
**X4S / Hochschule Biberach (Hrsg.):**

Prof. Andreas Gerber  
Lena Frühschütz  
Lucia Fechner  
Marie-Lise Hofstetter

**Bergische Universität Wuppertal**

Prof. Dr.-Ing. Karsten Voss  
Dr. Ing. Katharina Simon  
Dr. Franziska Stelzer

Das Covermotiv wurde im Cyanotypieverfahren hergestellt, bei dem lichtempfindliches Papier von der Sonnenstrahlung belichtet wird. Das Verfahren kennt man auch von Architekturplänen – den „Blueprints“.



[DOI: 10.5445/IR/1000153927](https://doi.org/10.5445/IR/1000153927)



<b>Impressum</b> . . . . .	<b>ii</b>
Autor:innen und Mitwirkende der Publikation . . . . .	iii
<b>Gemeinsam für die Stadt der Zukunft</b> . . . . .	<b>ix</b>
<b>Vorwort von Team Deutschland</b> . . . . .	<b>x</b>
<b>Der Solar Decathlon Europe 21»22</b>	<b>2</b>
<b>Der Solar Decathlon</b> . . . . .	<b>4</b>
Historie . . . . .	4
Fokus . . . . .	5
Austragungsort . . . . .	5
Projektablauf . . . . .	7
Forschung und weitere Nutzung . . . . .	9
Baufaufgaben . . . . .	10
Disziplinen . . . . .	12
Jury . . . . .	13
<b>Kommentare der Jury</b> . . . . .	<b>14</b>
Weckruf für die Klimawende. . . . .	14
Wuppertal Reflections . . . . .	16
Socially sustainable architecture . . . . .	17
<b>coLLab</b>	<b>18</b>
<b>Team coLLab</b> . . . . .	<b>20</b>
<b>Design Challenge</b> . . . . .	<b>23</b>
Aktuelle städtebauliche Situation . . . . .	23
Städtebauliche Einbindung . . . . .	24
Umnutzung . . . . .	26
Energetisches Sanierungskonzept . . . . .	27
Aufstockung . . . . .	28
Fassade . . . . .	29
Energiekonzept . . . . .	33
<b>Building Challenge</b> . . . . .	<b>35</b>
Architektur/Integrales Konzept . . . . .	35
Wohneinheit . . . . .	36
Ausstellung . . . . .	38
Beleuchtungskonzept . . . . .	39
Energiekonzept HDU . . . . .	42
<b>Ergebnisse und Aussicht</b> . . . . .	<b>44</b>
Aussicht . . . . .	44
<b>deeply high</b>	<b>50</b>
<b>Motivation</b> . . . . .	<b>52</b>
Team „deeply high“ . . . . .	52
<b>Wettbewerb</b> . . . . .	<b>54</b>
Unsere Vision . . . . .	54
Überblick . . . . .	55
deeply high goes urban . . . . .	55
Urbane Einbettung / Bestandsgebäude. . . . .	56
Design Challenge . . . . .	57
Architektur . . . . .	57
Bestandsanierung . . . . .	59
Aufstockung . . . . .	60
Vertikale Energiegärten . . . . .	62



Rooftop Garden . . . . .	.62
Gesamtheitlichkeit. . . . .	.63
Mobilitätskonzept . . . . .	.64
<b>HDU in Wuppertal . . . . .</b>	<b>.65</b>
Baustoffe . . . . .	.68
Wände . . . . .	.68
Boden . . . . .	.70
Decke/Dach . . . . .	.71
Wintergarten. . . . .	.72
Küche und Wohnbereich . . . . .	.72
Zimmer . . . . .	.74
Bad . . . . .	.75
Module . . . . .	.76
Übertragbarkeit . . . . .	.77
<b>Technik . . . . .</b>	<b>.78</b>
Photovoltaik . . . . .	.78
Organische PV. . . . .	.80
Thermische Solarenergie . . . . .	.80
Geothermisches Energiepotenzial. . . . .	.81
Vertikaler Energiegarten . . . . .	.81
Wärmerückgewinnung . . . . .	.82
Natürliche Lüftung über den „Slack Effect“ . . . . .	.82
Zusammenfassung . . . . .	.83
<b>Kommunikation . . . . .</b>	<b>.84</b>
<b>levelup . . . . .</b>	<b>90</b>
<b>Team levelup . . . . .</b>	<b>.92</b>
<b>Unsere Visionen . . . . .</b>	<b>.93</b>
<b>Design Challenge . . . . .</b>	<b>.94</b>
Wohnkonzept . . . . .	.96
Urbane Einbettung . . . . .	.97
Baustoffe . . . . .	.98
Strom- und Wärmeversorgung . . . . .	.99
Urbane Mobilität. . . . .	101
<b>Building Challenge . . . . .</b>	<b>102</b>
Architekturkonzept . . . . .	102
Innenarchitektur . . . . .	102
Lighting Design . . . . .	105
Energiekonzept House Demonstration Unit. . . . .	106
Wassermanagement. . . . .	106
Materialien und Bauweise. . . . .	108
Das Konzept der Kreislaufwirtschaft . . . . .	108
<b>Aussicht und Weiterverwertung. . . . .</b>	<b>110</b>



<b>LOCAL+</b>	<b>118</b>
<b>Team LOCAL+</b> . . . . .	<b>120</b>
Unsere Motivation . . . . .	120
<b>Urbane Situation</b> . . . . .	<b>123</b>
<b>Ganzheitliches Konzept</b> . . . . .	<b>123</b>
<b>Design Challenge</b> . . . . .	<b>125</b>
Grundriss . . . . .	125
Site Concept. . . . .	126
Mobilitätskonzept . . . . .	128
<b>Building Challenge</b> . . . . .	<b>131</b>
Transformation Design Challenge zu House Demonstration Unit . . . . .	131
Außenbereich . . . . .	131
Wohn- und Essbereich . . . . .	132
Erdgeschoss. . . . .	133
Obergeschoss . . . . .	134
Schrankwand . . . . .	134
CUBES . . . . .	134
Konstruktion . . . . .	136
<b>TGA-Konzept</b> . . . . .	<b>140</b>
Umsetzung in der HDU . . . . .	142
<b>MIMO</b>	<b>148</b>
<b>MIMO: Minimal Impact Maximum Output</b> . . . . .	<b>150</b>
Unsere Vision . . . . .	150
Das Team . . . . .	150
<b>Design Challenge</b> . . . . .	<b>152</b>
Konzept . . . . .	152
Bestandsgebäude . . . . .	153
Aufstockung . . . . .	154
Außenraum . . . . .	154
Mobilitätskonzept . . . . .	157
<b>Building Challenge</b> . . . . .	<b>161</b>
TGA-Konzept . . . . .	162
Konstruktion und Bauteilaufbau. . . . .	164
Materialität. . . . .	170
Möbelbau . . . . .	176
Lichtplanung. . . . .	178
Ergebnisse. . . . .	180
Aussicht und Weiterverwertung . . . . .	180
<b>RoofKIT</b>	<b>186</b>
<b>Team RoofKIT</b> . . . . .	<b>188</b>
Unsere Motivation . . . . .	188
<b>Design Challenge</b> . . . . .	<b>191</b>
Vorgefundene Situation . . . . .	191
Sozialer Kontext . . . . .	191
Urbane Einbettung . . . . .	192
Mikroklima und Energie . . . . .	192
Mobilität . . . . .	194
Nachhaltigkeit . . . . .	195



<b>Bauliches Gesamtkonzept.</b>	<b>196</b>
<b>Architektonisches Konzept und Kreislaufgerechtigkeit.</b>	<b>201</b>
Materialien.	204
Energie.	206
Nachnutzung	209
<b>X4S</b>	<b>214</b>
<b>Team X4S – Extention for Sustainability</b>	<b>216</b>
Motivation	216
Team.	216
<b>Design Challenge</b>	<b>219</b>
Urbane Situation.	219
Entwurf	220
Sozialer Kontext.	222
Sustainability	223
Energie.	224
Wirtschaftlichkeit und Umsetzungsfähigkeit	225
Mobilitätskonzept	226
<b>Building Challenge</b>	<b>229</b>
Transformation von DC zu HDU.	229
Architektur.	231
Innenraum	232
Konstruktion.	233
Bauteilaufbauten	235
Energiekonzept	236
<b>Der Wettbewerb in Wuppertal</b>	<b>244</b>
<b>Ergebnisse des Solar Decathlon Europe 21»22</b>	<b>246</b>
<b>Internationale Teams.</b>	<b>262</b>
<b>Schlusswort</b>	<b>266</b>
<b>Anhang</b>	<b>268</b>
<b>Teamprofil coLLab</b>	<b>270</b>
<b>Teamprofil deeply high.</b>	<b>274</b>
<b>Teamprofil levelup</b>	<b>278</b>
<b>Teamprofil LOCAL+</b>	<b>282</b>
<b>Teamprofil MIMO.</b>	<b>286</b>
<b>Teamprofil RoofKIT</b>	<b>290</b>
<b>Teamprofil X4S</b>	<b>294</b>
<b>Bildnachweis</b>	<b>298</b>





## Gemeinsam für die Stadt der Zukunft

Mut, Zukunftslust und Teamgeist – mit diesen drei Worten lässt sich der Solar Decathlon Europe 21»22 in Wuppertal hervorragend beschreiben. Die Teams, die im Sommer 2022 ihre utopische Kraft im Mirker Quartier wahr werden ließen, haben eine unglaubliche Energie und Motivation in die Stadt gebracht. Damit hat der SDE 21»22 nicht nur dazu beigetragen, mögliche Lösungen für die großen Herausforderungen der Zukunft zu finden, sondern eine fast noch wichtigere Aufgabe erfüllt: Menschen für Zukunftsthemen begeistert und sie ermutigt, sich auf vielfältige Weise an Transformationsprozessen zu beteiligen.

Die internationalen Teams des SDE kommen aus Städten mit ganz unterschiedlichen Herausforderungen. Eines jedoch haben sie alle gemeinsam: Unter Berücksichtigung der jeweiligen Voraussetzungen in ihrem Quartier, haben die Teams viel Zeit investiert, um zukunftsweisende Ideen für ihre Stadt der Zukunft zu entwickeln.

In erster Linie aber haben sie Mut bewiesen, ungewöhnliche Wege zu gehen. Umso schöner war es daher zu sehen, dass interessierte Menschen aus ganz Europa nach Wuppertal gereist sind, um sich von den jungen Teams inspirieren zu lassen. Auf dem ganzen Campus fand ein intensiver Austausch zwischen Studierenden und Besucher:innen statt, bei dem mögliche Visionen für das eigene Quartier diskutiert und Kontakte geknüpft wurden.

Die Zukunftslust, die in Wuppertal zu spüren ist, hat durch den SDE eine neue Dimension angenommen: In den kommenden Jahren werden wir sicherlich in verschiedenen Ecken der Stadt Ideen für nachhaltiges Bauen und Leben wiederfinden, die von den Teams des SDE inspiriert sind und im Kontext unserer Stadt auf eigene Weise umgesetzt wurden.

Dieses gemeinsame Buch der deutschen Teams zeigt, dass der Solar Decathlon Europe 21»22 noch lange nicht vorbei ist: Wir sind mitten drin in einem großartigen Transformationsprozess, in dessen Zentrum die internationale Kooperation für eine gute Zukunft steht. Der Teamgeist, der den SDE seit Beginn begleitet, wird dazu beitragen, dass wir gemeinsam nachhaltige Städte erschaffen, die für alle Menschen lebenswert sind.

Oberbürgermeister Prof. Dr. Uwe Schneidewind, Oktober 2022



Oberbürgermeister Prof. Dr. Uwe Schneidewind, Oktober 2022

## Vorwort von Team Deutschland

Jetzt, wo alles fast vorbei ist – was natürlich überhaupt nicht stimmt, aber dazu weiter unten mehr – und die Endorphin- und Adrenalinreservoirs langsam wieder so weit gefüllt sind, dass man in der Lage ist Bilanz zu ziehen, fragt man sich vielleicht schon ab und an: War es das wert? Und was ist die Antwort? Mit großer Sicherheit wird es in den Teams, trotz vielem Auf und Ab, wohl kaum jemanden geben, der diese Frage mit einem zögerlichen „Ja“ oder gar mit „Nein“ beantworten wird. Im Gegenteil: Es war eine fantastische Erfahrung in vielerlei Hinsicht!

Es war zum einen die Entscheidung, die gewohnten und manchmal etwas ausgetretenen Pfade der curricularen Hochschullehre zu verlassen oder sie zumindest vielfach zu kreuzen. Das Verfolgen eines einzigen, wenn auch extrem umfangreichen (Bau-)Projektes über mehrere Jahre erforderte Mut, Überzeugungskraft, Organisations- und Improvisationstalent sowie eine gehörige Portion Hartnäckigkeit, manches doch so zu machen, wie es eigentlich nicht geht. Und getragen und angetrieben wurde man stets von der Motivation und Lust der Studierenden, Mitarbeitenden und nicht zuletzt der Projektpartner, genau diesen Weg zu gehen und mit Herzblut daran zu arbeiten, dass die Visionen am Ende auch Wirklichkeit werden.

Auf diesem Weg tat sich dann urplötzlich ein zunächst schier unüberwindbar erscheinendes Hindernis auf: Covid-19. Eine völlig unbekannte Situation, Hochschulschließungen sowie die unvorhersehbare Perspektive warfen alle Planungen – inklusive den Wettbewerbszeitplan – erst einmal über den Haufen. Finanzierungen wurden unsicher und das gemeinsame Arbeiten und spätere Bauen wurden völlig in Frage gestellt. Was aber passierte? Die Teams wuchsen an dieser Herausforderung, organisierten sich neu und lernten, mit der Situation umzugehen oder vielleicht sogar auch Vorteile zu sehen – immer mit dem Fernziel „Finale in Wuppertal“ vor Augen. Und wahrscheinlich hat das Projekt Solar Decathlon Europe 21»22 für die Beteiligten auch dazu beigetragen, den persönlichen Frust durch soziale und weitere Einschränkungen zu vertreiben oder zumindest in einem beherrschbaren Maß zu halten.

Eine große Motivation des Wettbewerbs ist die Verschmelzung von Lehre, Forschung und Innovation. Der SDE bot die Möglichkeit, für aktuelle Themen des Bauwesens selbst neue Ideen zu entwickeln und in der Realität auszuprobieren, um damit Impulse für das zukünftige Bauen zu geben. Die im Vergleich zu allen Vorgängerwettbewerben deutlich umfangreichere und ambitioniertere Aufgabenstellung, die neben dem (Solar-)Energiethema zusätzlich weitreichende Aspekte der Nachhaltigkeit sowie wichtige gesellschaftliche Fragen enthielt, forderte eine deutlich breiter angelegte Herangehensweise und damit die interdisziplinäre Auseinandersetzung mit neuesten Strategien, Konzepten und Technologien aus allen relevanten Teilgebieten des Bauens. Dies förderte das immens wichtige Verständnis für einen integralen, alle Gewerke umspannenden und den gesamten Lebenszyklus von Gebäuden ins Auge fassenden Planungsprozess.

Was den Solar Decathlon sicherlich einzigartig für Hochschulen macht, ist die praktische Umsetzung des Geplanten im Maßstab 1:1 – und damit nicht genug, auch die Inbetriebnahme und das Betreiben des Gebäudes unter harten Wettbewerbsbedingungen. Dies war eine Erfahrung, die nicht nur den Studierenden einen hautnahen Einblick in das spätere Berufsleben gewährte, sondern allen Beteiligten durch das Hands-on theoretische Erkenntnisse und deren Umsetzbarkeit nicht selten in einem neuen Licht erscheinen ließ und damit für die Zukunft schult.

Hinzu kommt die Zusammenarbeit im Team mit allen Facetten der Organisation, Kommunikation und der Social Skills, um über eine so lange Zeit erfolgreich gemeinsam agieren zu können. Selbst wenn zumindest Architekturstudierende oft im (kleinen) Team interagieren, war auch für sie neu, dass sowohl Studierende anderer Disziplinen – mit meist deutlich anderem Fachvokabular – als auch weitere Partner aus Fachschulen, Planungsbüros, Handwerk und Industrie mitarbeiteten. Auch dies ist eine Erfahrung, die der normale Hochschulalltag weder für Lehrende noch für Studierende üblicherweise bietet und die durch den wertvollen Austausch mit den weiteren internationalen Studierendenteams während der Wettbewerbsphase und dem Kennenlernen anderer Lösungen zur gleichen Bauaufgabe ergänzt wurde. Damit wurde der Teambegriff nochmals erweitert, in dem man sich gegenseitig beim Bauen und bei der Inbetriebnahme tatkräftig unterstützte – zum Konkurreren gegeneinander trat das Miteinander für das zukünftige Bauen.

Spätestens in der Wettbewerbsphase waren neben der Fachkompetenz noch ganz andere Fähigkeiten gefragt – nämlich das auf die jeweilige Zielgruppe ausgerichtete Präsentieren und Erklären der Konzepte und Bauwerke für ein Publikum, das von interessierten Laien über Fachleute bis hin zu den Juroren des Wettbewerbs reichte. Die Studierenden wurden so zu Botschaftern für eine Energie- und Bauwende gegenüber der breiten Öffentlichkeit, indem sie die Relevanz ihrer Ergebnisse auf Basis der erworbenen Kenntnisse und Erfahrungen verdeutlichten.

Knapp zusammengefasst: Es war einzigartig. Aber „war“ stimmt an dieser Stelle nicht, denn „das Projekt Solar Decathlon“ geht weiter. Die Gebäude werden entweder im Living Lab am Wettbewerbsstandort Wuppertal oder an anderen Standorten (meist an den Heimatstädten der beteiligten Hochschulen) weiter genutzt – überwiegend für Forschungszwecke, um aufgrund der kurzen Betriebszeit im Wettbewerb offengebliebenen Fragen weiter nachgehen zu können und um die Gebäude im Ganzjahresbetrieb an der Zielstellung der Klimaneutralität messen zu können. Aber natürlich auch, um sie im Rahmen der zukünftigen Lehre als Anschauungs- und Forschungsobjekte einsetzen und auch der Fachöffentlichkeit weiter zeigen zu können. Nicht zuletzt werden die Verbindungen, Kontakte sowie Freundschaften – vor allem auch zwischen den Teams – bestehen bleiben, werden Geschichten, Fotos, Videos, aber vor allem fachliche Inhalte in die Hochschulen, die Berufspraxis, die Medien und vielleicht sogar in zukünftige Wettbewerbe weitergetragen. Einige Beteiligte waren bereits in vorangegangene Wettbewerbsausgaben des Solar Decathlon involviert und haben ein „nie wieder“ in „NOCH einmal“ gewandelt. Wer weiß, wann sich die nächste Gelegenheit bietet ...

Um aber zu diesem Zeitpunkt das bisher im Rahmen des Solar Decathlon 21»22 Erreichte noch einmal Revue passieren zu lassen und gleichzeitig festzuhalten, haben wir uns als „Team Deutschland“ entschlossen, dieses Buch zu schreiben. Es gilt, die Projekte als wichtige Denkanstöße für Studierende sowie praktizierende Architekten und Planer zu dokumentieren, stellen sie doch allesamt spannende architektonische Beiträge für das klimabewusste und kreislaufgerechte Bauen dar. Gleichzeitig soll dieses Buchprojekt den Teamgeist, der sich seit Beginn des Wettbewerbs unter den deutschen Teams manifestiert hat, aufzeigen und nach außen tragen. Außerdem wollen wir mit dem Buch auch unsere Wertschätzung gegenüber allen Ministerien, Hochschulen, Partnern und den Ausrichtern zum Ausdruck bringen, die mit ihrer großartigen Unterstützung und ihrem Engagement die Realisierung der Einzelprojekte überhaupt ermöglicht haben.

Und nicht zuletzt ist das Buch für alle Beteiligten eine wunderschöne Erinnerung an die aufregenden vergangenen drei Jahre!





# Der Solar Europe 21

# Decathlon

## »»22



Abb. 1: Der erste Solar Decathlon im Jahr 2002 in Washington



Abb. 2: Das Wuppertaler Team nahm 2010 an der ersten europäischen Ausgabe des Solar Decathlon teil  
Foto: Universität Wuppertal



Abb. 3: Die Organisatoren des SDE 21»22 in Wuppertal – © SDE 21»22

## Der Solar Decathlon

### Historie

Der Grundstein zum Solar Decathlon, einem studentischen Wettbewerb zur Entwicklung und Realisierung solarer Energiekonzepte für prototypische Gebäude, wurde im Jahr 2002 vom Department of Energy (Energeministerium) der Vereinigten Staaten gelegt. Durch die Veranstaltung auf der berühmten National Mall in Washington, D.C., generierte der Wettbewerb schnell großes Interesse und fand seitdem alle zwei Jahre statt (Abb. 1).

Durch den Sieg der TU Darmstadt bei dem SD 2007 wurde das Format auch in Deutschland und Europa bekannt, sodass 2010 die erste europäische Ausgabe in Madrid stattfand. Im Anschluss kamen weitere Austragungsorte in China, Lateinamerika, im mittleren Osten, in Afrika und in Indien hinzu. Jede Ausgabe bezieht sich auf spezifische regionale Charakteristika, wirtschaftliche Rahmenbedingungen und Technologien für Energieeffizienz und erneuerbare Energien.

Bis heute fand der Solar Decathlon bereits fünf Mal in Europa statt: 2010 und 2012 in Madrid, Spanien; 2014 in Versailles, Frankreich; 2019 in Szentendre, Ungarn und zuletzt 2022 in Wuppertal, Deutschland. Durch die Erfahrungen der ersten europäischen Ausgabe entstand ein internationales Netzwerk, das sich zur Aufgabe machte, Motivation und Erfahrungen zu teilen und damit den Wettbewerb kontinuierlich weiterzuentwickeln. Auch die Universität Wuppertal war bereits 2010 in Madrid mit einem von vier deutschen Hochschulteams vertreten. Einer der leitenden Professoren des Teams aus Wuppertal, Karsten Voss, startete im Jahr 2015 ein Projekt, das vom damaligen Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) gefördert wurde. Ziel war die wissenschaftliche Analyse und Aufbereitung der Ergebnisse und Erfahrungen internationaler Wettbewerbe. 2017 platzierte das BMWi dann die nationale Ausschreibung „Konzepte für einen internationalen Energiewettbewerb“. Den ersten Preis gewann die Universität Wuppertal mit dem Vorschlag des „Urban Solar Decathlon“. Nachdem Wuppertal mit den Partnern 2018 offiziell als Austragungsort bekannt gegeben worden war, wurden Hochschulteams Mitte 2019 weltweit aufgerufen, sich für eine Teilnahme am Solar Decathlon Europe 2021 zu bewerben.

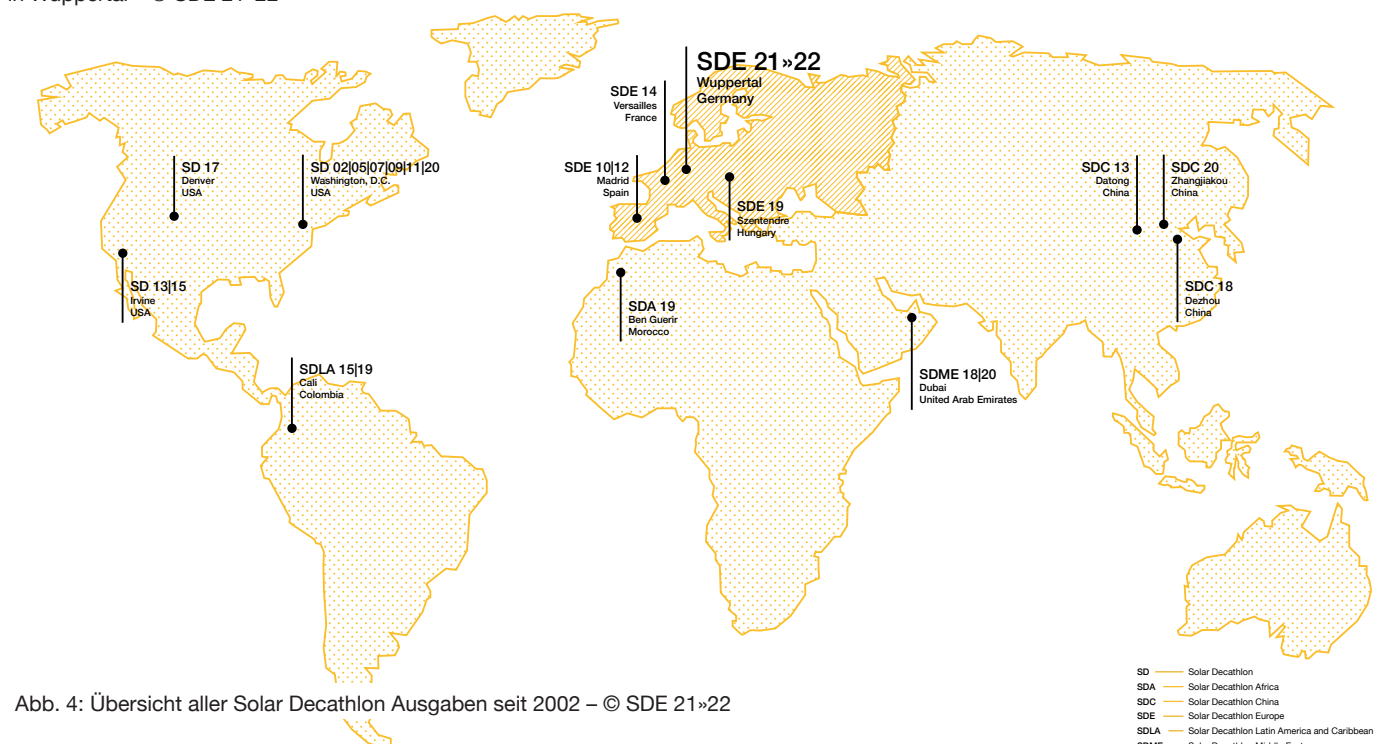


Abb. 4: Übersicht aller Solar Decathlon Ausgaben seit 2002 – © SDE 21»22



## Fokus

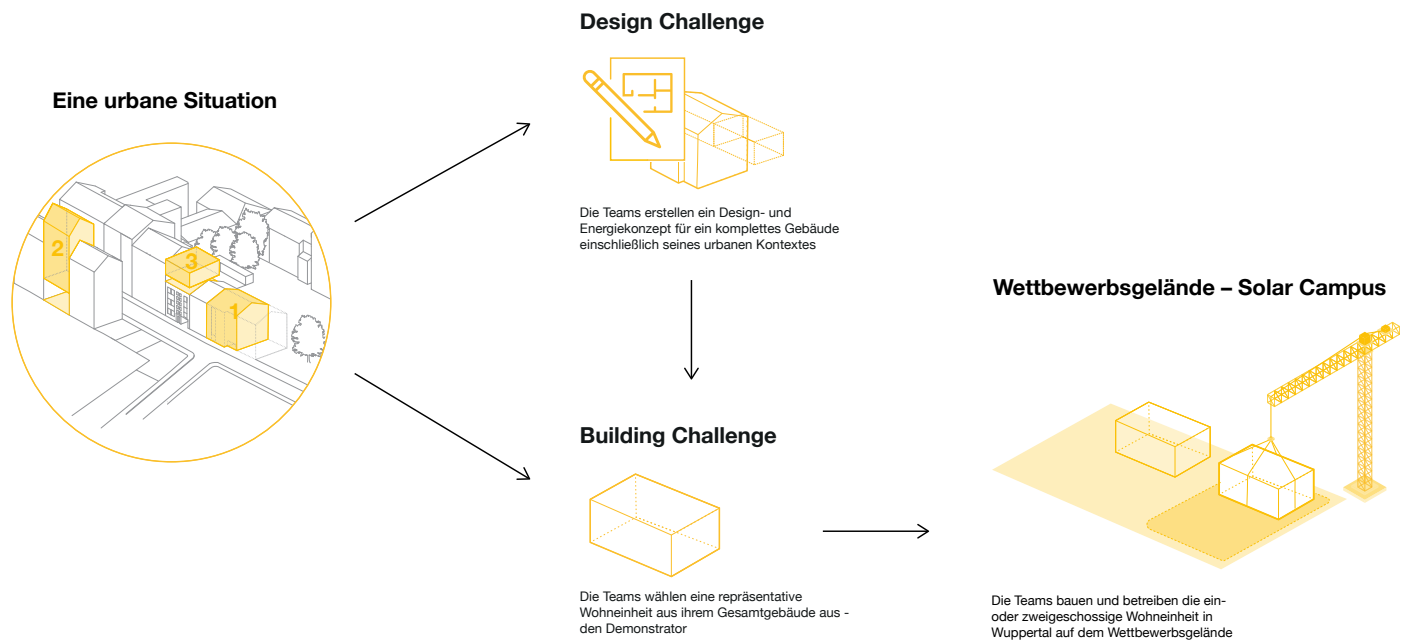


Abb. 5: Building- und Design-Challenge – © SDE 21»22

Der Solar Decathlon Europe in Wuppertal zeichnet sich durch ein neues und bislang einzigartiges Konzept aus: Während in den bisherigen Wettbewerben Solitäre des solaren Bauens ohne weiteren Kontext gefordert waren, rückt nun erstmals die europäische Stadt mit ihren rapide zunehmenden Defiziten, der fortschreitenden Urbanisierung sowie dem Mangel an (bezahlbarem) Wohnraum, in den Mittelpunkt. Daher wird die innerstädtische Nachverdichtung durch den Weiterbau von Bestandsgebäuden sowie Baulücken im Geschosswohnungsbau bei gleichzeitiger energetischer Sanierung thematisiert. Der SDE 21»22 zeigt dabei das bauliche Potenzial und die technische Machbarkeit auf dem Weg zu einem klimaneutralen Gebäudebestand auf. Die Verankerung des Wettbewerbs im Quartier dient dazu, realitätsnahe Entwürfe mit sozio-ökonomischem Kontext zu entwickeln und die Innovationen nicht nur als kontextlose Prototypen zu denken.

Doch neben dem Schwerpunkt der architektonischen und technischen Verbesserung des Gebäudebestands soll der Bezug auf ein konkretes Quartier und damit Klientel im Umfeld der Bauaufgabe dazu anregen, soziale Hintergründe zu betrachten. Welche Art von Wohnungen benötigt das Quartier? Wie kann man einen Mehrwert, nicht nur für die Bewohner:innen des Gebäudes, sondern auch die Nachbarschaft schaffen? Und wie erzielt man Akzeptanz für alternative Wohnkonzepte, außergewöhnliche Architektur und neue Energiekonzepte und damit anderes Nutzerverhalten?

## Austragungsort

Der Solar Campus, das Veranstaltungsgelände des SDE 21»22, befindet sich im nördlichen Teil des etwa 8 600 Einwohner:innen umfassenden Quartiers Mirke. Dieses gehört zum Stadtteil Wuppertal Elberfelder und hier wiederum zur Nordstadt, die vornehmlich durch Gründerzeit- und Nachkriegsgebäude in Blockrandbebauung, repräsentativ für die Industriezeit Wuppertals, geprägt ist. Ein wesentlicher Anteil der Bauwerke steht unter Denkmalschutz, während die Errichtung neuer Gebäude in den letzten Jahren stetig abnahm. „Die Mirke“, wie das Quartier in Wuppertal genannt wird, zeichnet sich durch eine sehr hohe Bebauungs- und Bevölkerungsdichte (ca. 135 Einwohner:innen pro ha) aus.



Abb. 6: Straßenzug in Mirke

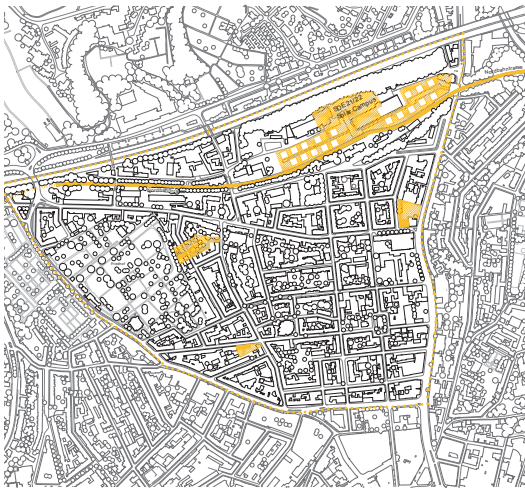


Abb. 7: Lageplan Mirke – © SDE 21»22



Abb. 8: Blick über den Solar Campus – © SDE 21»22

Das Durchschnittsalter der Bewohner:innen in Mirke ist relativ niedrig: 16 % der Bevölkerung sind jünger als 15 Jahre, nur 13 % älter als 65 Jahre. Die kulturellen Hintergründe der Bevölkerung sind vielfältig und die Anzahl an Migranten (ca. 30 %) steigt stetig. Zahlreiche Initiativen in Mirke fördern die Partizipation innerhalb des Quartiers. So auch die Initiative Quartier:Mirke. Sie wurde von Bewohner:innen des Stadtteils mit dem Ziel gegründet, das Quartier zu beleben und die Wohnqualität zu verbessern. Zu den Projekten der Initiative gehört auch Utopiastadt, ein soziokultureller Verein, der in den Gebäuden des ehemaligen Bahnhofs Wuppertal-Mirke direkt am 2014 eröffneten Fahrradweg Nordbahntrasse beheimatet ist, die angrenzende Brachfläche besitzt und Teil des Bewerberkonsortiums um den Solar Decathlon Europe war.

Auf dem ehemaligen Bahnhofsareal befindet sich der Solar Campus und hier fand das Finale des Solar Decathlon 21»22 statt. Aufgrund der direkten Nachbarschaft zum Quartier Mirke und dem Bahnhofsareal sowie der angrenzenden Nordbahntrasse bot das rund 50 000 m<sup>2</sup> große Areal optimale Bedingungen für den Wettbewerb. Die Positionierung der sechzehn Demonstratoren in südöstlicher Ausrichtung und die geringe Verschattung des Geländes schufen gute Voraussetzungen für die vornehmlich solarenergetisch versorgten Demonstratoren. Die Nutzung einer Speditionshalle als Eventhalle für zahlreiche Veranstaltungen folgte dem urbanen Profil des SDE 21»22. Insgesamt machte die gut erreichbare innerstädtische Lage den Solar Campus für die zahlreichen Besucher:innen zu einem Ort des Mitmachens und Entdeckens. Durch verschiedene Aktionen seitens des Veranstalters waren die Bewohner:innen von Mirke nicht nur Besucher:innen des Wettbewerbsfinals und der HDUs (**H**ouse **D**emonstration **U**nits), sondern wurden in regelmäßigen Befragungen aktiv angesprochen und in das Projekt eingebunden.

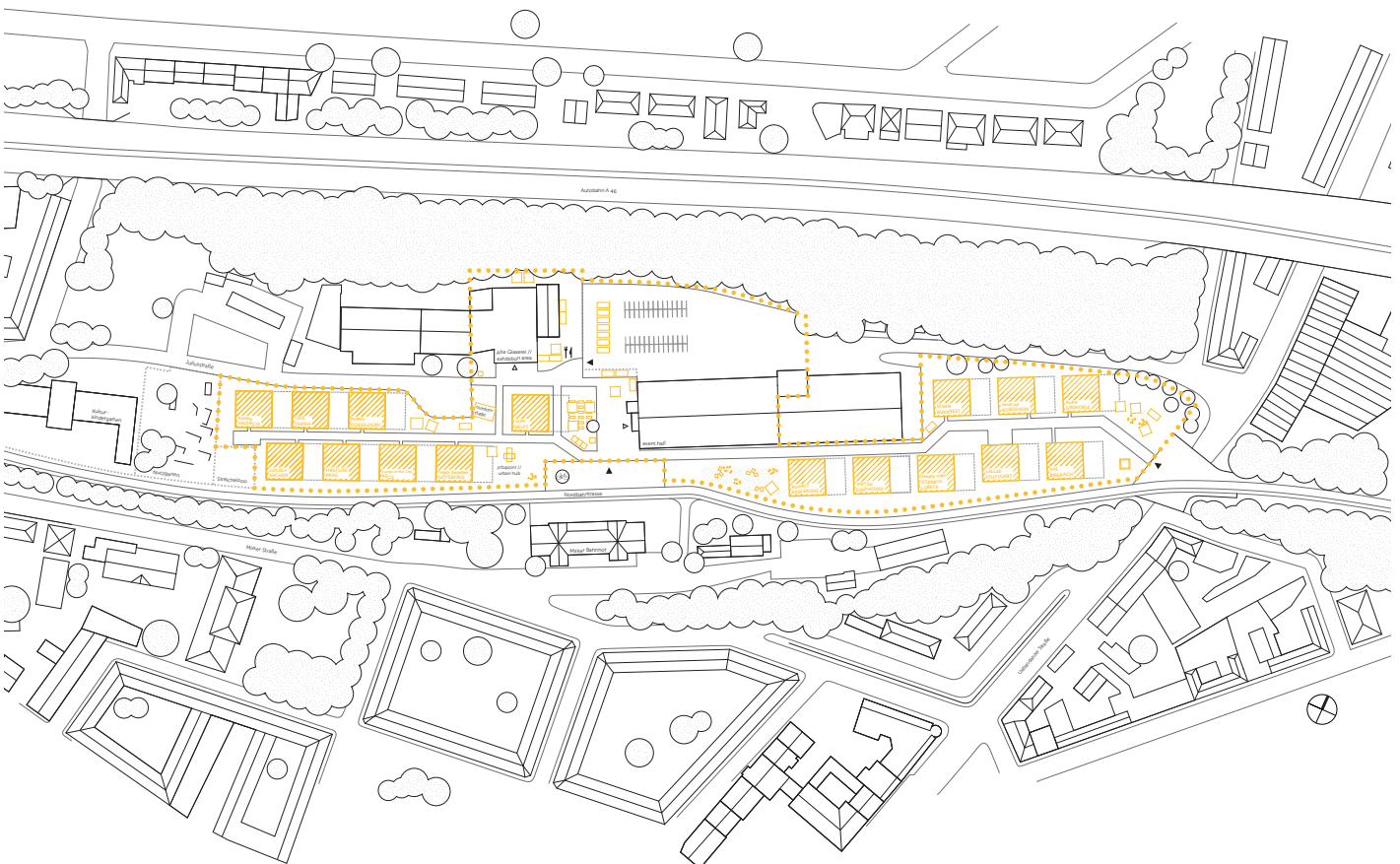
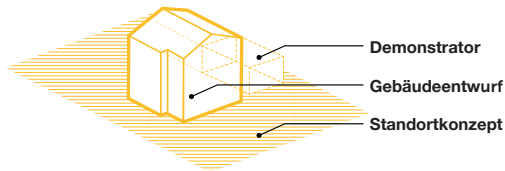


Abb. 9: Lageplan Solar Campus – © SDE 21»22

## Wettbewerbsphasen – vom Entwurf zum Bau

„Planen, Bauen, Betreiben“ ist sowohl das Prinzip als auch das einzigartige Merkmal des Solar Decathlon Europe 21»22 mit urbanem Bezug. Das Wettbewerbsformat umfasst zwei Herausforderungen: In der Design Challenge entwerfen die Teams ein Architektur- und Energiekonzept für ein bestehendes Gebäude samt einer Aufstockung bzw. Erweiterung oder einen Neubau für eine Baulücke im urbanen Kontext und beziehen das Umfeld inklusive darin verankerter sozioökonomischer Fragen und Herausforderungen mit ein. Ziel ist eine Nachverdichtung mit Wohnraum vor dem Hintergrund eines klimaneutralen Gebäudebestands.

In der Building Challenge bauen die Teams einen repräsentativen Ausschnitt der Design Challenge als sogenannte House Demonstration Unit (HDU) in Originalgröße auf dem Veranstaltungsgelände in Wuppertal. Das Ergebnis sind voll funktionsfähige ein- bis zweigeschossige Ausstellungsgebäude mit Wohnungen von bis zu 110 m<sup>2</sup> Wohnfläche, die ansprechende Architektur mit ökologischer Bau- und innovativer Gebäudetechnik verbinden. Den Teams steht es frei, den repräsentativsten Teil ihres Gebäudeentwurfs auszuwählen oder das Konzept als Ganzes in ein kleineres Baufeld zu übertragen. Der Ursprungsgedanke von architektonisch integrierten Solarsystemen muss jedoch enthalten sein.



## Projekttablauf

Mit dem „Call for Teams“ warben die Organisatoren des SDE21 im Frühjahr 2019 zur Teilnahme am ersten Solar Decathlon Europe in Deutschland, genauer in Wuppertal. Ende des Jahres wurden die teilnehmenden Hochschulteams ausgewählt und vorgestellt. Insgesamt 18 Teams verschiedener Universitäten und Hochschulen weltweit starteten in den Wettbewerb.

Aufgrund der Covid-19-Pandemie wurde das ursprüngliche Wettbewerbszeitfenster um 10 Monate verlängert und das Finale fand nicht wie geplant im Spätsommer 2021, sondern im Juni 2022 statt. Der Wettbewerbstitel wurde von SDE 21 auf SDE 21»22 umbenannt.

Spätestens ab Dezember 2019 befassten sich die Teams mit ihren Entwürfen. Die Arbeit wurde dokumentiert und nach dem offiziellen Regelwerk des SDE 21»22 in insgesamt sieben Abgaben gegliedert, die von den Teams zur Bewertung eingereicht werden mussten. Der Höhepunkt des Wettbewerbs begann mit der Aufbauphase der Demonstrationsgebäude Mitte Mai in Wuppertal und endete mit einem großen Finale am 26. Juni 2022.

Die Aufbauphase erfolgte traditionell in einem sehr engen Zeitfenster. Zwischen dem 20. Mai und dem 3. Juni 2022 standen den nunmehr 16 verbliebenen Hochschulteams (die beiden Teams aus Thailand konnten die gestiegenen Projektkosten, die sich durch die verlängerte Projektlaufzeit aufgrund der Coronapandemie sowie die weltweiten Preissteigerungen für Material und Transport ergeben hatten, und damit einen Transport nach Wuppertal nicht realisieren) knapp 15 Bautage zur Verfügung. Diese mussten hinsichtlich Logistik wie Modul- bzw. Materialanlieferung, Kraneinsatz, Fachkräfteeinsatz und Arbeitszeiten der Teammitglieder (es waren nur acht Arbeitsstunden je Teammitglied und Tag erlaubt) sowie technischer Abnahmen seitens der Veranstalter genauestens geplant werden.

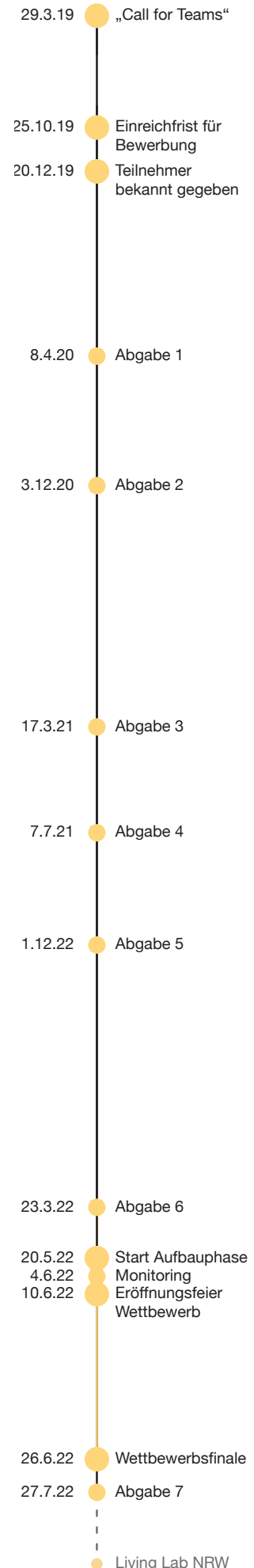


Abb. 10: Projekttablauf - Zeitschiene



## Eventphase

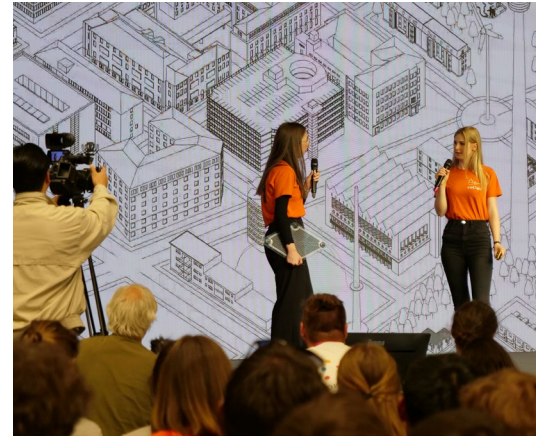
Nachdem die HDUs trotz vieler Widrigkeiten endlich aufgebaut worden waren – während der Bauphase machte Wuppertal seinem Ruf als regenreichste Großstadt Deutschlands alle Ehre – und das Finale für die Teams damit endgültig erreicht war, bedeutete die nun beginnende Wettkampf- und Ausstellungsphase weitere Anstrengung bei den Teams und Veranstaltern: Der Solar Campus wurde für die Öffentlichkeit über drei Wochen geöffnet und lockte durch seine zentrale Lage sowohl Besucher:innen ohne Fachkenntnisse als auch ein großes Fachpublikum an. Insgesamt wurden etwa 115 000 Besucher:innen jeden Alters gezählt, wobei die Gäste weitestgehend aus Deutschland kamen, aber selbstverständlich auch aus dem Ausland, vor allem den übrigen Teilnehmerländern. Während die Demonstratoren von Montag bis Mittwoch allein von den Teams für Messungen und Nutzungssimulationen genutzt wurden, konnten sich die Besucher:innen an den insgesamt neun Besichtigungstagen einen Eindruck von den Gebäuden verschaffen. Dazu wurden von den Teams sogenannte Public Tours durch die Demonstrationseinheiten angeboten, bei denen Hintergründe, Konzepte und Technologien erklärt wurden. Bei nun bestem Wetter und hochsommerlichen Temperaturen bildeten sich lange Schlangen vor den HDUs und nicht selten wurden gleich vier oder fünf Gruppen zu je 20 Personen gleichzeitig durch die Demonstratoren geführt. Das Rahmenprogramm mit Kultur- und Ländertagen, Aktivitäten für Schulen und Hochschulen, Konferenzen und Symposien bot parallel Austausch und Inspiration für Fachleute und die breite Öffentlichkeit, schaffte aber auch zusätzlichen Aufwand für die Teams.

Denn letztlich galt es, Punkte in den Wettbewerbsdisziplinen zu erreichen. Hier standen sechs Jurytours des eigentlichen Wettbewerbs sowie gleich zwölf Jurybewertungen für Sonderpreise an. Jurytours wurden inhaltlich vorbereitet und die Häuser punktgenau hergerichtet, um zu vorab festgelegten Zeitpunkten die international renommierten Juroren empfangen und das Gesamtkonzept, aber vor allem die vielen Einzelideen und Bausteine in aller Kürze – und Präzision – vorstellen zu können. Endlich sollten die vielen Ideen und Details adäquat gewürdigt werden!





Doch damit nicht genug: Um Punkte in den Disziplinen Urbane Mobilität und Funktionalität erreichen und die Funktionsfähigkeit der HDUs nachweisen zu können, wurden die Temperaturen von Kühl- und Gefrierschränken über Sensoren erfasst und es mussten diverse Aufgaben wie der Einkauf von Lebensmitteln per eigens beladenem Lastenrad, das Waschen und Trocknen von Wäsche in vorgegebenen Zeiträumen oder tägliches Entnehmen von Warmwasser bei vorgegebener Temperatur und Menge erledigt werden. Es galt also, stets konzentriert zu bleiben und genügend Teammitglieder zu motivieren. Dreimal wurden zudem je zwei Mitglieder von drei anderen Teams empfangen und in den HDUs bekocht - eine der wenigen Gelegenheiten, in denen sich die Teams untereinander entspannt austauschen konnten. Zuletzt wurden seitens der Veranstalter Messungen in den Bereichen Energiebilanz und Komfort vollzogen, diese mit den Regularien abgeglichen bzw. unter den 16 Teams verglichen und zum Ende des Wettbewerbs zur Vergabe der Punkte in den entsprechenden Disziplinen genutzt.



## Forschung und weitere Nutzung

Einige Gebäudeeinheiten werden im Rahmen des Living Lab NRW zu Forschungs- und Bildungszwecken auf dem Solar Campus in Wuppertal verbleiben und dort durch die Teams, aber auch externe Wissenschaftler:innen beforscht. Andere HDUs wurden direkt im Anschluss oder mit etwas Verzögerung abgebaut und größtenteils an den Hochschulstandorten wieder aufgebaut und entweder ebenfalls der Forschung oder anderen Zwecken zugeführt.

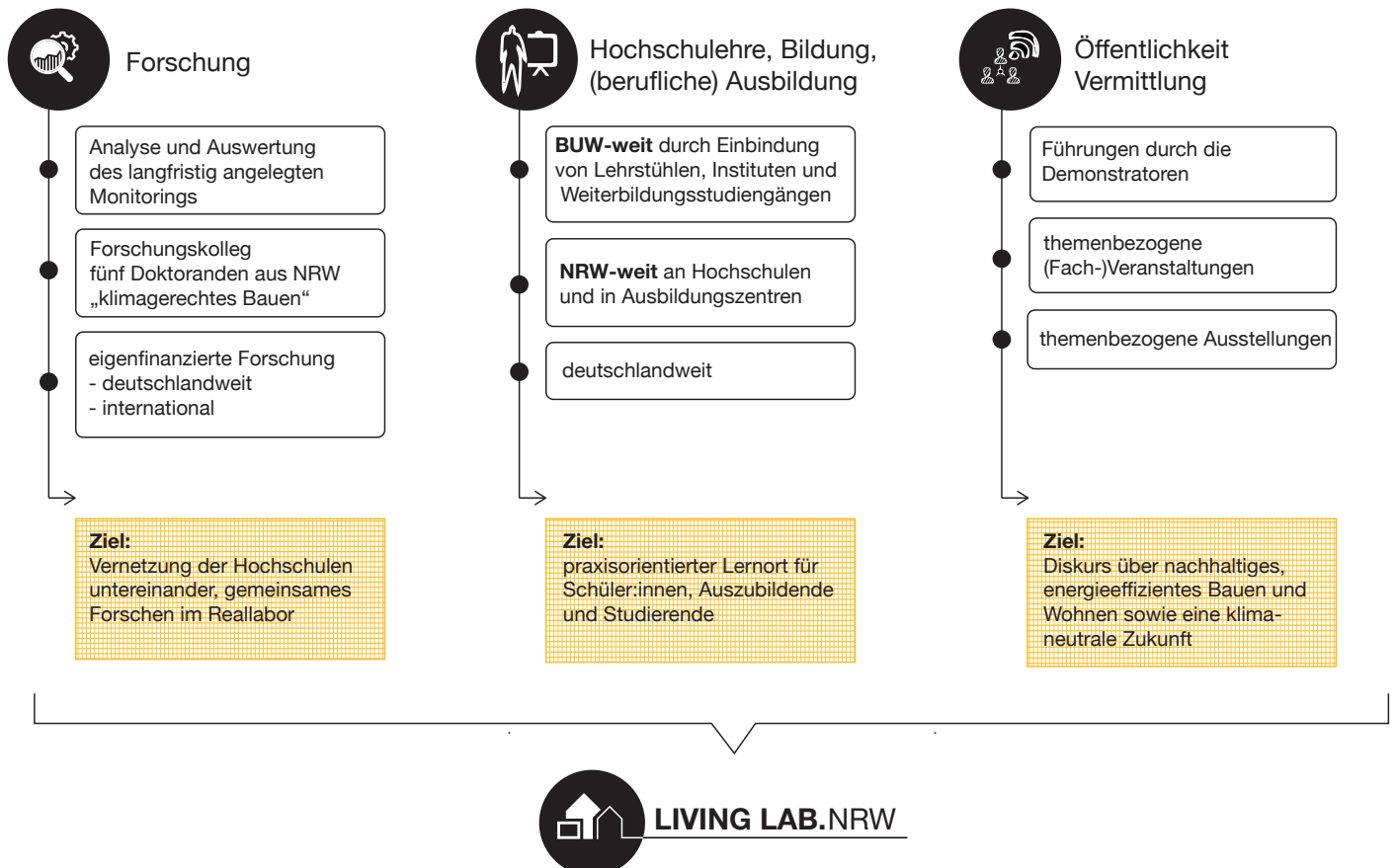


Abb. 11: Die drei Säulen des Living Lab 21»22 – © SDE 21»22



Abb. 12: Höchst, Ludwigstraße, Wuppertal  
© SDE 21»22



Abb. 13: Bandstraße, Wuppertal  
© SDE 21»22



Abb. 14: Café Ada, Wiesenstraße, Wuppertal  
© SDE 21»22

### 1. Sanierung & Erweiterung

Sanierung ist ein wichtiger Schritt auf dem Weg zur urbanen Transformation. Insbesondere Gebäude, die nach dem Zweiten Weltkrieg errichtet wurden, zeichnen sich oft durch nicht dauerhafte Baumaterialien, eine unzureichende Wärmedämmung und starre Grundrisse aus. Die Umgestaltung macht diese Gebäude nicht nur optisch attraktiver, sondern lässt sie Teil der urbanen Energiewende werden.

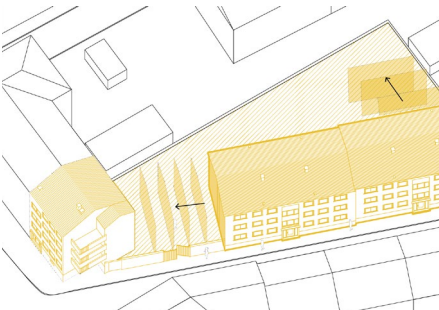


Abb. 15: Isometrie der Erweiterung  
© SDE 21»22

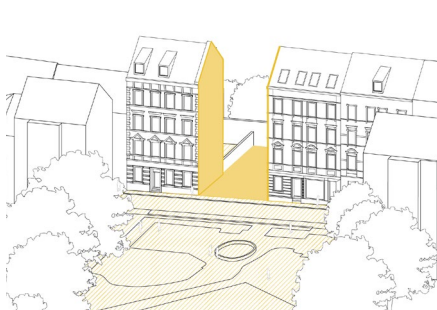


Abb. 16: Isometrie der Baulücke  
© SDE 21»22

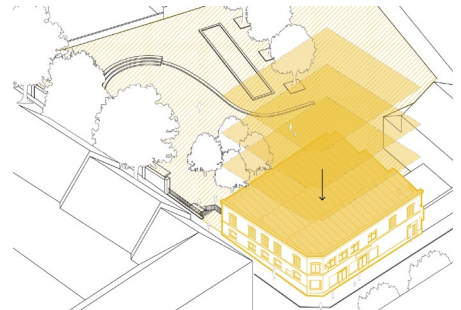


Abb. 17: Isometrie der Aufstockung  
© SDE 21»22

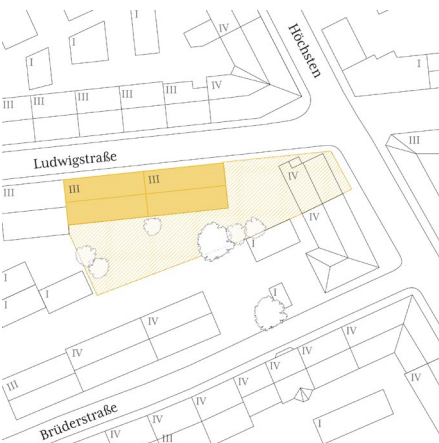


Abb. 18: Grundriss der Erweiterung  
© SDE 21»22



Abb. 19: Grundriss der Baulücke  
© SDE 21»22

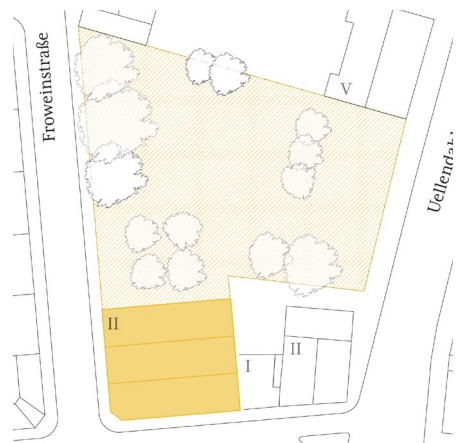


Abb. 20: Grundriss der Aufstockung  
© SDE 21»22

Den teilnehmenden Teams stand es frei, zwischen drei städtebaulichen Herausforderungen aus dem Mirker Quartier zu wählen oder sich für eine vergleichbare urbane Situation aus dem eigenen Herkunftsland zu entscheiden.

Sanierung & Erweiterung	Baulückenschließung	Aufstockung
AuRA	Azalea	coLLab
Hotel „Zwei Schwestern“, Château-Bernard	Barracas (traditionelle valencianische Wohnhäuser), Valencia	Universitätsgebäude, Stuttgart
deeply high	LOCAL+	EFdeN
Mietwohnungen Kiel	Bandstraße, Wuppertal	Café Ada, Wuppertal
	Lungs of the City	FIRSTlife
	Felsövámház Straße, Pécs	Studierendenwohnheim, Prag
	SAB (Bandstraße, Wuppertal)	levelup
		Hochhaus, Nürnberg
	TDIS	MIMO
	Stadtbezirk Datong, Taipeh	Café Ada, Wuppertal
		RoofKIT
		Café Ada, Wuppertal
		SUM
		Mietwohnungen, Den Haag
		C-Hive
		Supermarkt, Göteborg
		UR-BAAN
		Reihenhäuser mit Geschäften im Erdgeschoss, Bangkok
		VIRTUe
		Café Ada, Wuppertal)

## Disziplinen

Wie durch seinen Namen impliziert, gliedert sich der Wettbewerb in zehn Teildisziplinen. Dementsprechend ist nicht nur die Energieperformance zentrales Bewertungskriterium. Die inhaltliche Ausrichtung der Disziplinen variiert je nach Austragungsort und Schwerpunktsetzung rund um die Kerndisziplinen Architektur, Kommunikation, Funktion, Komfort und Energie.

In Wuppertal wurden die Disziplinen zusätzlich in Unterkategorien aufgeteilt und mit Punkten versehen. Ziel dabei war es, Schwerpunkte klarer zu formulieren und die Transparenz der Juryurteile zu erhöhen.

Bedingt durch das neue Profil des Wettbewerbs wurden erstmalig bei einem Solar Decathlon auch die Entwürfe der Gesamtgebäude samt ihrer Energie- und Verkehrskonzepte als Kontext der Demonstratoren mitbewertet. Daher stieg die Anzahl von Punkten durch Jurywertungen auf 70 Prozent gegenüber 30 Prozent für die messtechnischen Bewertungen. Auf die Jurys kam durch die Sichtung der Unterlagen zu den Gesamtgebäuden mehr vorbereitende Arbeit zu. Für die messtechnischen Disziplinen wurde ein Datenerfassungssystem entwickelt, das neben der Bewertung im Wettbewerb auch die Nutzung der Daten für nachgelagerte Analysen erlaubt. Für einige Disziplinen wurden den Teams einheitliche und neu entwickelte Simulationswerkzeuge zur Verfügung gestellt, um die Planungsarbeit zu erleichtern und die Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu verbessern.

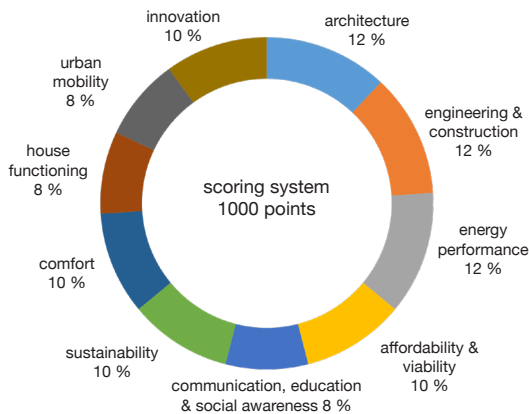


Abb. 21: Gewichtung der 10 Disziplinen – © SDE 21»22

DOI für die Publikation der Universität Wuppertal:



[10.25926/svtg-e916](https://doi.org/10.25926/svtg-e916)

Disziplin	Gewinner	Bewertungsmodus
Architektur	TDIS	Jury
Gebäudetechnik & Bauphysik	coLLab	Jury
Energieperformance	levelup	Monitoring
Realisierbarkeit & sozial-ökonomischer Kontext	SUM	Jury
Nachhaltigkeit	RoofKIT	Jury
Komfort	levelup	Monitoring
Funktion	VIRTUe	Monitoring
Urbane Mobilität	LOCAL+	Jury
Innovation	Azalea	Jury
Kommunikation & Bildung	MIMO	Jury

Abb. 22: Die Disziplinen im Wettbewerb 21»22 und Gewinner



## Jury

Für die sechs Jurydisziplinen wurden internationale Jurys mit jeweils drei Mitgliedern zusammengestellt. Sie repräsentierten Praxis und Forschung gleichermaßen. Ihre Entscheidungen basierten auf der Vorprüfung der von den Teams eingereichten Unterlagen sowie einer dreitägigen Arbeit vor Ort, einschließlich auf das jeweilige Thema fokussierter Präsentationen der Teams in ihren Häusern.

Neben den Punkten in der jeweiligen Disziplin durfte jede Jury weitere Punkte für Innovationen in ihrem Themenbereich vergeben. Die Summe der Punkte in fünf der sechs Jurydisziplinen bildete das Ergebnis in der Disziplin Innovation.



Abb. 23: Jury-Mitglied überreicht Sustainability Award  
© SDE 21»22

### Architektur

- Prof. Dietmar Eberle  
Baumschlagler Eberle Architekten | Österreich
- Jette Cathrin Hopp  
Snøhetta | Norwegen
- Fuensanta Nieto  
Nieto Sobejano Arquitectos | Spanien /  
Deutschland (kurzfristig Teilnahme abgesagt)

### Gebäudetechnik & Bauphysik

- Dr.-Ing. Markus Lichtmeß  
Institut für Gebäude-Energieforschung |  
Deutschland
- Prof. Dr.-Ing. Nathan Van Den Bossche  
Universität Gent | Belgien
- Prof. Dr.-Ing. Maria Wall  
Universität Lund | Schweden

### Realisierbarkeit & sozialökonomischer Kontext

- Anne Lacaton  
Lacaton & Vassal | Frankreich
- DI Bahanur Nasya  
Eutropian | Österreich
- Prof. Dr. Guido Spars  
Bundesstiftung Bauakademie | Deutschland

### Kommunikation & Bildung

- Richard King  
Gründer des Solar Decathlon | USA
- Jakob Schoof  
DETAIL | Deutschland
- Ass. Prof. DI Dr. Karin Stieldorf  
TU Wien | Österreich

### Nachhaltigkeit

- Dr. Anna Braune  
German Sustainable Building Council (DGNB) |  
Deutschland
- Prof. Andrea Klinge, Dipl.-Ing. Architektur, M.Sc.  
Architecture, Energy & Sustainability  
Fachhochschule Nordwestschweiz | Schweiz
- Søren Nielsen  
Vandkunsten Architekten | Dänemark

### Urbane Mobilität

- Dr. Jörg Beckmann  
Mobilitätsakademie | Schweiz
- Prof. Dr.-Ing. Heather Kathis  
Bergische Universität Wuppertal | Deutschland
- Nicolas Saunier, ing. DrSc / Ph.D.  
Polytechnische Hochschule Montréal | Kanada

## Kommentare der Jury



Dipl.-Ing. Jakob Schoof,  
Teil der Jury in der Disziplin Kommunika-  
tion, Bildung & Soziales Bewusstsein

### Weckruf für die Klimawende

von Jakob Schoof

2019 fegte, angefacht durch Aktivist:innengruppen von Fridays for Future und anderen, ein Sturm durchs Land. Auf einmal wollen alle ganz nachhaltig sein – in der Politik, der Industrie, den Medien und natürlich auch den Architektur- und Planungsbüros. Ambivalenzen und innere Widersprüche bleiben dabei nicht aus: Wir entwerfen rückbaubare Baukonstruktionen, nutzen dafür aber unbegrenzt Primärrohstoffe. Wir propagieren das Recycling, konterkarieren dessen Ressourceneinsparungen aber mit ungebremsten Wachstumsraten im Neubau. Wir errichten Passivhäuser mit 60 m<sup>2</sup> Wohnfläche pro Kopf. Wir streiten uns über das Für und Wider von Fassadendämmung und Lüftungstechnik, statt deren Wirksamkeit durch konsequentes Monitoring von Gebäuden zu untersuchen.

Allenthalben trifft man auf Bauchentscheidungen, Weiter-so, Greenwashing und Rosinenpickerei beim Bauen. Obwohl wir sie längst nicht mehr leisten können. Wieder einmal hat der deutsche Gebäudesektor 2021 sein Klimaziel verfehlt, die CO<sub>2</sub>-Emissionen sind gegenüber dem Vorjahr um 4,5 % gestiegen. Dass die routinemäßig beschlossenen Sofortmaßnahmen der Regierenden an diesem Trend etwas ändern werden, darf man getrost bezweifeln.

An dieser Stelle setzt der Solar Decathlon in Zeichen. Weil er das, was die Gebäude für Klima- und Ressourcenschutz leisten, nüchtern und wissenschaftlich fundiert bewertet. Und weil er alle Aspekte der Nachhaltigkeit einbezieht – die Energiebilanz und den netzdienlichen Gebäudebetrieb ebenso wie den sparsamen Umgang mit Fläche und die Kreislaufführung der Bauprodukte.

Natürlich verlangt der Wettbewerb den Hochschulteams damit unglaublich viel ab. Weit mehr, als im regulären Lehrbetrieb einer Universität zu leisten ist – vom späteren Alltag im Architektur- oder Ingenieurbüro, bei Projektentwicklern und Bauträgern ganz zu schweigen. Darin zeigt sich ein Dilemma: Die überfordernde Messlatte des Solar Decathlon markiert das, was künftig eigentlich Usus sein müsste im Bauen. Weniger werden wir uns in der Klimakrise schlicht nicht mehr leisten können. Und die alltägliche Baupraxis hinkt meilenweit hinterher.

Dennoch hat die Veranstaltung in Wuppertal ein Zeichen der Hoffnung gesetzt. Weil sich hier nicht nur die üblichen Verdächtigen – Honoratioren aus Politik und Verbänden, die Vertreterinnen der beteiligten Hochschulen und Sponsoren, Fachleute aus der Forschung, Lehre und den Planungsbüros – trafen. Stattdessen erlebten wir ein Volksfest der Energiewende, bei dem Anwohner und Wochenendausflügler sich von den Ideen für zukunftsfähiges Bauen inspirieren lassen konnten.

Sicher spielte dabei auch der Veranstaltungstermin eine Rolle. Der Solar Decathlon Europe kam – obwohl wegen der Coronapandemie um ein Jahr verschoben – genau zur rechten Zeit. Im Frühsommer des Ukraine-Kriegs, zu Zeiten eskalierender Energiepreise, als sich viele Menschen zu fragen begannen, wie sie wohl durch den nächsten Winter kommen. Lange hat es gedauert. Doch 2022 hat endlich auch Laien gezeigt, dass die Energiewende auch und vor allem in deutschen Heizungskellern entschieden wird. Wer jetzt noch nicht begriffen hat, dass die fossile Energienutzung keine Zukunft mehr hat, dem ist nicht zu helfen.

Die Beiträge zum Solar Decathlon Europe 21»22 weisen mögliche Auswege aus der Klimakrise. Diese Wege – und das ist ein gutes Zeichen für die Baukultur – sind vielfältig. Das zeigt sich schon darin, dass es in den zehn Disziplinen des solaren Zehnkampfs in Wuppertal zehn unterschiedliche Sieger gab. Gewisse Gemeinsamkeiten bestanden dennoch in den Entwürfen. Diese lassen sich als Hinweise deuten, wohin die Reise gehen könnte im klimaneutralen Bauen: Die Teams arbeiteten mit bestehender Bausubstanz, stockten diese auf oder schlossen Lücken im Stadtgefüge. Sie setzten auf industrielle Vorfertigung. Sie verwendeten Holz für die Tragstruktur ihrer Häuser. Sie nutzten recycelte und wiederverwendete Materialien und entwickelten daraus eine ganz neue Ästhetik. Sie gingen sparsam mit Wohnfläche um und entwarfen wandelbare, flexibel nutzbare Räume. Sie aktivierten buchstäblich jeden Quadratmeter der Gebäudehülle – sei es in Form von Verglasungen, Photovoltaik, nutzbaren Dachterrassen oder Begrünung. Hinzu kommen weniger sichtbare, doch mindestens ebenso wichtige Aspekte. Dazu zählt z. B. die interdisziplinäre Zusammenarbeit von Architekten, Fachplanerinnen und Handwerksbetrieben, ohne die ein Beitrag zum Solar Decathlon nie zu stemmen wäre.

Obwohl leicht rückbaubar, sind die Häuser viel zu schade, um wieder dem Materialkreislauf überantwortet zu werden. Acht von ihnen werden daher zu Forschungszwecken auf dem Solar Campus in Wuppertal bleiben, der Rest erhält erfahrungsgemäß eine Nachnutzung in den Heimatuniversitäten der Teams. Zu wünschen wäre, dass das Erbe von Wuppertal weit über die Universitätscampusse hinaus wirkt und möglichst viele Bauherren sich der Ideen annehmen. Allen Lieferengpässen und allem Fachkräftemangel im Bauwesen zum Trotz. Denn wie gesagt: In Zeiten der Klimakrise müssen die Standards des Solar Decathlon zur neuen Normalität im Bauwesen werden.

Jakob Schoof, Oktober 2022

## Wuppertal Reflections

by Søren Nielsen



Søren Nielsen,  
Mitglied der Jury der Disziplin  
Nachhaltigkeit

Didactically, nothing compares to the SDE-competition. The cross-disciplinary teamwork, the hands-on experience, the dissemination rallies, the design challenge itself – you can hardly find a better way to enter your professional carrier than letting reality be your master. The pride, enthusiasm, and confident spirit in which the students presented their work was strongly convincing.

Everyone knows that the most sustainable building is the one that is never built. Thus, the strength of the assignments' framing was the narrowing of the scope to renovation, add-on, and infill. Interestingly, this revealed the inertia in the professional practice as some teams solved the task with an unconcerned focus on creating a result as close to current modern design tradition as possible, while others took the opportunity to propose new motifs and spatial qualities in the dialogue between the existing and the designed additions. The last strategy was rewarded by the jury due to its promising, hopeful, and curious perspective on sustainable building. All the highest-ranking projects contained strong elements of cultural, social, and aesthetic innovation.

The question that remains is: To what extent are changes in our culture of designing, constructing, and using buildings a condition for green transition? Or could we stay safe with our habits and rely on technical solutions, cleaner materials, renewable energy etc. There is not much doubt that the commercial interests within the building industry would prefer as little change as possible – a factor with a clear potential for splitting the architectural profession and a conflict that was distinctly reflected in SDE projects.

The competition was unequal in terms of access to sponsorships and yet it was not unfair because – as it turned out – originality and design talent was able to beat economic force. The jury suspected sometimes that the sponsoring manufacturer's product placements had influenced too much on the design and material choice. To get the most learning out of the SDE-competition there should be full transparency about the budgets of the projects, the sizes of the teams, the amount of help from professional craftsmen, the actual climate footprint of the houses etc. Not to influence on the assessment but to learn about what really matters when it comes to creating value.

The SDE-competition embraced and reflected most of the tendencies and dilemmas in the current professional environment of sustainable building. In a time where the urgency of climate action become more noticeable for each day, the future SDE challenges should perhaps encourage the deployment of more radical strategies – such as minimalist approaches, material experiments, alternative aesthetics, or the repealing of building code standards – in recognition of the fact that we might not be able to maintain our current standards of comfort and consumption in all future.

Søren Nielsen, August 2022

## Socially sustainable architecture

by Bahanur Nasya

*Taking responsibility for our creation and fit it in the concept of futureproof spaces should be the first rule and the basis for architecture of all kinds.*

### Ten disciplines for one good future for all

The competition Solar Decathlon is looking at architecture from 10 different angles and this makes the competition very promising. Even though so many competitions took place on different continents with the participation of so many different countries – read architecture cultures – there are still big gaps between the students' architectural contributions. In terms of technology to achieve sustainability, the gap is slowly closing but social aspects are dealt very differently among the teams. On the one hand, critical review of all contributions, social sustainability seems not to be a big priority in our teaching. This assumption is based on the way how the teams described their projects, which we had the pleasure to read ahead of the jury meeting, as well as the presentations the teams gave us in their model unit. I see this as a call for action, a call to put social aspects of each space creation in the heart of our acts. On the other hand, of course, the environmental sustainability with many categories to be assessed with, was dominant in the descriptions and the narrative of the design. Despite that many teams had thought about the people they are designing for in depth – intuitively or because of training, hard to tell. But in summary, the many contributions and approaches give a great opportunity to read through the architecture creation practice and creating the chance to cross-learn and transdisciplinary work. This aspect should be more elaborated in the future decathlons.

### Full-scale is full experience

Our architecture study is rather theoretical and even if we work next to studying in architectural office, drawing architecture is often not giving us enough insights how the creation would work – or would not work – in real life. I find full-scale projects, and therefore the Solar Decathlon competition very contemporary. The potential to increase its impact would be, to make it more participative. By involving residents from “7–77 years” and using the opportunity of having a full-scale demonstration model to discuss and experience environmental issues and contributions. Many residents, who might have the potential to replicate the presented approaches, could experience with the solar decathlon, how to adapt the building culture to future challenges. There needs to be more discussion, critical debates and greater impact with such an elaborated competition. We need to harvest more impact out of it for our society. Especially in the hosting communities there should be a before and after the solar decathlon in the narration of the building culture. This kind of participation, public debate is also missing in our teaching of architecture and we need to improve the understanding of architecture – especially good architecture. Because every act of our fellows, is defining our future lives tremendously. And we need to aim for better impact and grow together. For this the Solar Decathlon is a good opportunity.

Bahanur Nasya



DI Bahanur Nasya,  
Mitglied der Jury in der Disziplin  
Realisierbarkeit & Sozialökonomischer  
Kontext



**Hochschule für Technik Stuttgart**

**collab**

**Stuttgart**

# Aufstockung und Sanierung

Campusgebäude Bau 5

Stuttgart

### Team coLLab

CoLLab steht für Kollaboration. Hier arbeiten und forschen viele Menschen mit unterschiedlichen Hintergründen gemeinsam an einer nachhaltigen Zukunft: Innovative Ideen zur Nachverdichtung von urbanen Räumen. Unsere Idee: eine Aufstockung, die eine Symbiose mit dem bestehenden Gebäude und dem Quartier eingeht. Neben positiven Effekten für die Umwelt liegt der Fokus auf gemeinschaftlichem Leben und übertragbaren Lösungen.

### Unsere Motivation

Als Kollektiv möchten wir zusammenarbeiten und von unseren unterschiedlichen Hintergründen und breit aufgestelltem Wissen profitieren.

Eine kleine Gruppe Studierende bildete 2019 das sogenannte Kernteam. Diese rein studentisch organisierte Gruppe überzeugte die Professorenschaft und bewarb sich mit Erfolg zum SDE 21»22. Unter der Leitung von Prof. Jan Cremers startete sie mit Projekten in der Lehre im Winter 2019.

Rund 300 Studierende aus 11 Studiengängen und allen Fakultäten und Institutionen kamen während 2,5 Jahren im Projekt „coLLab“ zusammen. Unterstützt durch Mitarbeiter:innen aus Forschung und Lehre wurden so in interdisziplinären Teams innovative Lösungen erarbeitet.

Wir sind der Meinung, dass die Energie- und Bauwende nur durch interdisziplinäre Zusammenarbeit und eine gemeinsame Vision vorangetrieben werden kann und gehen mit gutem Beispiel voran:

Let us coLLab!







Abb. 24: Team coLLab nach der offiziellen Bauabnahme durch die Auslober



Abb. 25: Team coLLab nach der finalen Preisverleihung





Abb. 26: Fassade Bestandsgebäude Bau 5



## Design Challenge

Das Team der HFT wählte den Heimatstandort Stuttgart für die Planung der Aufstockung und Sanierung eines Bestandsgebäudes aus. Das bearbeitete Gebäude befindet sich auf dem Hochschulcampus und wird „Bau 5“ genannt. Im Kontext der Stadt erscheint das Gelände isoliert vom Stadtzentrum und wirkt wie eine von großen Straßen begrenzte Insel. Es ist weder mit dem Stadtzentrum noch mit dem angrenzenden Wohngebiet verbunden. Große und stark befahrene Straßen schneiden den Campus von seiner Umgebung ab. Außerdem weisen die Gebäude nicht die hohe Dichte auf, die man in einem städtischen Gebiet in der Nähe des Stadtzentrums erwartet. Die meisten der umliegenden Gebäude sind massiv aus Ziegeln oder Beton gebaut.

Team:	coLLab <a href="http://www.collab.hft-stuttgart.de">www.collab.hft-stuttgart.de</a>
Universität:	Hochschule für Technik Stuttgart
Herkunft:	Stuttgart
Situation:	Aufstockung und Sanierung
Verortung:	Breitscheidstraße 2, 70174Stuttgart
Geschosse DC:	6
Grundfläche DC:	1379 m²
Fläche/Person DC:	23 m²
Lichte Raumhöhe DC:	2,75 m
Bewohner:innen DC:	40 Personen

## Aktuelle städtebauliche Situation

Der HFT-Campus lässt sich als ein Arrangement verschiedener Gebäude beschreiben, von denen einige qualitative städtebauliche Situationen schaffen, während andere durch überdimensionierte Straßen und Parkplätze voneinander getrennt sind. Die einzelnen Gebäude funktionieren eher für sich allein und haben wenig Bezug zueinander. Nach den Vorlesungen um 19 Uhr ist der Campus mitten in der Stadt oft ein einsamer Ort, da Mitarbeiter:innen, Professor:innen und Studierende weder auf dem Gelände wohnen noch ihre Freizeit dort verbringen und deshalb nach Hause gehen.



Abb. 27: Vogelperspektive Campus

Städtebaulich bildet der Bau 5 den Abschluss des Campus und ist auf die beiden Hauptgebäude ausgerichtet. Dazwischen liegt ein großer Parkplatz. Im Gegensatz zu den umliegenden Gebäuden ist der Bau 5 sehr schmal und lang, fügt sich aber städtebaulich gut in das Ensemble ein. Auf der Ostseite grenzt ein niedrigeres Gebäude mit einer fast identischen Fassadenstruktur direkt an den Park. Auf der gegenüberliegenden Seite der Hauptgebäude befinden sich ein Parkhaus und zwei weitere Universitätsgebäude. Der Campus wird durch eine große Straße geteilt, die überquert werden muss, um zu Vorlesungssälen und Arbeitsstudios zu gelangen.

Großes Potenzial liegt in den öffentlichen Bereichen, die den Campus um ein vielfältiges Nutzungsangebot ergänzen können. Ziel ist es, ein lebendiges und urbanes Quartier zu schaffen, in dem gearbeitet und gelernt, aber auch gelebt wird, dadurch dass der Campus um Konzepte des urbanen Wohnens ergänzt wird. Um dies zu erreichen, müssen nicht nur Wohnraum, sondern auch neue Nutzungen

und vielfältige Dienstleistungen geschaffen werden, die unterschiedliche Personengruppen anziehen. Durch die Reaktivierung und Nutzung des Platzes vor dem Bau 5 soll der Campus zu einem fußgänger- und fahrrad- statt autofreundlichen Ort werden und die Vernetzung zu angrenzenden Gebäuden fördern. Das Erdgeschoss soll sich nach außen öffnen und Blickbeziehungen von innen nach außen ermöglichen. Im Bestandsgebäude sind Orte wie offene Werkstätten, Co-Working-Büros und Cafés denkbar.

### Städtebauliche Einbindung

Derzeit ist die Nutzung von Bau 5 auf Lehre, Forschung und Verwaltung beschränkt. Im Zuge der Renovierung des Bestandes soll eine Vielzahl von Nutzungen ermöglicht werden. Das Gebäude wird in Zukunft nicht nur Platz für Wissenschaft bieten, sondern auch ein Haus der Innovation, ein Ort des Austausches und der sozialen Interaktion sein. Zudem wird die Aufstockung neue Anreize schaffen: Wohnen und Studieren auf dem Campus im Stuttgarter Zentrum. Die Erweiterung des Bestandes um zwei Geschosse bietet Wohnraum für bspw. Studierende, kleine Familien, Rentner, Singles und all diejenigen, die von einer lebendigen Nachbarschaft profitieren möchten. Auch temporäres Wohnen, bspw. für Gastdozent:innen, ist denkbar.

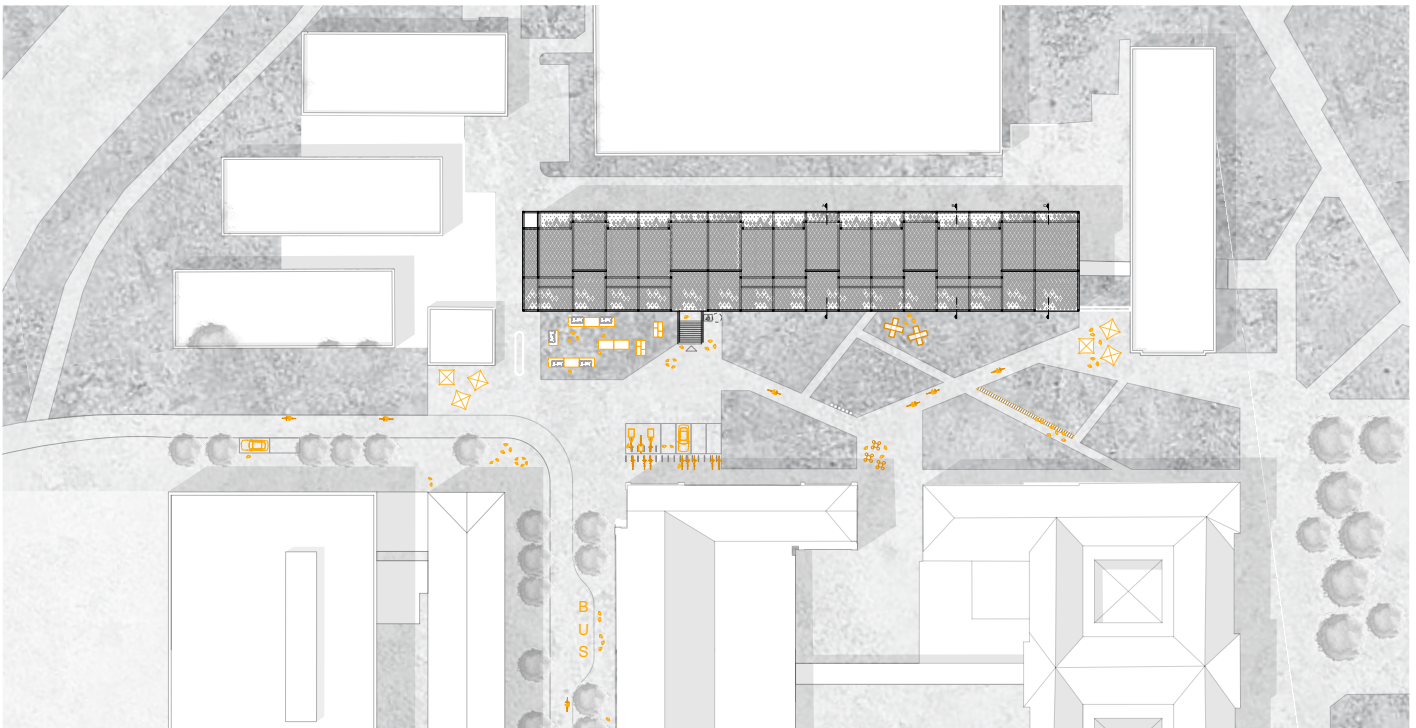


Abb. 28: Dachaufsicht und Umgebung HFT Campus

Um diese Vision zu verwirklichen, werden verschiedene bauliche Maßnahmen auf dem Campus und vor dem Bau 5 durchgeführt.

Der derzeit bestehende Parkplatz vor dem Gebäude 5 wird nicht vollständig wegfallen, da in naher Zukunft ein gewisser Platzbedarf für Mitarbeiterfahrzeuge besteht. Dabei wird ein Minimalbedarf an Parkplätzen festgelegt und der verbleibende Parkraum dem öffentlichen zugewiesen. Der angrenzende städtische Garten soll zum Campus hin erweitert und ein fließender Übergang zu den Grünflächen geschaffen werden. Es entsteht eine große Freifläche, die nun neu genutzt werden kann.

Dabei werden sowohl kurzfristige Maßnahmen als auch langfristige Ziele für die Umgestaltung des öffentlichen Raumes angestrebt. Vor allem Studierende sollen direkt mit in die Umgestaltung eingebunden



werden, indem sie intelligente Campusmöbel entwerfen, bauen und diese nutzen. Einige Möbel wurden bereits umgesetzt und stehen auf dem Campus. Diese sind begrünt, bieten Sitzmöglichkeiten und laden E-Bike-Akkus mit Solarstrom. Außerdem sollen lokale Initiativen die Möglichkeit erhalten, den Außenraum durch bspw. Street Art, mobile Begrünung oder öffentliche Aktionen zu bespielen.

Im Übrigen wird ein Mobilitätskonzept einbezogen. Derzeit entsteht vor dem Bau 5 ein Mobility Hub, der künftig Ladestationen für E-Bikes und Parkmöglichkeiten bieten wird. Weitere Fahrradabstellplätze, E-Auto-Ladestationen und Sharing-Angebote sind geplant und werden in den Stadtraum integriert. Außerdem sollen überdimensionierte Straßen verjüngt und die freie Fläche umgestaltet werden, wodurch mit einem Rückgang des motorisierten Individualverkehrs zu rechnen ist.

Diese Maßnahmen führen dazu, dass an der Südwestseite des Baus 5 eine Art Eingangssituation entsteht. Die vier angrenzenden Gebäude bilden einen städtischen Platz, der durch Grünflächen, Sitzgelegenheiten und Mobilitätsknoten zu einem lebendigen Auftakt des Campusgeländes wird. Dieser Bereich wird als gemeinsamer Raum definiert, in dem sich alle Verkehrsteilnehmer:innen gleichberechtigt bewegen können und in dem es zu vielfältigen Interaktionen kommen kann.



Abb. 29: Visualisierung Design Challenge

## Umnutzung

Das Erdgeschoss von Bau 5, das über einen Außenplattformlift barrierefrei erreichbar ist, wird für die gemeinschaftliche Nutzung geöffnet. Die Stahlbetonskelettkonstruktion ermöglicht es, den im Bestandsgebäude vorhandenen dunklen Gang zu öffnen und in drei offene Zonen zu unterteilen.

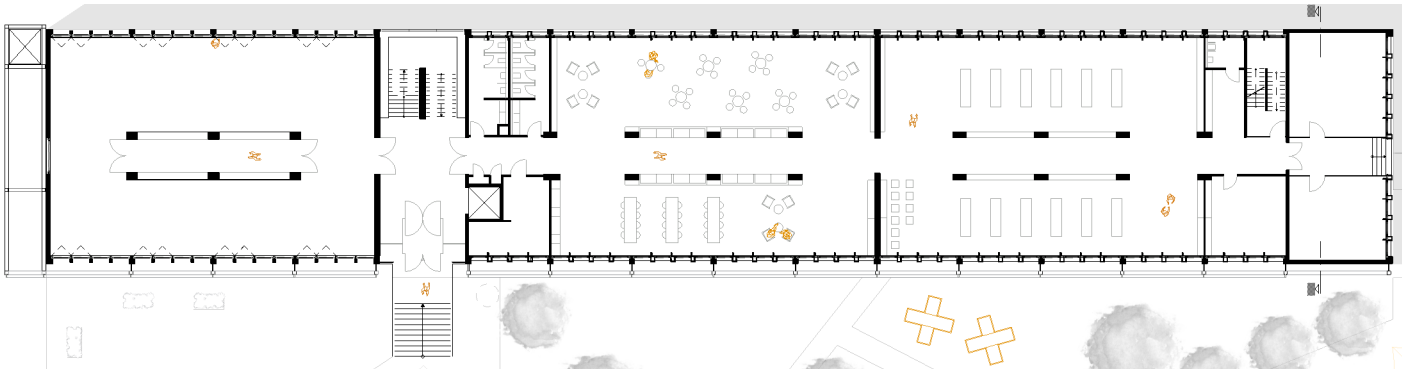


Abb. 30: Grundriss Erdgeschoss – Bestand 1:500

Der Teil auf der linken Seite dient als eine Art Gewächshaus, die sogenannte „PflanzBar“. Mit Hilfe eines Hydroponiksystems kann das ganze Jahr über Gemüse, Kräuter oder Pilze angebaut und geerntet werden. Der vertikale Anbau der Produkte ermöglicht es, jeden Quadratmeter hocheffizient zu nutzen und so einen großen Ertrag zu erzielen. Das Gewächshaus profitiert von der überschüssigen Energie, die durch die Solarfassade erzeugt wird und zum Betrieb der LED-Pflanzenleuchten genutzt werden kann. Auch das gesammelte Regenwasser wird für die „PflanzBar“ Verwendung finden.

Neben der PflanzBar wird ein Sharing-Café, die „TeilBar“, eingerichtet. Hier können die im Gewächshaus angebauten Produkte gelagert, verarbeitet und verzehrt werden. Außerdem können übrig gebliebene Produkte von nahe gelegenen Supermärkten, Bäckereien oder Restaurants geteilt werden. Neben der TeilBar befindet sich die „ReparierBar“. Hier können die Bewohner:innen und Besucher:innen gebrauchte Möbel reparieren, umbauen oder tauschen. Außerdem bietet die offene Werkstatt Raum für handwerkliche Arbeiten und gemeinschaftliche Projekte.

Im Untergeschoss wird eine Lagerfläche geschaffen, zudem gibt es Platz für Technik und Rechenzentren.

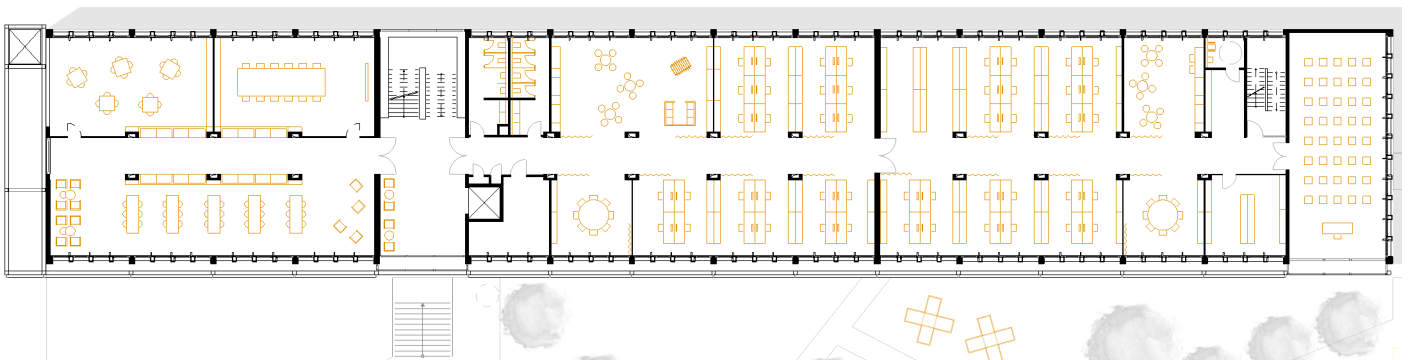


Abb. 31: Grundriss 3. Obergeschoss – Bestand 1:500

Die Büroflächen in den Obergeschossen sollen in Zukunft flexibel auf verschiedene Arbeitsszenarien reagieren. So können unterschiedliche Nutzer:innen die Büroflächen ihren Bedürfnissen entsprechend anpassen und bei Bedarf weitere Flächen hinzubuchen. Der bisher dunkle Mittelgang wird aufgelöst und großzügige, helle Open-Space-Büroflächen entstehen. Neben diesen offenen kommunikativen Räumen gibt es einzelne kleinere Büros, die für Meetings oder sehr konzentriertes Arbeiten gebucht werden können.



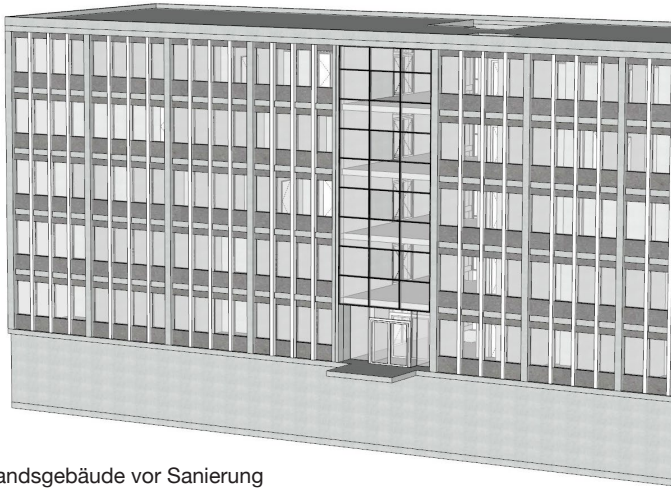


Abb. 32: Bestandsgebäude vor Sanierung

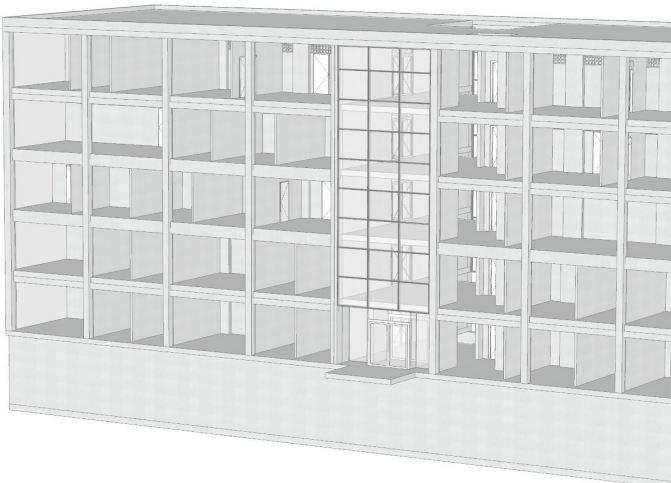


Abb. 33: Entfernen der nichttragenden Fassadenstruktur

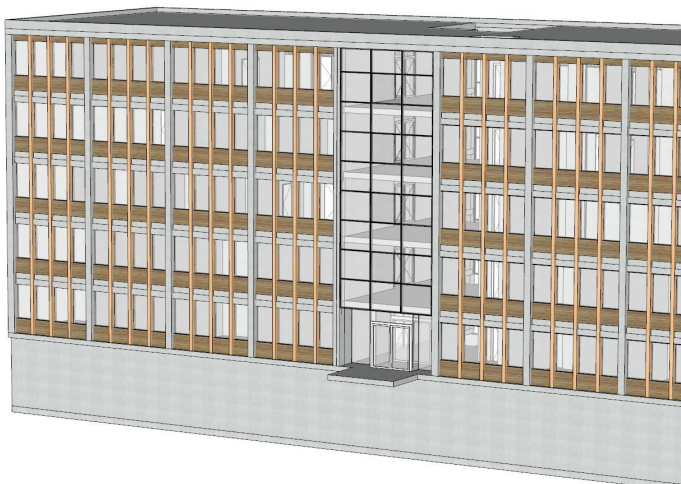


Abb. 34: Einsetzen der neuen Fassadenelemente aus Holz

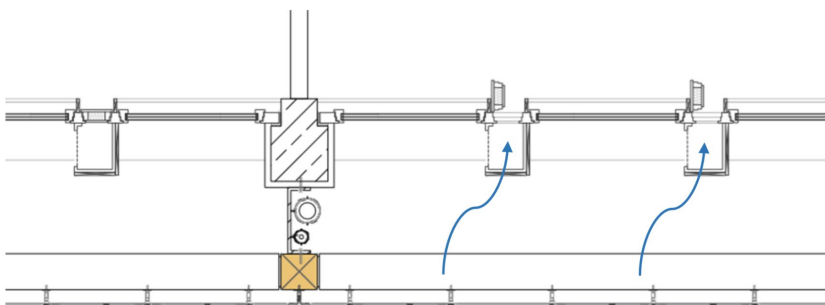


Abb. 35: Neue Lisenen mit Lüftungsklappen

## Energetisches Sanierungskonzept

Das Bestandsgebäude wird renoviert, um den Energieverbrauch zu senken, den thermischen Komfort zu verbessern, aber auch die Qualität der Räume anzuheben. Insbesondere muss dabei die alte Betonfassade, die viele Wärmebrücken aufweist, kernsaniert werden. Ziel ist es den Wärmedurchgang zu verringern, dabei jedoch das Aussehen der alten Fassade zu erhalten. Die vertikalen Gliederungselemente und horizontalen Decken verleihen diesem Gebäude einen einzigartigen Charakter, der durch eine dicke, außenliegende Wärmedämmung zerstört würde.

Die Sanierungsmaßnahme sieht daher einen kompletten Austausch der Bestandsfassade gegen modular vorgefertigte Holzbaulemente vor. Zunächst werden dazu die weißen, nicht tragenden Betonpfeiler, die alten Fenster und Balustraden entfernt. Nur die tragenden Stützen und Decken bleiben erhalten. Das entstandene leere Raster wird mit den neuen, vorgefertigten Elementen ausgebaut. Diese werden in Holzständerbauweise gefertigt, sind also vergleichsweise leicht und weisen einen guten Dämmwert auf. Dadurch wird das Gewicht des gesamten Gebäudes verringert, sodass weitere Reserven für die beiden zusätzlichen Stockwerke entstehen, die im Anschluss an die Sanierung aufgesetzt werden. Die für die Struktur des Gebäudes erforderlichen Stützen werden mit einem speziellen Aerogel-Putz von innen gedämmt. Dadurch wird der Wärmedurchgang durch die Betonteile verringert. Die neue Holzfassade wird zusätzlich zur Integration von technischen Anlagen genutzt. In die neuen Pfeiler werden Lüftungsflügel eingebaut, durch die Frischluft in die Räume strömen kann. Sie öffnen sich, wenn es im Innenraum zu warm wird oder die  $\text{CO}_2$ -Konzentration einen kritischen Wert erreicht.

Vor den beiden Treppenhäusern werden als weiterer Bestandteil des Sanierungskonzepts zwei gläserne Solarkamine installiert. Durch die natürliche Thermik innerhalb eines Kamins kann ein geringer Unterdruck im Gebäude erzeugt werden, so dass die Luft aus den Räumen über einen Hauptkanal und durch die Kamine aus dem Gebäude strömt. Durch diese Maßnahme wird die natürliche Belüftung verbessert, und Energie wird nur noch für die Steuerung der Lüftungsflügel in der Fassade und in den Solarkaminen verbraucht. Im Vergleich zu einer konventionellen Lüftungsanlage werden so bis zu 20 MWh Strom pro Jahr eingespart.

## Aufstockung

Die geplante Aufstockung versteht sich als eine Erweiterung des bestehenden Gebäudes, die nicht als Fremdkörper gedacht ist, sondern in Symbiose mit dem Bestand und dem sozialen Umfeld steht. Die Besonderheit des Entwurfs ist, dass die Aufstockung nicht nur auf dem gewählten Bau 5 funktioniert, sondern auch auf ähnliche Bestandsstrukturen übertragen werden kann, wobei sie dann jeweils gestalterisch angepasst werden kann und muss.

Aus dieser Anforderung wird eine architektonische Grundkonstruktion entwickelt, das sogenannte „Grid“. Dabei handelt es sich um ein konstruktives Holzskelett, das in seiner Größe an das bestehende Gebäude und dessen Tragstruktur anpassbar ist und die Grundstruktur der Aufstockung vorgibt. Das Grid übernimmt verschiedene Funktionen.

Es formt die Wohnmodule: Wandscheiben werden aneinandergereiht, sodass ein- oder zweistöckige Wohnmodule für eine bis drei Personen entstehen. Um eine Zonierung und private Adressierung zu schaffen und den Block aufzulockern, werden die einzelnen Module im Raster des Grids zueinander verschoben.

Auch die Grün- und Freiflächen orientieren sich an der Struktur des Grids. Sie sind den Wohneinheiten vorgelagert, zur Südseite hin orientiert und stärken Blickbeziehungen zum Campus und dem angrenzenden Stadtgarten. Diese Flächen bieten einerseits Privatsphäre, andererseits Orte der Kommunikation und erzeugen eine spannende Verflechtung der beiden Ebenen.

Die Erschließung befindet sich nördlich der Wohneinheiten und ist ebenfalls an das Grid angeschlossen. Die Treppenhäuser des Bestandsgebäudes werden verlängert und führen direkt zum Laubengang an der Nordseite. Der Zugang dient auch als Fluchtweg, weshalb der südliche Teil ohne die Schaffung verschiedener Brandabschnitte auskommt und damit flexibel gestaltbar ist.

Das Grid bestimmt maßgeblich das Erscheinungsbild der Außenbereiche und der Fassade. Hinter dem Grid verlaufen die Leitungen der Aufstockung. Davor ist die Fassade befestigt, eine Seil-Netz-Konstruktion, die mit organischen Photovoltaikmodulen (OPV-Module) belegt ist. Diese sehr leicht wirkende und lichtdurchlässige Fassade wird über die bestehende Fassade gestülpt.

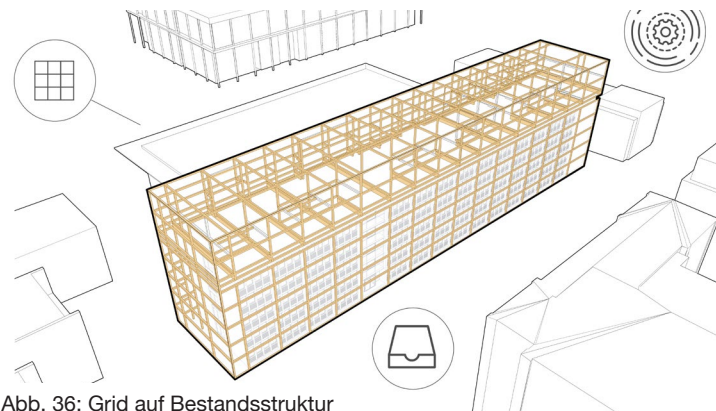


Abb. 36: Grid auf Bestandsstruktur

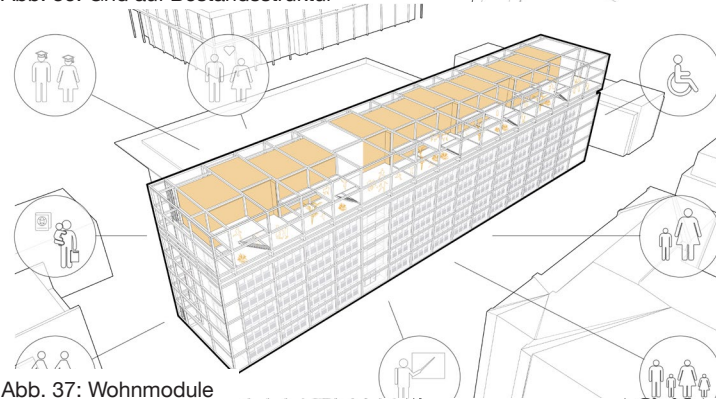


Abb. 37: Wohnmodule



Abb. 38: Grün- und Freiflächen

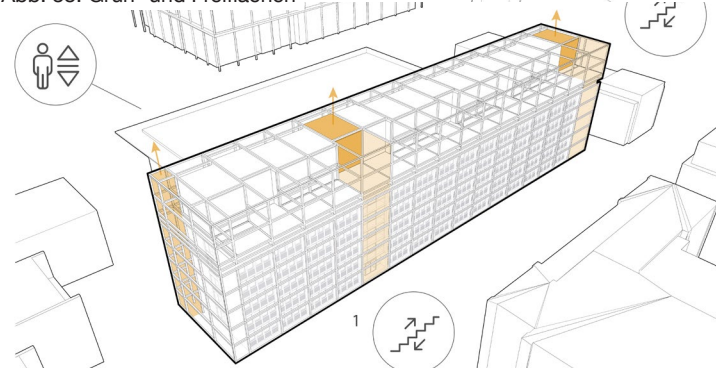


Abb. 39: Erschließung über bestehende Treppenhäuser

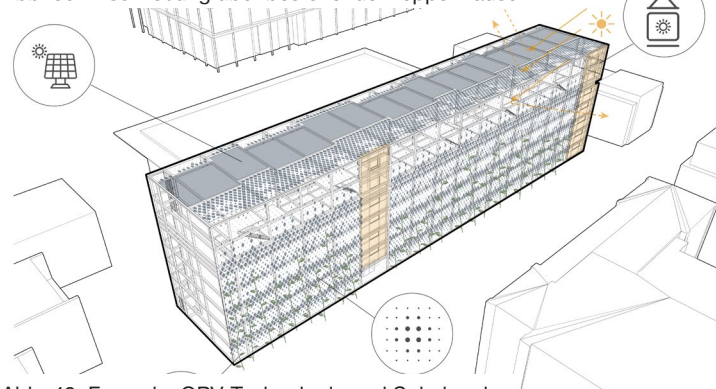
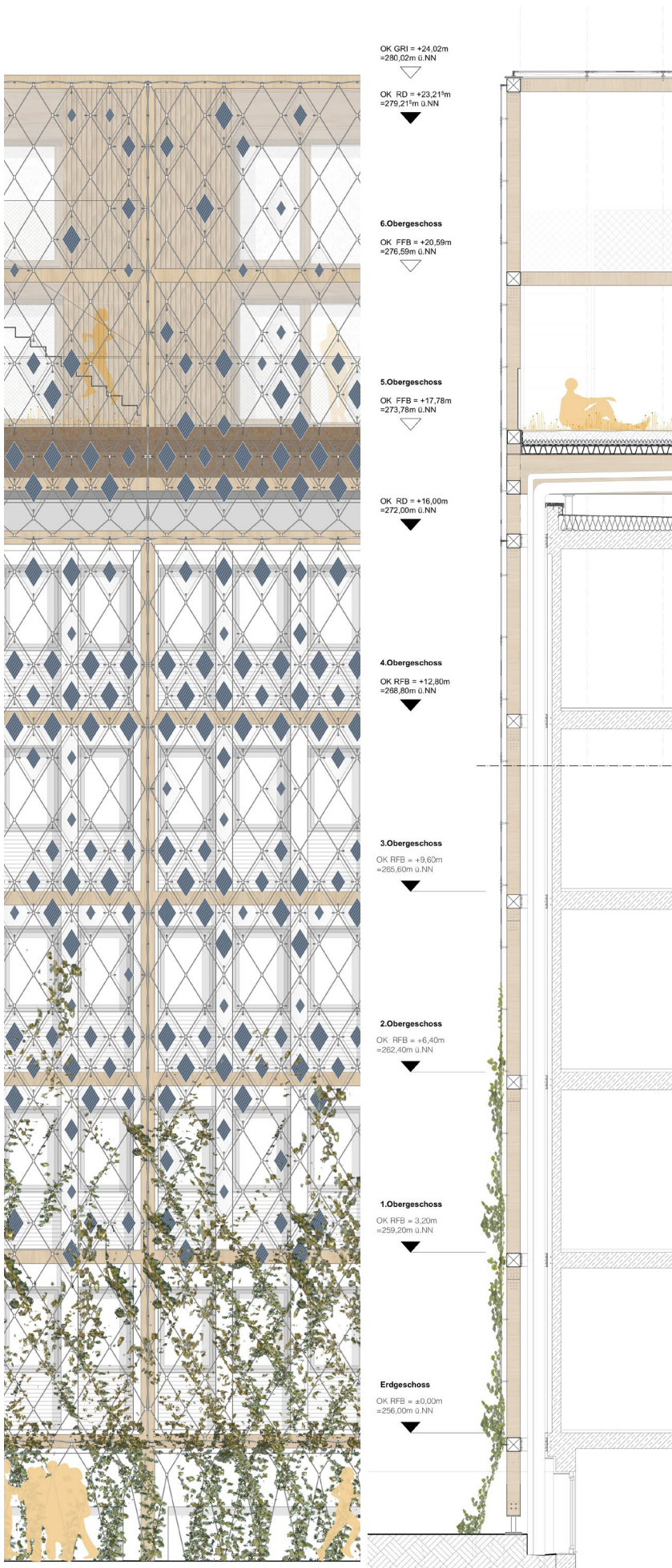


Abb. 40: Fassade, OPV-Technologie und Solarkamin





## Fassade

Ein besonderes Merkmal der Aufstockung ist die Fassade. Das Grid erstreckt sich vor der Fassade des Erdgeschosses bis zu den Wohneinheiten der Aufstockung, wodurch eine optische Verbindung zwischen der Erweiterung und dem bestehenden Gebäude entsteht. An diesem Holzgitter ist ein Netz aus Drahtseilen befestigt, das mit rautenförmigen, lichtdurchlässigen sogenannten organischen Photovoltaikmodulen bedeckt ist. Die OPV-Module bestehen aus organischen Halbleitern auf Polymerbasis, die auf eine dünne Folie „gedruckt“ werden. Damit können OPV-Module in allen Größen und Formen hergestellt werden. Zum Schutz vor äußeren Einflüssen wird die Folie dann zwischen zwei Polycarbonatscheiben laminiert und in das Netz eingehängt.

Die Maßnahmen zur Energiegewinnung und -einsparung sind sichtbar in die Architektur und das Erscheinungsbild integriert und zeigen eine innovative Lösung, wie Solararchitektur funktionieren kann. Die Fassade hat zusammen mit den OPV-Modulen verschiedene Funktionen zu erfüllen. Sie dienen der Verschattung (sommerlicher Wärmeschutz), müssen gleichzeitig ausreichend Licht durchlassen, um im Winter Solargewinne zu erzielen und Ausblicke zuzulassen, sowie einen gewissen Energieertrag liefern.

Um diese drei Anforderungen zu erfüllen, wurde ein Software-Tool entwickelt, das die optimale Ausrichtung und Platzierung der Module simuliert und berechnet. Daraus ergeben sich das standortspezifische Aussehen der Fassade und in unserem Fall drei verschiedene Größen von OPV-Modulen.

Die Simulationen zeigen, dass die Sonneneinstrahlung in den unteren Stockwerken des bestehenden Gebäudes nicht ausreicht, um die OPV-Module dort sinnvoll einzusetzen. Daher werden die unteren Stockwerke begrünt, um Schatten zu spenden und um von den Vorteilen einer innerstädtischen Fassadenbegrünung zu profitieren.

Das Simulationstool kann auch auf andere Bestandsstrukturen angewendet werden, auf deren Ausrichtung, Standort und Anforderungen reagieren und ein ortsspezifisches Fassadenbild erzeugen. Mehr dazu wird im Kapitel Energiekonzept beschrieben.

Abb. 41: Ansicht und Schnitt Fassade – maßstabslos

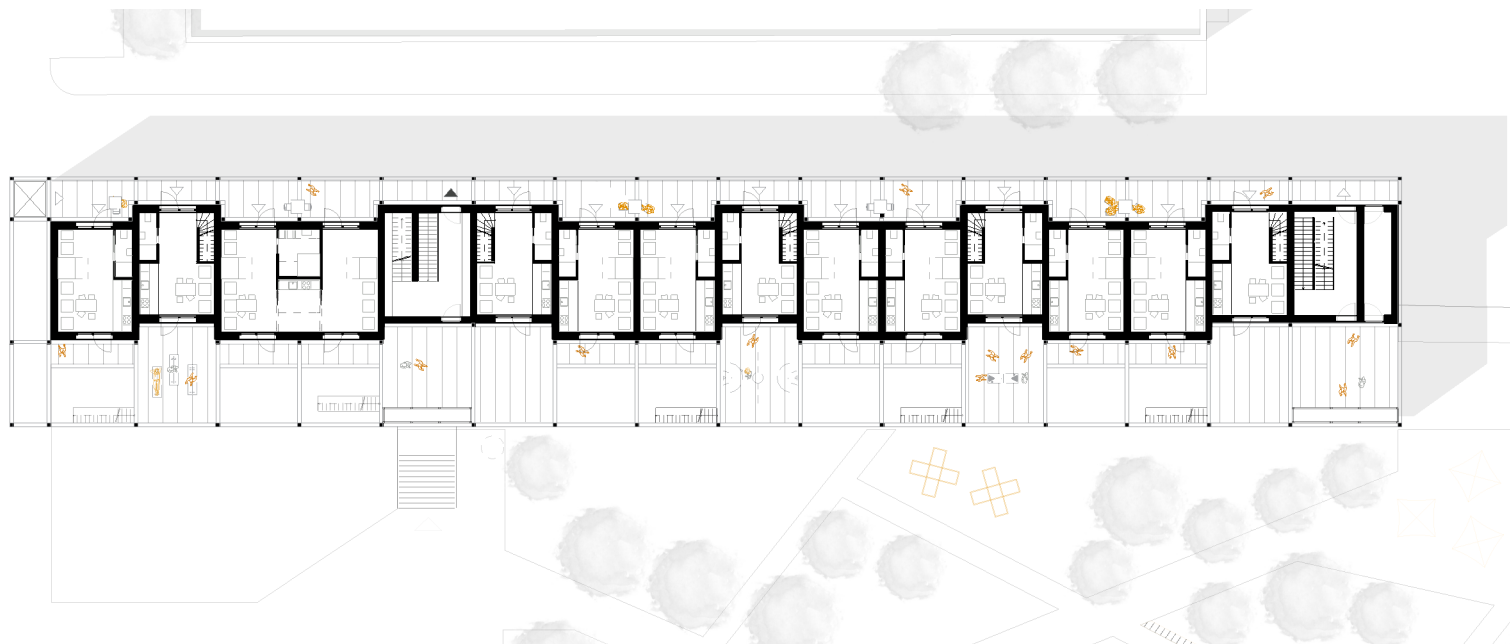


Abb. 42: Grundriss 5. Obergeschoss – Aufstockung 1:500

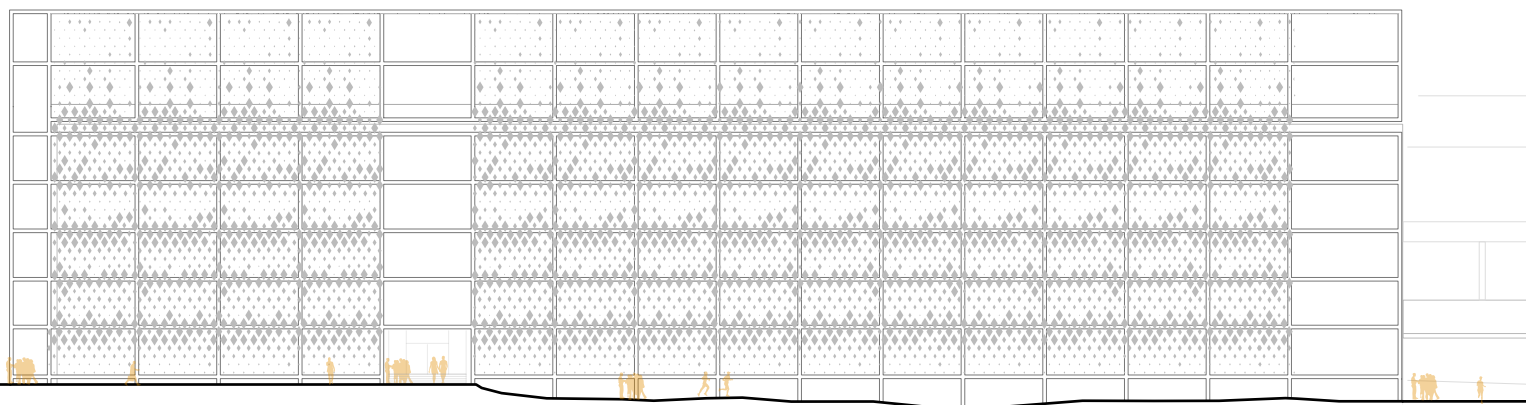


Abb. 43: Längsschnitt 1:500



Abb. 44: Querschnitt 1:500





Abb. 45: Grundriss 6. Obergeschoss – Aufstockung 1:500



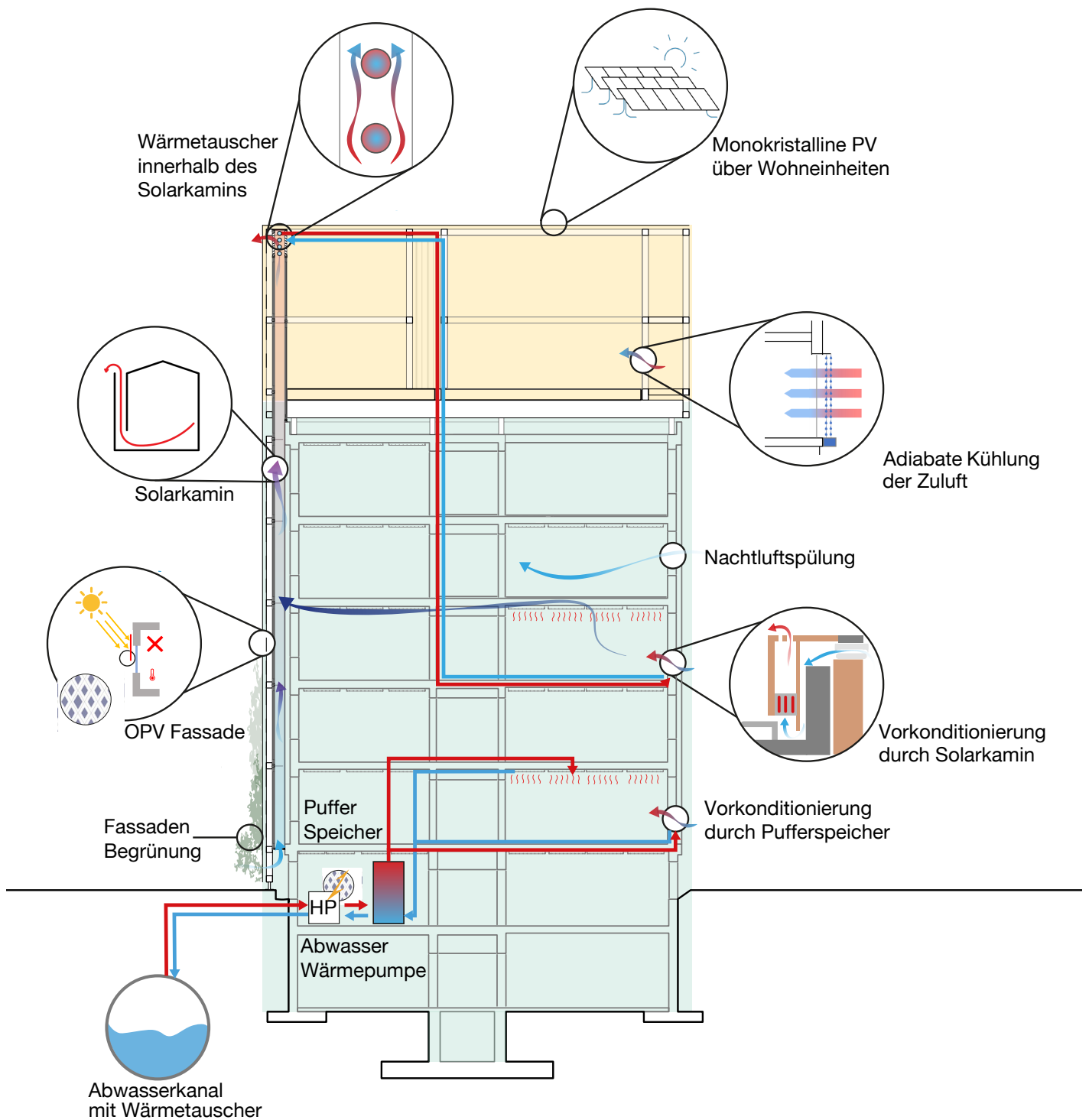


Abb. 46: Energiekonzept – schematischer Schnitt

## Energiekonzept

### Solarenergie-Nutzung mittels OPV-Fassade

Ein besonderes Augenmerk wurde auf die Integration des Energiekonzepts gelegt. Aus architektonischer Sicht wird dieses nicht versteckt, sondern bestimmt die Ästhetik des Gebäudes. An der Fassade und auf dem Dach im Bereich der Gemeinschaftsflächen wird am Grid ein Edelstahlseilnetz befestigt, das mit einzelnen rautenförmigen OPV-Zellen belegt wird.

Während die auf dem Flachdach aufgeständerten monokristallinen PV-Kollektoren in Kombination mit dem Batteriespeichersystem auf eine maximale Eigenstromerzeugung und hohe Wirtschaftlichkeit ausgelegt wurden, übernehmen die in das Seilnetz eingehängten OPV-Zellen, wie im Abschnitt „Fassade“ beschrieben, eine wichtige gestalterische Aufgabe sowie zusätzlich die Funktion als Beschattungselement. Mit ihrem hohen Leistungsgewicht sind sie die ideale Technologie für Aufstockungen. Der derzeit noch vergleichsweise niedrige Wirkungsgrad soll durch weitere Forschung in den nächsten Jahren von ca. 3 bis 4 % auf bis zu 15 % gesteigert werden. Ebenso sind noch deutliche Fortschritte in der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung zu erwarten.

Um die optimale Anordnung in Bezug auf den Innenraumkomfort und Energiebedarf zu finden, wurde im Rahmen einer Bachelorarbeit eine parametrische Simulationsmethodik entwickelt. Die technische Umsetzung wurde mittels TRNSYS und der TRNLizard-Schnittstelle des visuellen Skripteditors Grasshopper programmiert und dient zur Optimierung des Entwurfs in Bezug auf Tageslicht, Energiebedarf und Überhitzungsstunden. Die OPV-Technologie bietet in diesem Projekt den Vorteil, dass die Zellen in nahezu jeder beliebigen Größe und Formgebung gefertigt werden können und somit eine optimale Abstimmung der Zellgeometrien mit dem Fassadennetz entwickelt werden konnte. Für die Projektumsetzung wurden in einer Vorauswahl drei verschiedene Zellgrößen definiert, die dann unter an-

derem als Eingangsparameter für die Simulation dienten.

Bei vorhandener solarer Einstrahlung wird vorrangig der bestehende Eigenbedarf des Gebäudes direkt gedeckt. Übersteigt der solare Ertrag den Eigenbedarf, wird der Überschuss der Batterie zur späteren Nutzung gespeichert. Erst wenn die Batterie voll ist, wird der Strom ins Netz eingespeist. Eine erhöhte Eigenverbrauchsquote des Solarstroms reduziert die dezentrale Einspeisung von Energie in das Netz während der Spitzenlastzeiten. Dadurch wird der Regelernergieaufwand zur Aufrechterhaltung der 50-Hz-Sollfrequenz im Netz reduziert. Kann der Bedarf des Gebäudes nicht über die Batterie oder den Direktverbrauch gedeckt werden, wird Strom aus dem Netz entnommen.

### Raumheizung und Brauchwassererwärmung

Für das Heizsystem wird auf Abwasserwärmepumpen gesetzt, die heizenergiebedarfsgesteuert betrieben werden, wodurch auf große Pufferspeicher verzichtet werden kann. Zwei Wärmepumpen arbeiten parallel. Bei kleineren Lasten läuft nur eine Wärmepumpe, bei höheren Lasten sind beide in Betrieb. Der Hauptabwasserkanal in der Nähe von Bau 5 dient als Umweltwärmequelle für eine Wärmepumpe. Da die Temperatur des Abwassers das ganze Jahr konstant bei ca. 12 °C liegt, kann selbst an kalten Tagen mit hoher Last eine Leistungszahl von etwa sieben erreicht werden. Die Spitzenlasten werden durch die vorhandene Fernwärme abgedeckt.

Die Wärmeverteilung erfolgt im Bestand über Deckenstrahlplatten und in der Aufstockung über eine Fußbodenheizung. Zur Deckung des Warmwasserbedarfs im Gebäude werden dezentrale Frischwasserstationen in den Wohneinheiten platziert.

Auch für diese Auslegung wurde eine parametrische Studie mit unterschiedlichen Wärmepumpen- und Wärmespeicherkapazitäten durchgeführt und die Ergebnisse wurden im Hinblick auf die CO<sub>2</sub>-Emissionen über den Lebenszyklus und im Betrieb verglichen.

## Passives Lüftungskonzept

Das Low-Tech-Lüftungssystem für die Bestandssanierung nutzt dezentrale Fensterfalzlüfter, um ganzjährig einen hygienischen Luftwechsel zu gewährleisten. Diese Falzlüfter werden mit integrierten Wärmetauschern als Heizelement kombiniert, um die Zuluft im Winter vorzuwärmen (Schema links: „Vorkonditionierung durch Pufferspeicher“ und „Vorkonditionierung durch Solarkamin“). Ein integrierter Solarkamin dient der natürlichen Abfuhr der Luft aus dem Gebäude durch thermischen Auftrieb. Vor dem Auslass des Solarkamins ist ein Luft-Wasser-Wärmetauscher angebracht, der über ein Kreislaufverbundsystem mit dem Zuluft-Heizelement verbunden ist, um die Zuluft in ausgewählten Räumen vorzukonditionieren. In den übrigen Räumen wird das Vorkonditionierungselement mit warmem Wasser aus dem Pufferspeicher versorgt. In den Übergangszeiten und im Sommer wird der Wärmetauscher im Solarkamin überbrückt und die natürliche Lüftung verstärkt. Die vertikalen Gliederungselemente der Bestandsfassade werden durch vertikale Lüftungsklappen ersetzt, die eine nächtliche Frischluftspülung ermöglichen, ohne die Sicherheit des Gebäudes durch offenstehende Fenster zu gefährden (vgl. Abbildung Kapitel „Energetisches Sanierungskonzept“).

Die Wohnmodule der Aufstockung erlauben eine Querlüftung durch öffenbare Fensterflügel und sind nicht an den Solarkamin angeschlossen. Im Sommer wird die Zuluft zusätzlich mit einem Wasservorhang aus schmalen benetzten Polyamid-Fäden vor dem Fenster adiabatisch gekühlt.





Abb. 47: Foto Nicolai Rapp



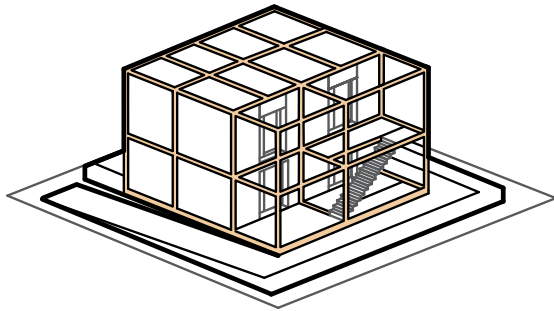


Abb. 48: Konstruktives Holzskelett – Grid

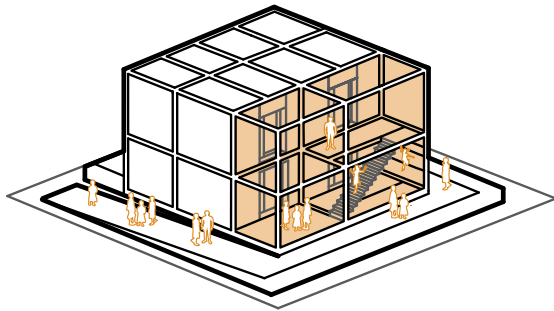


Abb. 49: Vier Module mit Außenraum

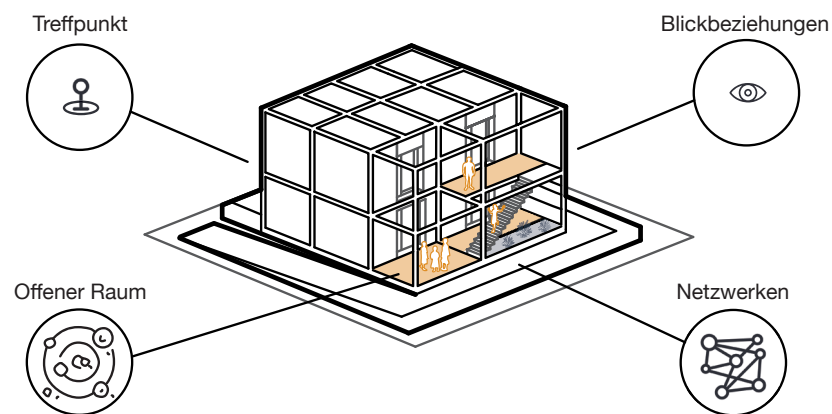


Abb. 50: Grün- & Freiflächen

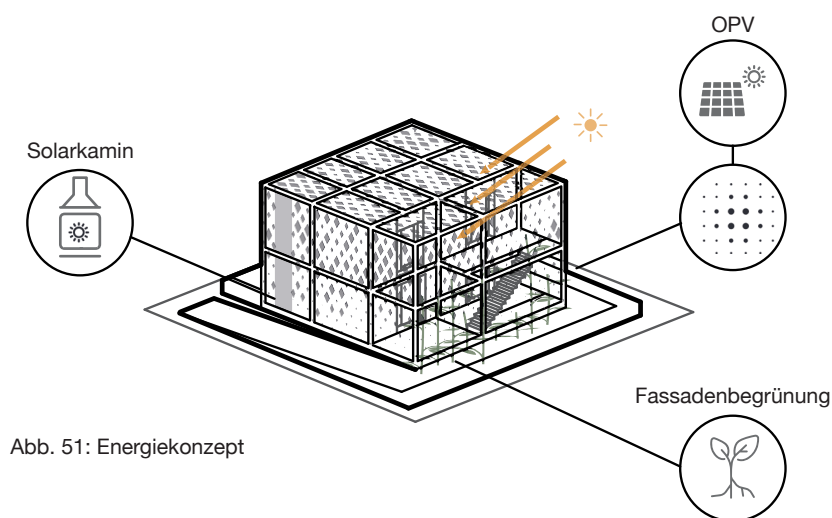


Abb. 51: Energiekonzept

## Building Challenge

Auf Grundlage der Design Challenge wird die sogenannte Housing Demonstration Unit (HDU) entwickelt. Das Grid formt die Hülle und definiert die Tragstruktur (Abb. 48). Die zweigeschossige HDU besteht aus vier Modulen (Abb. 49). Während drei Module eine große Projektausstellung zeigen, wird im vierten und letzten Modul eine Wohneinheit fertig ausgebaut, ähnlich einem Musterhaus. Wie auch im Gesamtkonzept sind den Wohnungen auf zwei Ebenen Grün- und Freiflächen vorgelagert (Abb. 50). Den räumlichen Abschluss der HDU bildet die Solarfassade – eine Seil-Netz-Konstruktion mit organischen Photovoltaikmodulen –, die an drei Fassadenseiten und auf dem Dach am Grid montiert werden (Abb. 51). Die Solararchitektur ist sichtbar in das Erscheinungsbild integriert und wird den Besucher:innen durch verschiedene interaktive Angebote innerhalb der HDU nähergebracht. Wie im Gesamtkonzept ist auch eine bodengebundene Fassadenbegrünung vorgesehen, die entlang der Seil-Netz-Konstruktion rankt.

## Architektur/Integrales Konzept

Die HDU wird über eine Rampe im Norden erschlossen, die den Weg vom Bestandsgebäude über die Aufstockung zu den Wohneinheiten nachbildet. Zunächst fällt der über zwei Stockwerke ragende Solarkamin an der Westfassade auf, der an der Außenwand der Wohneinheit sitzt. Die Rampe führt die Besucher:innen einmal um das Gebäude herum, um Einblicke in die Frei- und Grünflächen zu ermöglichen und die Fassade von allen Seiten betrachten zu können. Der Zugang zum Gebäude befindet sich am Ende der Rampe im Norden und führt die Besucher:innen zum Ankunftsbereich im ersten Modul. In diesem ersten Ausstellungsraum werden allgemeine Ziele des Projekts erläutert und die Bestandssituation anhand eines großen städtebaulichen Modells vorgestellt. Von dort führen eine Treppe und ein Treppenlift in das Obergeschoss.

Dort angelangt, werden der architektonische Entwurf und die Design Challenge erläutert. Die beiden oberen Module sind durch eine Mittelwand mit seitlichen Durchgängen getrennt, die die Modularität und Zuschaltbarkeit der einzelnen Einheiten verdeutlicht. Es entsteht ein großer Ausstellungsraum, der das Konzept der Wohneinheit durch Materialität, Konstruktion und Anordnung widerspiegelt und erklärt. Dabei können die Besucher:innen mit den Ausstellungsinhalten

interagieren und die zehn Wettbewerbsdisziplinen entdecken. Eine Außentreppe verbindet die beiden Geschosse über die Grün- und Freiflächen. Der Rundgang über die Terrasse und den zweigeschossigen Luft-raum zeigt das Zusammenspiel zwischen den Geschossen und ermöglicht es, den Gemeinschaftsraum beim Durchschreiten aus vielen Blickwinkeln zu erleben. Auch die Solarfassade, die adiabate Kühlung sowie die Holzfassade können hier aus der Nähe betrachtet werden.

Zurück im Erdgeschoss, führt der Weg durch das letzte Modul, die voll funktionsfähige Wohneinheit. Diverse Nutzungen wie Wohnen, Kochen, Arbeiten oder Besuch werden hier demonstriert. Die HDU wird schließlich auf der nördlichen Seite verlassen.

### Wohneinheit

Die Module werden durch Aneinanderreihung von sogenannten Funktionswänden gebildet. Diese bestehen aus einer Zwischenwand, in die intelligent Möbel und Technikkomponenten integriert sind. So kann ein Bett ausgeklappt, ein Tisch ausgezogen oder können Stühle verstaut werden. Zwischen den Funktionswänden entsteht ein offener Raum, den die Bewohner:innen individuell gestalten können. Dieser Zwischenraum, der je nach Bestandsraster schmaler oder breiter ausfällt, erlaubt die Übertragbarkeit auf bestehende Gebäude mit unterschiedlichen konstruktiven Rastern.

Auf einer Seite des Raums liegen die vorgefertigten Bad- und Küchenmodule. Diese heben sich durch ein detailliertes Fugenbild optisch von der Wand ab. Gegenüberliegend befinden sich die Drehkorpen – Möbelkorpen, die sich um ihre eigene Achse drehen lassen. Dabei ist jeder Korpus für eine spezielle Funktion konzipiert: Ein Korpus dient zur Aufbewahrung von Kleidung, ein anderer kann zu einem Arbeitstisch ausgeklappt werden, in einem weiteren finden Bücher und persönliche Gegenstände Platz. So können in einem Raum viele verschiedene räumliche Situationen dargestellt und Funktionalitäten umgesetzt werden.

Die Korpen heben sich durch ihre schwebende Kugellagerung an einer Drehstange von der Raumhülle ab. Dadurch entsteht ein leichtes, lockeres Raumgefüge, das immer wieder andere räumliche Situationen schafft. Fugen zwischen den Möbelkorpen verstärken die Wirkung und ermöglichen es, den Raum in seiner ganzen Tiefe wahrzunehmen.

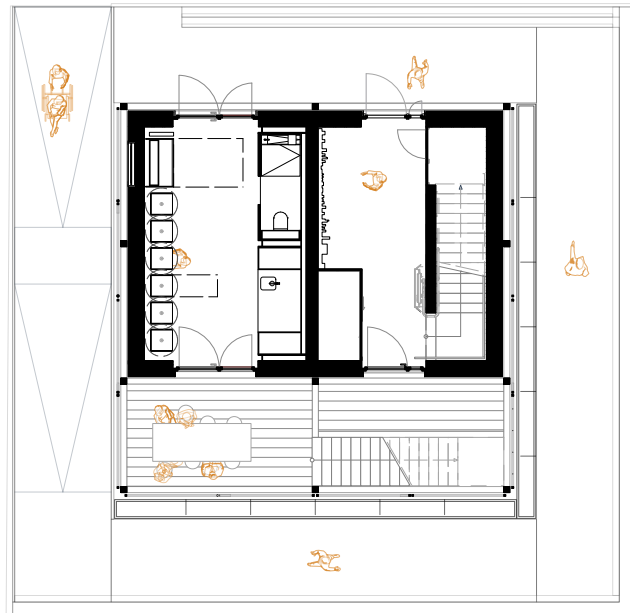


Abb. 52: Grundriss Erdgeschoss HDU – 1:200

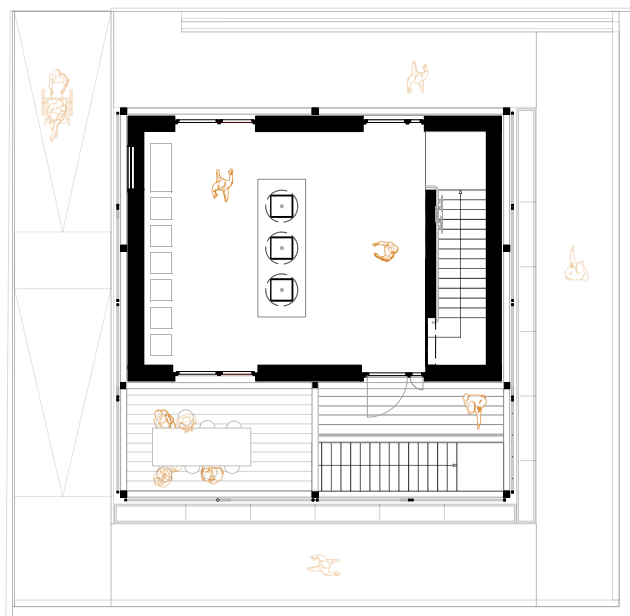


Abb. 53: Grundriss Obergeschoss HDU – 1:200



Abb. 54: Schnitt HDU – 1:200





Abb. 55: Innenraum Wohneinheit – Foto: Nicolai Rapp



Abb. 56: Küchennische



Abb. 57: Drehbare Möbelkorpen



## Ausstellung

Neben der fertig ausgebauten Wohneinheit befinden sich in den anderen drei Modulen Ausstellungsbereiche, die weitere Inhalte des gesamten Projekts präsentieren. Der Innenausbau dieser Bereiche wurde an den der Wohneinheit angepasst. Die Funktionswände werden mittels Materialwechsel angedeutet und bilden Nischen aus, in denen nun Inhalte gezeigt werden. So bekommen die Besucher:innen einen ersten Eindruck von dem innenarchitektonischen Konzept, noch bevor sie die Wohneinheit betreten.

Für die Ausstellungsmodule wurde ein szenografisches Leitsystem erarbeitet, das die Besucher:innen durch die HDU führt. Hier werden sowohl Inhalte des Gesamtentwurfs als auch Komponenten der HDU durch Infotexte erläutert und über Grafiken und Aufdrucke verbildlicht.

Das erste Modul im Erdgeschoss präsentiert den Besucher:innen ein großes Schwarzplanmodell der Stuttgarter Innenstadt und erklärt die städtebauliche Situation (Abb. 58). Hier werden Bestandsbauten in unmittelbarer Umgebung hervorgehoben, auf die potenziell mit demselben Konzept aufgestockt werden kann, was die Übertragbarkeit des Projekts verdeutlicht.

Über die Treppe im Obergeschoss angelangt, erwartet die Besucher:innen ein großes Wimmelbild (Abb. 59). Es zeigt städtebauliche Situationen aus Stuttgart und erzählt eine mögliche Geschichte der Stadt der Zukunft. Das Wimmelbild ist als eine Art Suchbild aufbereitet und soll somit auch Kindern spielerisch die Vision des Teams nahebringen. Das komplette Bild gibt es als „Stuttgarter Wimmelblatt“ auch zum Mitnehmen und Aufhängen für Zuhause.

Des Weiteren befindet sich an der Rückwand des Wimmelbilds ein „Hands-on“ der Drehkorpen. Dort können die Besucher:innen selbst ausprobieren, wie die Möbelkorpen funktionieren, und damit verschiedene Einrichtungsmöglichkeiten durchspielen.

Um das Aufstockungs- und Sanierungskonzept zu verdeutlichen, zeigt ein Explosionsmodell die einzelnen Ebenen des Bestandsgebäudes (Abb. 60).

Detailzeichnungen des Energiekonzepts und der Aufbauten der HDU runden den Ausstellungsbereich ab und vermitteln das Wissen, um die Wohneinheit und das Projekt als Ganzes zu verstehen.



Abb. 58: Schwarzplanmodell – Foto: Nicolai Rapp



Abb. 59: Wimmelbild – Foto: Nicolai Rapp



Abb. 60: Explosionsmodell – Foto: Nicolai Rapp





Abb. 61: Aufputz Elektroinstallation – Foto: Nicolai Rapp



Abb. 62: Badmodul mit Deckenbeleuchtung („Lichtdusche“) – Foto: Nicolai Rapp

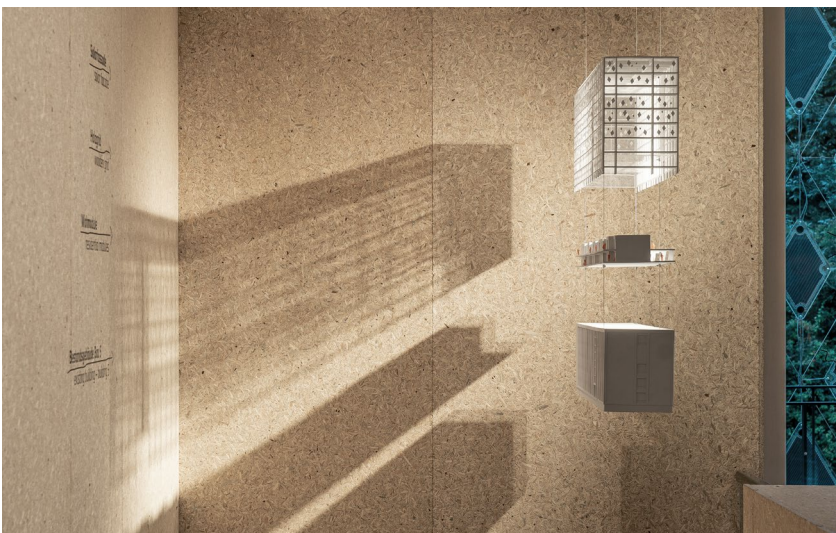


Abb. 63: Belichtetes Explosionsmodell – Foto: Nicolai Rapp

## Beleuchtungskonzept

Um besonders leicht, ressourcenschonend und wartungsfreundlich zu bauen, wird im Innenraum komplett auf die Installationsebene verzichtet. Folglich werden alle elektrischen Leitungen „Aufputz“ verlegt (Abb. 61). Auch in Bezug auf Rückbaubarkeit und sortenreine Trennung von Baumaterialien bietet die offene Elektroinstallation Vorteile.

Um den Strom zu leiten, wurde ein Tape auf Niederstromspannung entwickelt, das aus einem dünnen Zinkleiterband besteht. Dieses Tape kann flexibel an Decken und Wänden aufgebracht werden. Entlang des Tapes werden dann flexibel Leuchten – und zukünftig auch USB-Steckdosen – eingesteckt. Diese können perspektivisch über Magnete einfach platziert und wieder abgenommen werden.

Im Wohnmodul löst der Dreh- und Klappmechanismus der Möbelkorpen den Schalter bestimmter Leuchten aus. So werden bspw. beim Ausklappen des Schreibtischs die beiden darüberliegenden Leuchten angeschaltet. Folglich können die Leuchten entlang des Tapes einzeln und unabhängig voneinander angesteuert und programmiert werden. Entsprechend der Nutzung entsteht somit auch ein grafisches Bild entlang der Decken und Wände, das den Raum personalisiert.

Im Badmodul kommt ebenfalls eine spezielle Beleuchtung zum Einsatz. Dort wird mit einer Deckenleuchte eine „Lichtdusche“ erzeugt (Abb. 62). Durch Veränderung der Farbtemperatur und Beleuchtungsstärke wird der Körper in den Morgenstunden vitalisiert, wohingegen am Abend ein wärmeres Licht die Melatoninausschüttung unterstützt und das Einschlafen fördert (Human Centric Lighting).

Einzelne Ausstellungsgegenstände wie das Explosionsmodell werden mittels Strahler nochmal besonders hervorgehoben und in Szene gesetzt (Abb. 63).



Abb. 64: Ausstellungsbereich mit Holzwerkstoff-  
bekleidung – Foto: Nicolai Rapp



Abb. 65: Einlegeböden Drehkorpen



Abb. 66: Kautschukbodenbelag – Foto: Nicolai Rapp

### Holzwerkstoffplatte (ESB)

Die klimaneutral zertifizierte Holzwerkstoffplatte wurde als sichtbare Oberflächenbekleidung vor allem in den Ausstellungsbereichen eingesetzt. Dabei wurde die Platte einerseits in Verwendung als Deckenbekleidung grundiert und mit Lehmfarbe angestrichen. Andererseits wurde sie als Wandbekleidung montiert und dient als Grundlage für die Folienschnitte der Ausstellung.

Gegenüber herkömmlichen OSB-Platten besitzt sie einige Vorteile: Biegefestigkeit und E-Modul sind in beiden Richtungen gleich, außerdem verfügt sie über eine höhere Quersugsfestigkeit (ca. 40 % höher), aber eine niedrigere Quellung als OSB. Außerdem ist die Platte mit dem „Blauen Engel“ zertifiziert und vergleichsweise emissionsarm.

### LKW-Plane

Die Einlegeböden der Drehkorpen bestehen aus alter LKW-Plane (beschichtetes Polyestergewebe). Diese werden durch Schlitze in der Möbelwand gezogen und mit Hilfe eines Keders justiert und befestigt. Die Einlegeböden wurden in verschiedenen Ausführungen an der HFT Stuttgart entworfen und gefertigt. So gibt es bspw. flache Böden für Bücher oder Kleidung, große Körbe für Wäsche und unterteilte Fächer für Büromaterial.

Somit können Bewohner:innen die Drehkorpen leicht selbst umgestalten und individuell konfigurieren.

### Kautschuk

Der Bodenbelag der HDU besteht vollständig aus Naturkautschuk. Die einzelnen Fliesen können fugenlos verlegt werden und enthalten weder PVC noch Phtalat-Weichmacher oder Halogene.

Zudem wird ein Produkt verlegt, das aufgrund minimaler Makel bereits an den Hersteller zurückgeführt wurde, jedoch in der HDU einen neuen Einsatz findet. Damit wurde verhindert, dass der Bodenbelag wegge-  
worfen wurde.

Außerdem wurde eine Bodenkonstruktion entwickelt, die es ermöglicht, den Kautschuk über die kurze Verwendungsdauer ohne Verklebungen einzusetzen. Somit ist die Bodenkonstruktion zusammen mit dem Belag komplett rückbaufähig und kann sortenrein voneinander getrennt werden.



### Joghurtplatten

Die sichtbaren Oberflächen des Badmoduls sind größtenteils aus einer Platte hergestellt, die aus recycelten Joghurtbechern besteht.

Die einzelnen Komponenten werden zu einer robusten Platte verpresst. Dabei wird auch die Alufolie der Joghurtbecher eingestreut, die dem Produkt eine besondere Marmorierung verleiht.

Sowohl Wandbekleidung als auch Bodenbelag sowie Waschbecken und Schrankblenden werden aus dem Plattenmaterial gefertigt.



Abb. 67: Badmodul mit sichtbaren Oberflächen aus „Joghurtplatte“ – Foto: Nicolai Rapp

### Holzspänedämmung

Die Dämmung der Außenwände besteht aus Holzspänen. Die Späne werden in Molke und Soda getränkt, um lebenslang Brandschutzanforderungen zu entsprechen. Die Dämmung funktioniert ohne chemische Substanzen und ist „Cradle to Cradle Gold“ zertifiziert. Damit ist der Dämmstoff zu 100 % recyclingfähig und eine sehr nachhaltige Alternative zu herkömmlichen Wärmedämmplatten.



Abb. 68: Holzspäne in der Produktion

### Holzfassade

Die Fassadenbekleidung ist eine vertikale Holzfassade, die an der HFT Stuttgart entwickelt und hergestellt wurde. Diese besteht aus Resthölzern von Fassadenelementen, die zersägt und zu einer neuen Komposition zusammengefügt wurden. Die grauen und braunen Lamellen im Fassadenbild zeugen von der Ausführung unterschiedlicher Fassadenfarben. Insgesamt 220 m<sup>2</sup> Fassade wurden von den Studierenden gefertigt.



Abb. 69: Holzfassade aus Resthölzern  
Foto: Nicolai Rapp



Abb. 70: OPV-Fassade entlang des Holzgrids  
Foto: Nicolai Rapp



Abb. 71: Westseite mit Solarkamin  
Foto: Nicolai Rapp



Abb. 72: Adiabate Kühlung vor Fensterflügel

## Energiekonzept HDU

### Beschattung – Organische PV-Fassade

Das Grid wird an der Demonstrationswohnung angebracht und mit OPV-Modulen als Beschattungselemente und zur Energieerzeugung gefüllt. Die OPV-Verteilung und -Größe wird entsprechend den klimatischen Bedingungen in Wuppertal sowie der Ausrichtung der HDU vor Ort generiert. Die OPV-Module bedecken die Ost-, Süd- und Westfassade sowie den Großteil des Dachs der Demonstrationsanlage und kommen so auf eine Leistung von ca. 2 kWp.

Zusätzlich sind auf dem Dach in einer Reihe fünf Silizium-PV-Module mit einer Gesamtleistung von 1 kWp installiert, sodass die Gesamtleistung des PV-Systems 3 kWp beträgt. Die Anlage wird noch um einen Batteriespeicher mit einer Kapazität von 2,5 kWh ergänzt.

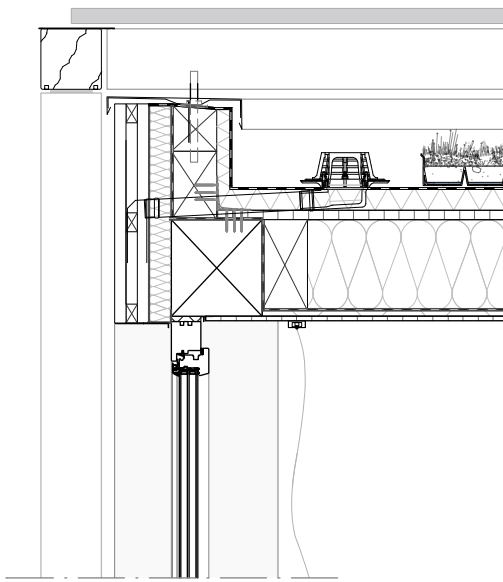
### Solarkamin

Der Solarkamin des Energiekonzepts wird als geschlossener Raum innerhalb der Außenwand mit einer Tiefe von ca. 15 cm und einer Breite von 1,5 m in die Demonstrationseinheit verlegt. Beide Geschosse überragt er in der Höhe um ca. 50 cm. Er ist an der Westfassade angebracht und nach außen hin komplett verglast. Die Rückseite und die Seitenwände sind mit hochabsorbierenden Materialien ausgestattet. Aufgrund dieser Konstruktion ist die Temperatur im Inneren des Sonnenkamins wesentlich höher als außerhalb. Luft mit einer höheren Temperatur hat eine geringere Dichte, weshalb es zu einer Temperaturschichtung mit kühlerer Luft im unteren Bereich und warmer Luft im oberen Bereich kommt. Diese Dichteunterschiede bewirken einen thermischen Auftrieb im Inneren des Kamins. Der Innenraum der Demonstrationseinheit ist über eine Einlassklappe mit dem Solarkamin verbunden. Wenn die Klappe geöffnet ist, wird aufgrund des thermischen Auftriebs Luft aus dem Raum gezogen. Das Ergebnis ist eine erhöhte Luftwechselrate in der HDU. Die Einklassklappen werden über Behaglichkeitssensoren gesteuert, die nach Temperatur, Luftfeuchtigkeit und CO<sub>2</sub>-Konzentration geregelt sind.

### Adiabate Kühlung

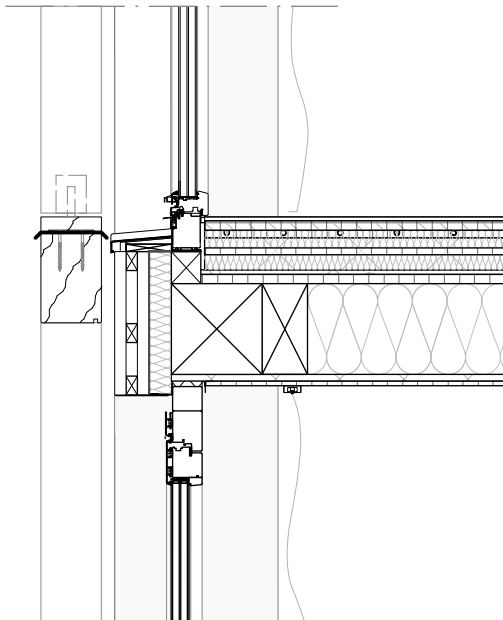
Damit Wasser verdunsten kann, wird Energie benötigt, die bei der adiabaten Kühlung der Luft in Form von Wärme entzogen wird. Genau dieses Prinzip soll in der Aufstockung genutzt und auf die HDU übertragen werden. Zu diesem Zweck werden in der Demonstrationsanlage Polyamidfäden vor die Fenster gespannt. An diesen Fäden läuft Wasser entlang, das in einem Becken am Boden gesammelt und in einen Behälter oberhalb des Fensters gepumpt wird. Wenn das Fenster geöffnet wird, strömt die Außenluft an den wasserbenetzten Fäden vorbei, wird befeuchtet und kühlt dabei ab. Zusätzlich zur adiabaten Kühlung durch die Fäden vor den Fenstern werden Dry-Mist-Gebläse außerhalb der Demonstrationsanlage installiert, um den Außenkomfort der wartenden Besucher:innen zu gewährleisten. Die Ventilatoren verteilen winzige Wassertropfen in der Luft. Dadurch wird die Außenluft adiabatisch gekühlt, aber für eine Person, die vor einem Dry-Mist-Fan steht, fühlt sich die Luft nicht feucht an.





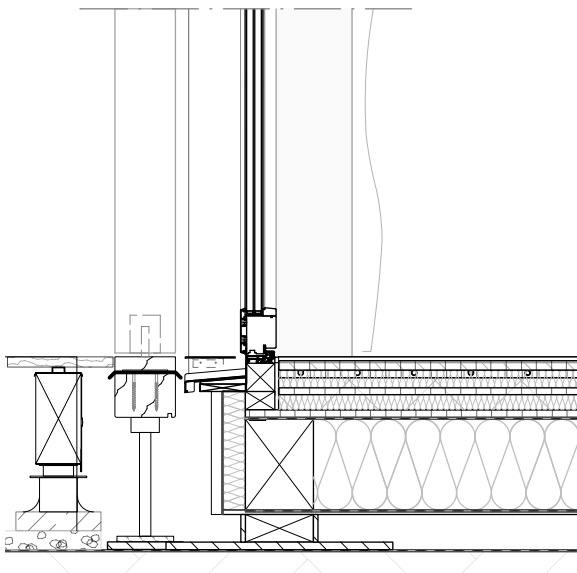
### Dach

85 mm	Extensive Dachbegrünung
60 mm	Flachdachfolie
120 mm	Dämmung EPS ohne Gefälle
25 mm	ESB-Platte
240 mm	Holzkonstruktion
240 mm	Raufaserdämmung
	Dampfsperre
12 mm	Gipskarton
50 mm	Lattung
18 mm	ESB-Trockenbauwand
30 mm	ESB-Trockenbauwand



### Decke

15 mm	Kautschukbodenbelag
20 mm	Trockenestrich, Gipsfaserplatten
20 mm	Holzfaserplatten
40 mm	Trittschalldämmung
45 mm	Fußbodenheizung
12 mm	GK (konstruktiv verschraubt)
25 mm	ESB-Platte
240 mm	Holzkonstruktion
25,8 mm	Raufaserdämmung
18 mm	Trockenbauwand
12 mm	Trockenbauwand
50 mm	Lattung
18 mm	ESB-Trockenbauwand
30 mm	ESB-Trockenbauwand



### Boden

15 mm	Kautschukbodenbelag
20 mm	Trockenestrich, Gipsfaserplatte
20 mm	Holzfaserplatte mit Farbgebung, Wärmeleitplatte, Rohr d=12 mm
40 mm	Trittschalldämmung
45 mm	Fußbodenheizung
25 mm	ESB-Platte
80 / 240 mm	Deckenbalken, Nadelholz
240 mm	Sparrendämmung, Spänedämmung
12 mm	Leichtbetonplatte

Abb. 73: Fassadenschnitt 1:20



## Ergebnisse und Aussicht

Das Team coLLab der HFT Stuttgart belegte im Gesamtranking den achten Platz von 15 mit insgesamt 711 von 1 000 möglichen Punkten. In der Disziplin Engineering & Construction erreichte das Team den ersten Platz. In den Disziplinen CESA und Sustainability konnte jeweils der vierte Platz erzielt werden. Neben den regulären Disziplinen wurden sogenannte Out of Contest (OOC)-Awards verliehen. Diese OOC-Awards werden von Institutionen und Verbänden aus der Praxis vergeben. Sie rücken herausragende Leistungen und spezifische Lösungen für weitere Themen des nachhaltigen Bauens und Wohnens in den Fokus. Dabei ist es das Ziel, den Wissenstransfer zwischen Forschung und Anwendung zu fördern. Die folgenden OOC-Awards wurden dem Team coLLab verliehen.

Jeweils der zweite Platz wurde beim Sustainable Architectural Lighting Award, Indoor Air Quality Award und Timber Construction Award erreicht. Preise für Drittplatzierungen wurden beim Applied Mobility Sciences Award, Human Centered Interior Architecture Award, Building for Future Award und dem People's Choice Award an das Team coLLab verliehen.

Das zeigt das hohe Interesse von Institutionen und Verbänden aus der Praxis am Projekt coLLab. Das gebaute Beispiel einer nachhaltigen, innovativen Aufstockung und Sanierung stärkt den Transfer der erarbeiteten Lösungen zwischen Industrie, Handwerk, Forschung und Lehre und schafft die Grundlage für die Umsetzbarkeit am Markt.

### Aussicht

Derzeit steht der Demonstrator bei einem Partnerunternehmen in Erkeim und kann als Ausstellungsgebäude besichtigt werden. Langfristig ist eine Nutzung als Büro und Gemeinschaftsraum für das Unternehmen geplant. Die HFT Stuttgart wird unter Realbedingungen Daten in einem Langzeitmonitoring erheben und als Forschungsvorhaben weiterhin nachnutzen.



Abb. 74: Verleihung des Engineering & Construction Awards





Abb. 75: Vogelperspektive der HDU des Teams coLLab



Abb. 76: Vogelperspektive des Wettbewerbsgeländes in Wuppertal



Abb. 77: HDU des Teams coLLab in Erkheim zur Nachnutzung

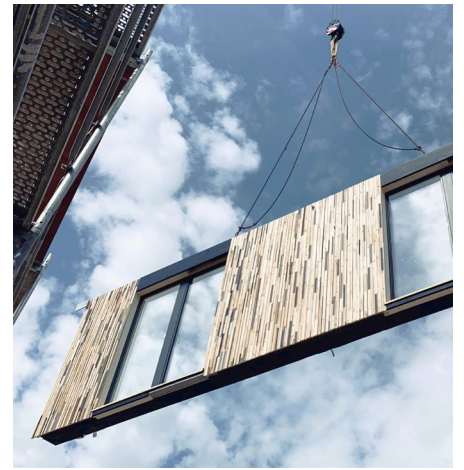


















TH Lübeck + Istanbul TU

deeply high

Lübeck – Istanbul



Aufstockung und Sanierung

gh

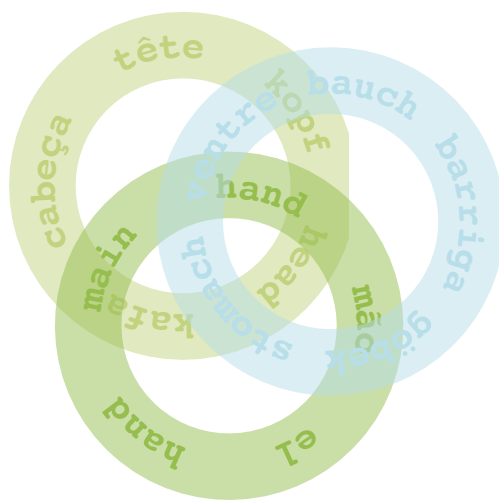
Schauenburgerstraße Kiel



## Motivation

### Team „deeply high“

Ein wesentlicher Aspekt der Teilnahme an einem Solar Decathlon ist für die Lehrenden und die Studierenden der Technischen Hochschule Lübeck einmal mehr und konkreter das Erleben eines interdisziplinären und internationalen Austauschs zu ermöglichen und daran zu wachsen. Wir leben in einer sich immer schneller verändernden Welt. Daher müssen wir lernen, uns ständig neu zu orientieren und uns neuen Herausforderungen zu stellen. Nachhaltiges Denken und Handeln auf allen Ebenen ist hier gefordert, um die Aufgaben, die uns die neuen Gesellschaftskonstellationen in Bezug auf den Klimaschutz aufgeben, zu bewältigen.



itü



**TECHNISCHE  
HOCHSCHULE  
LÜBECK**

Bereits zur Bewerbung und Teilnahme am ersten Solar Decathlon Africa 2019 stellten wir von der Technischen Hochschule Lübeck eine Gruppe, bestehend aus drei Nationen und vertreten durch die Städte Dakar, Rabat und Lübeck, zusammen. Als Team AFRIKATATERRE lernten wir am Austragungsort Ben Guerir/Marokko unsere konkurrierenden Nachbarn, das Team BOSPHORUS, kennen. Aufgrund der netten, kollegialen Nachbarschaft beschlossen wir nach diesem Wettbewerb, uns gemeinsam als Team beim folgenden Solar Decathlon Europe 21»22 in Wuppertal zu bewerben.

Mit der Architektur- und Bauexpertise der Technischen Hochschule Lübeck und der Spezialisierung in technischer Gebäudeausrüstung der Istanbul Technical University wollten wir unsere Stärken zu einem interdisziplinären, internationalen und harmonischen Projekt verbinden.

Ein Dreivierteljahr nach dem offiziellen Start wurden wir nachnominiert und starteten mit Elan, um den Vorsprung der anderen 17 Teams aufzuholen. Das haben wir geschafft und sind stolz darauf, dass unser Beitrag rechtzeitig zur Eröffnung fertig wurde.

Deeply concerned about climate change

Highly committed to sustainable solutions



Uns war von Anfang an bewusst, dass wir in diesem ambitionierten Projekt Höhen und Tiefen bezwingen würden müssen. Unser Leitsatz half uns dabei: „Probleme gibt es nicht“, es sind „Herausforderungen“ – eine ganze Menge und auf allen Ebenen. Diese haben wir gemeinsam bezwungen ...



#### Weiter:

Von Anbeginn an, von den ersten Überlegungen zu einer Teilnahme am Wettbewerb über die vielen Gespräche, Entwürfe, Bearbeitungen, Berechnungen hinweg hat eine große Anzahl verschiedenster Menschen der beiden Hochschulen Istanbul und Lübeck im Projekt „deeply high“ in unterschiedlicher Intensität und Art und Weise mitgewirkt, teils nur einige inspirierende Momente, teils über viele Wochen und Monate, Tag und Nacht.

Wir entschuldigen uns daher an dieser Stelle ausdrücklich dafür, wenn wir bei der nachstehenden Aufzählung Namen vergessen haben.

**Alexander** Kallies + **Alexander** Pfeiderer + **Ali Uğur** Tülüoğlu + **Annika** Uven + **Asude** Erdoğan + **Ayşegül** Oruçoğlu + **Begüm** Eser + **Benan** Karacan + **Benedikt** Pfeiderer + **Bennet** Slepica + **Burak** Belli + **Cem** Firat + **Chantal** Keyvork + **Çisem** Yaşın + **Ege** Nurcan + **Ekim** Öztürk + **Elif** Kısar Koramaz + **Fatma** Akım + **Fenja** Becher + **Firdevs** Emine Sezer + **Florian** Lotties + **Frank** Tretow-Gatermann + **Haken** Püppi + **Hannah** Sauer + **Hasibe** Akın Demir + **Havva** Nur Yetkin + **Hazal** Taşkın + **Heiner** Lippe + **Henrik** Rehmke + **Ilgın** Yeşim Eldeş + **Inken** Bork + **Irmak** Öztürk + **Ismail** Celik + **Jakob** Göhring + **Jan Ole** Berger + **Jasper** Starke + **Jens** Emig + **Jil** Hoffmann + **John** Veicht + **Johanna** Schnüll + **Julia** Burmester + **Karina** Kreker + **Katja** Wickert + **Kerem** Koramaz + **Laura** Kern + **Lauritz** Ewerien + **Lena** Heisler + **Liv** Siebert + **Manuel** Stolte + **Mareike** Thiedeitz + **Marvin** Martin + **Mehmet** Cılızlar + **Melike** Ersoy + **Mohammad** Akel + **Murat** Çakan + **Murat Can** Şarkalkan + **Musa** Kerim Karaca + **Neslihan** Özmann + **Niklas** Jäger + **Nina** Nevermann + **Özgür** Üstün + **Paul** Tschense + **Philipp** Jacobs + **Philipp** Jatzlau + **Reha** Demir + **Rizal** Leon Ma'mum + **Sebastian** Pfeiderer + **Selen** Vardarlı + **Serhat** Şahinler + **Smilla** Milewski + **Stefan** Gruthoff + **Şule** Otçu + **Süleyman** Akım + **Tabea** Kurtze + **Tim** Oliver Schmidt + **Urs** Seel + **Veysi** Demir + **Yunus Emre** Tugay + **Zeynep** Cetin



Abb. 78: Team in Büyükađa

## Wettbewerb

Tiefst (deeply) stiegen wir in die Themen des sozial verantwortlichen, integrativen, umweltfreundlichen und wirtschaftlich erschwinglichen Stadtumbaus ein. Dabei ging es mit den Aufstockungen hoch (high) hinaus mit nachhaltigen Baulösungen.

„deeply high“, als internationale, interdisziplinäre Studentengruppe, wählte unter den drei vorgegebenen Themenbereichen des Solar Decathlon Europe 21»22 die Sanierung und Aufstockung im Bestand aus. Laut der Deutschlandstudie des Pestel Instituts Hannover und der Technischen Universität Darmstadt könnten auf den Dächern unserer Bestandsbauten bis zu 1,5 Mio.7 Wohneinheiten realisiert werden, ohne weitere Flächen zu versiegeln, bei Mitnutzung von bereits vorhandenen Infrastrukturen.

## Unsere Vision

Von vornherein war uns klar: Der Ansatz der **urbanen** Verdichtung beleuchtet nur einen Teil der gesellschaftlichen Herausforderungen unserer Gegenwart und Zukunft. Wir müssen weiter gehen und auch die ländlichen Bereiche sowie die Übergangszonen beachten und integrierte Lösungsansätze finden. Wir haben daher gleich zu Beginn unsere Aufgabenstellung erweitert auf den Slogan: Stadt – Land – Rand, um darauf aufmerksam zu machen. In unserer Arbeit entstanden dazu Ansätze im Rahmen von begleitenden Stegreif- und Semesterarbeiten.



Abb. 79: Stadt – Land – Rand | Kartenmaterial © OpenStreetMap

Das zentrale Projektziel des internationalen Teams „deeply high“ ist die beispielhafte Entwicklung von gestalterisch und funktional hervorragenden innovativen Systemen für die Aufstockung von typischen Mehrfamiliengebäuden der 50er- bis 90er-Jahre.

Ansätze der Typisierung oder Teiltypisierung der Planungs- und Entscheidungsprozesse, nicht der formalen Gestaltung, sollen herausgearbeitet werden, um Übertragbarkeiten festzustellen. Heute meist im Besitz und/oder der Verwaltung von großen Wohnungsbaugenossenschaften überall in der Republik, sogar auch im benachbarten, europäischen Ausland bietet diese Art der Verdichtung ein immenses ruhendes Potenzial. Ohne weitere Versiegelung können hier bereits bebaute Flächen in urbanen, suburbanen und ländlichen Räumen genutzt werden.

Die geplanten Maßnahmen zielen neben der Stärkung des allgemeinen Angebots an leistbaren Wohnflächen auf die Erhöhung der Lebensqualität in den bestehenden Strukturen. Das Erreichen oder gar Verbessern eines positiven sozialen Gefüges ist höchste Priorität (= soziale Nachhaltigkeit).

Team:	deeply high <a href="https://tinyurl.com/deeply-high">https://tinyurl.com/deeply-high</a>
Universität:	TH Lübeck / ITU Istanbul
Herkunft:	Lübeck, Deutschland Istanbul, Türkei
Verortung:	Kiel, Schauenburgerstrasse
Situation:	Aufstockung + Renovierung
Geschosse DC:	6 (3 Bestand, 2 neu + Rooftop)
Bebaute Fläche:	538 m <sup>2</sup>
Individuelle Wohnfläche:	964 m <sup>2</sup>
Gemeinschaftsfläche:	594 m <sup>2</sup> inkl. Rooftop
Fläche/Person DC:	20,08 m <sup>2</sup>
Wohneinheiten:	32
Bewohner:innen:	56



Die „technische“ Nachhaltigkeit wird erreicht durch die Entwicklung einer hocheffizienten, emissionsfreien Bauweise, die in der Lebenszyklusbetrachtung (LCA) die bestehende „graue Energie“ miteinbezieht. Bei der Sanierung und dem Neubau wird die Baustoffwahl sehr genau betrachtet, um weitgehend ressourcenarm und emissionsfrei zu handeln. Für die Haustechnik und Gebäudeklimatisierung gilt „low tech vor high tech“.

## Überblick

Die **Design Challenge**, die sich auf einen konkreten Ort bezieht, sowie die Realisierung der HDU – **Housing Demonstration Unit** –, die hier von einem beispielhaften Ausschnitt zeigt, stehen im Zentrum des Wettbewerbs. Die zum Ziel führende Methodik kann als Beispiel für ähnliche, aber auch differierende urbane bis ländliche Situationen übersetzt werden.

Der architektonische Entwurf spiegelt lokale, traditionelle Architektur mit eben solchen Baumaterialien wider und ist angepasst in Hinblick auf Nachhaltigkeit, Rückbaufähigkeit sowie Rezyklierbarkeit. Die eingesetzte Energieversorgung und -erzeugung hat zum Ziel, hinsichtlich Ressourcenverbrauch und Emissionen hochgradig effizient zu sein. Es gilt, hier sonst nicht genutzte Quellen zu finden, Technologien der Verknüpfung zu entwickeln, Symbiosen auf allen Ebenen zu finden und zu optimieren, von der Wohnung über das Gebäude bis hin zum Quartier.

## deeply high goes urban

Dem Motto des SDE 21»22 folgend, haben wir uns auf den urbanen Raum konzentriert. Durch Gespräche mit verschiedenen Unternehmen und Gesellschaften erhielten wir von der Mittelhosteinschen Wohnungsbaugenossenschaft freundlicherweise die Unterlagen zu einem typischen Wohnungsbau der 50er/60er-Jahre, ein aus zwei Gebäuden bestehender Komplex in urbaner Situation, mitten in der Landeshauptstadt Schleswig-Holsteins, Kiel.

Kiel ist mit 246 000 Einwohnern die größte Stadt Schleswig-Holsteins und zugleich die Landeshauptstadt des Bundeslands. Die Stadt liegt direkt am Nord-Ostsee-Kanal und der Kieler Förde. Sie ist nicht nur die bevölkerungsreichste Stadt Norddeutschlands, sondern durch den Tiefseehafen auch eine der wichtigsten Städte für die Schifffahrt in der Ostsee.

Wir betrachten im Projekt den Kieler Stadtteil Ravensberg. Hier wurden 82 % der Gebäude vor 1970 errichtet. Die meisten stammen aus dem Zeitraum zwischen 1949 und 1969, so auch unsere Referenzgebäude, die 1953 errichtet wurden.

Gebäude aus diesen Jahrzehnten bergen Vor- und Nachteile für eine nachhaltige Sanierung. Einerseits ermöglichen die massiven und soliden Konstruktionen eine Sanierung und Verdichtung durch vertikale Erweiterungen. Große Mengen an „grauer Energie“ sind hier gebunden. Die Außenwände aus dem typischen Backstein sind für die Region gestaltprägend.

Andererseits weist die Masse der Wohngebäude aus dieser Zeit enorme Transmissionswärmeverluste auf. Sie sind daher für einen hohen Prozentsatz der aktuellen Kohlenstoffemissionen verantwortlich und müssen auf jeden Fall energetisch saniert werden.

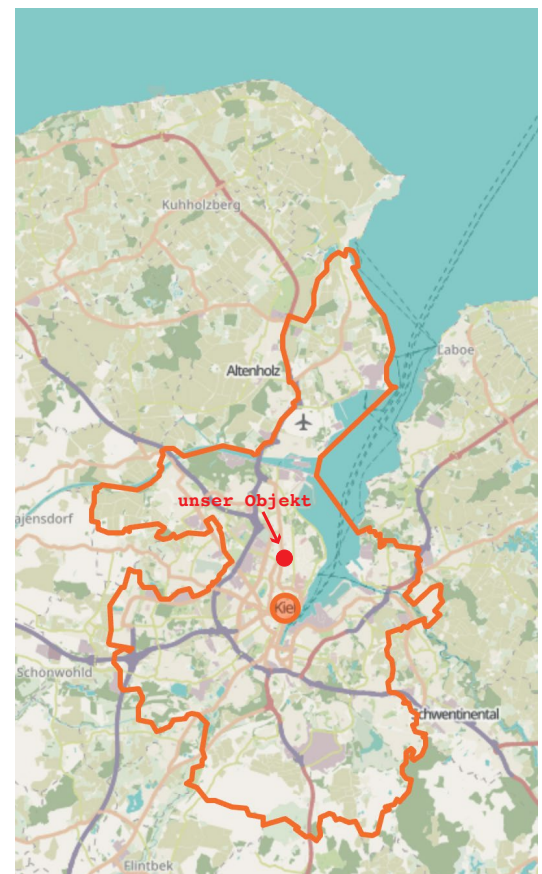


Abb. 80: Lage in der Kieler Förde  
Kartenmaterial © OpenStreetMap

## Urbane Einbettung / Bestandsgebäude

Die Gebäude liegen an der Straßenecke Schauenburgerstraße und Westring, einer Hauptverkehrsader in Kiel, die die Stadt in Nordsüdrichtung durchquert.

Die Umgebung der ausgewählten Situation ist durch eine durchgängig homogene Blockrandbebauung sowie ein Industriegebiet und den Universitätscampus der Christian-Albrechts-Universität geprägt.

Die Häuser gehören zu den typischen 1950/60er-Jahre-Bauten mit Klinkerfassade, einem als Hochparterre gestalteten Erdgeschoss und jeweils einem stattlichen Satteldach. Sie sind als „Zweispänner“ konzipiert, das bedeutet, dass jeweils zwei Nutzeinheiten von einem Treppenabsatz im Gebäudeinneren erschlossen werden. Diese bauliche Anordnung erschwert deutlich die Anbindung eines Aufzugs.

Das Gebäude am stark befahrenen zweispurigen Westring hat drei Treppenhäuser. Durch die vier Vollgeschosse ergeben sich 24 Nutzeinheiten, die streng Ostwest orientiert sind.

Das zweite, in der einspurigen Schauenburgerstraße gelegene Gebäude bildet mit dem ersten annähernd einen rechten Winkel. Seine Hauptfassaden sind somit nach Süden und Norden ausgerichtet. Mit nur drei Vollgeschossen und vier Eingängen hat es insgesamt ebenfalls 24 Wohneinheiten, ist jedoch niedriger.

Beide Gebäude bieten ihren Bewohnern keine Balkone oder Terrassen.



Abb. 81: Ecke Westring Schauenburgerstraße

In unmittelbarer Nachbarschaft zu den Gebäuden, direkt auf der anderen Seite des Westrings befinden sich die Goethe-Gemeinschaftsschule und die Ricarda-Huch-Schule. Gegenüber der Schauenburgerstraße sind eine Tankstelle und ein kleiner Park mit Spielplatz gelegen. In einer Entfernung von 200 Metern befinden sich eine Bushaltestelle und kleine Cafés, Restaurants und Bäckereien. Nur 500 Meter, fünf Minuten Fußweg entfernt, liegt der Schrevenpark, die grüne Lunge Kiels und ein Ziel für alle, die sich in der Sonne entspannen und mit Freunden in der Natur treffen wollen. Die berühmte „Kiellinie“ mit ihrer zweieinhalb Kilometer langen Promenade lädt zum Flanieren ein und bietet einige Möglichkeiten für eine Kaffeepause oder zum Essengehen mit schönem Blick auf den Hafen.



# Design Challenge

## Architektur

Wir betrachten den Gebäudekomplex an der Straßenecke, widmen uns jedoch speziell dem Gebäude der Schauenburgerstraße. Unser Team schlägt ein Konzept für umweltfreundliches und sozialverträgliches Leben vor. Die Herausforderung besteht darin, zwischen moderner und effizienter Wohnfunktion ein bezahlbares, wirtschaftliches Konzept anzubieten, das Quartiersbewohner und Zuziehende gleichermaßen verbindet.

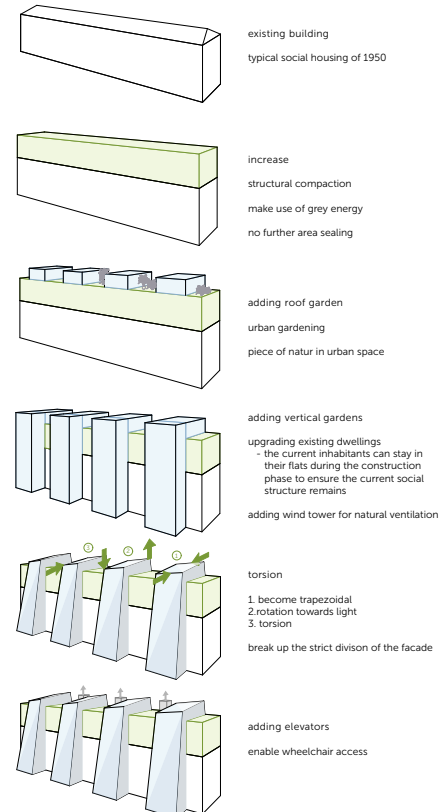


Abb. 82: Vier Varianten

Die sanfte, aber effiziente energetische Sanierung des Bestands und die Aufstockung um zwei Geschosse stellen einen ausgewogenen Kompromiss zwischen Wirtschaftlichkeit, baulichen Möglichkeiten und sozialer Verträglichkeit dar, ein soziales, wirtschaftliches und ökologisches Ausbalancieren zwischen alt und neu. So vereint das architektonische Konzept Bestandsgebäude und Aufstockung.

Das Ziel ist, Lösungen anzubieten, die nachhaltig, inklusiv, erschwinglich für die Nutzer und wirtschaftlich für die Wohnungsbaugenossenschaften sind. Um dies zu erreichen, setzen wir auf suffizienzorientierte Lösungen, eine sozialverträgliche Architektur, nachhaltige Materialien mit einem hohen Wiederverwendungs- und Recyclingpotenzial sowie Nutzung von lokal verfügbaren Ressourcen und erneuerbaren Energien.

### SCHAUENBURGER



### WESTRING

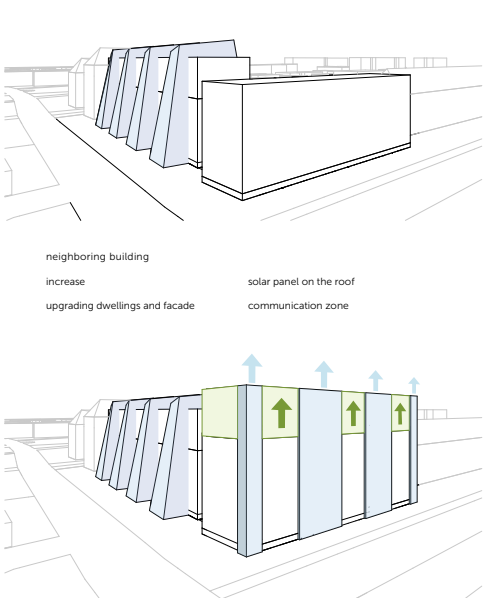


Abb. 83: Systemskizzen der Aufstockung

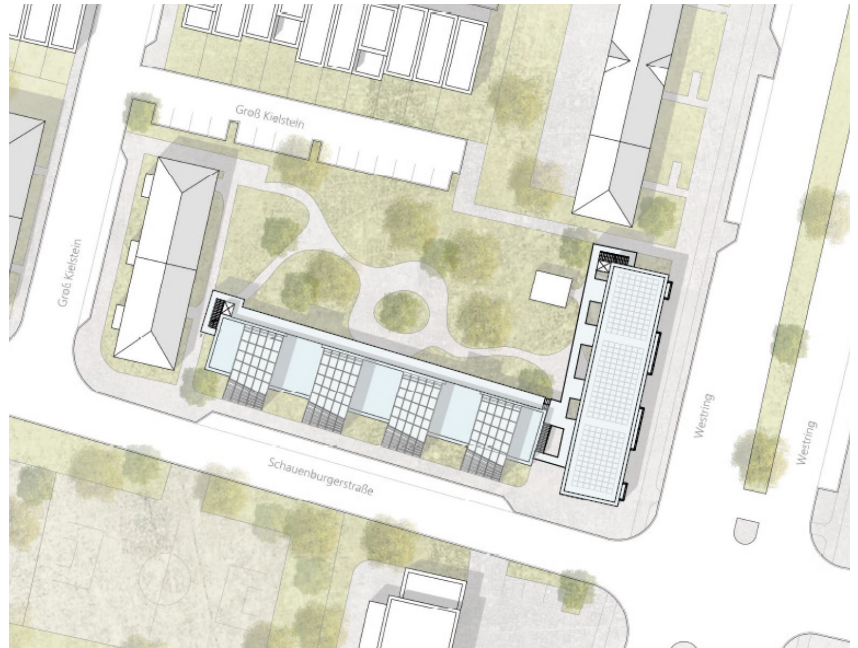


Abb. 84: Lageplan Kiel

Das gesamte Projekt beinhaltet die energetische und gestalterische Sanierung des Bestandsgebäudes, die Aufstockung um zwei Geschosse und das Anlegen von Dachgärten mit Gemeinschaftsflächen. Im Sinne einer nachhaltigen Vorgehensweise werden für die gesamte Maßnahme Baumaterialien aus nachwachsenden oder recycelten Stoffen verwendet. In der effizient geplanten, zukunftsorientierten Gebäudetechnik gilt der Leitsatz: „less is more“.

Wir erweitern die Bestandsgebäude mit Neubaelementen. Dabei ist uns wichtig, dass sie als wesentlicher Bestandteil gleichberechtigt bei den Planungen rund um die Aufstockungen mitgedacht werden, so dass sich durch diese Art der Erweiterung Vorteile auch für die bereits dort lebenden Bewohner:innen ergeben. Dies ist relevant, um bereits in der Planungs- und später in der Realisierungs- und Nutzungsphase die Akzeptanz zum Standort hinsichtlich der bevorstehenden Verdichtung im gewohnten Umfeld zu erhalten oder gar zu steigern. Es geht also um ein Ausbalancieren der Standards sowie der wirtschaftlichen Auswirkungen.



Abb. 85: Visualisierung Ecke Westring



## Bestandsanierung

Bei der Bearbeitung an sich widmen wir uns hauptsächlich dem Gebäudekomplex der Schauenburgerstraße. Da es sich um ein Gebäude aus den 1950/60er-Jahren handelt und der Quadratmeterbedarf damals pro Person in Wohnungen deutlich geringer war als heute, sind die vorhandenen Räume vergleichsweise klein. Wir haben uns jedoch bewusst dagegen entschieden, daran in einem ersten Schritt etwas zu ändern, da dies immense bauliche und damit organisatorische, menschliche wie auch wirtschaftliche Folgen hätte. Gleiches gilt für die Schaffung von Barrierefreiheit im Bestand, hier speziell die Schaffung eines Zugangs durch einen Aufzug. Durch das Hochparterre würde die Anbindung sehr aufwändig.

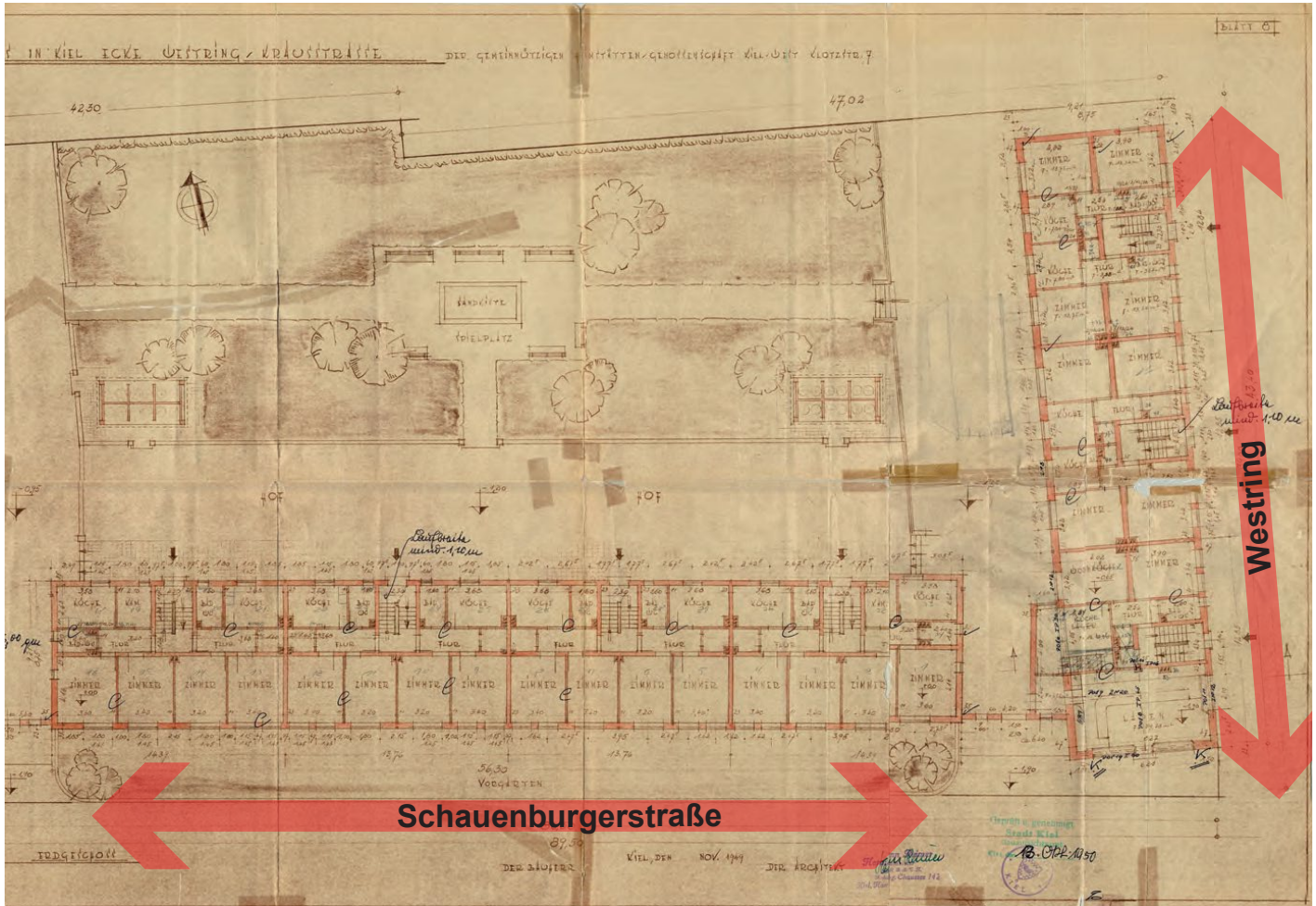


Abb. 86: Grundrisse alt

Allerdings können wir durch einen Katalog vieler minimalinvasiver und störungsarmer Maßnahmen die Bestandssituation deutlich verbessern. Die Grundidee ist, das bestehende Gebäude „moderat“, aber gestalterisch und funktional wertvoll zu sanieren. Dazu haben wir aus den Analysen heraus einige Prinzipien entwickelt:

Minimale Eingriffe in die Privatsphäre der Bewohner:innen: Es werden lediglich Arbeiten ausgeführt, deren Auswirkungen sich gar nicht oder nur auf sehr wenige Tage pro Wohneinheit begrenzen lassen.

Einige Punkte:

- Absenkung der existierenden Fensterbrüstungen: mehr Licht
- Einbau annähernd bodentiefer Fensterelemente mit  $U_w$ -Werten unter  $1,0 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
- Vorsatz eines vertikalen, sich zu den oberen Etagen verjüngenden kalten Wintergartens über alle Etagen
- Optimierung und mögliche Anpassung der bestehenden Haustechnik an ein neu zu schaffendes, übergreifendes System für Heizung, Kühlung, Lüftung und dem Umgang mit Wasser

aber:

- keine Veränderung der Bestandsgrundrisse
- keine Anbindung an einen Aufzug, da dies neben einem hohen Aufwand auch den Verlust von Nutzfläche bedeuten würde
- die bisherige eingeschränkte Barrierefreiheit bleibt bestehen

### **Aufstockung**

Dann haben wir die Erweiterung des Gebäudes, die wir auf zwei Stockwerke beschränken. Dies stellt einen ausgewogenen Kompromiss zwischen wirtschaftlicher Effizienz und baulichen Möglichkeiten dar.

Gerade bei diesem Gebäudetypus, der zu Hunderttausenden in den 50er- und 60er-Jahren errichtet wurde, ist es aufgrund des Hochparterres baulich fast unmöglich, in ökonomisch ausgewogener Weise eine Barrierefreiheit in den Bestandsgeschossen zu erreichen. Dies kann nun jedoch im Bereich der Aufstockung geschehen: Durchfahrtbreiten und Wendekreise für Rollstühle werden bei der Planung der Grundrisse mitgedacht, die Erschließung geschieht durch einen kostengünstigen Plattformlift von der Nordseite des Gebäudes her. Dieser beschränkt sich aus Kostengründen zunächst ausschließlich auf die Bedienung der vertikalen Erweiterung mit ihren drei Ebenen: zwei Wohngeschosse und der „Rooftop-Garden mit dem Wintergarten.

Die Lage dieses Lifts wird jedoch so gewählt, dass es theoretisch möglich wäre, ihn in späteren Jahren mit Haltestellen in den Bestandsgeschossen zu erweitern, sofern dieser Bedarf entstünde. Ansonsten wird die Erreichbarkeit auch konventionell über die Fortführung des bestehenden Treppenhauses organisiert.

Die neuen Grundrisse orientieren sich zunächst an den Gegebenheiten des Bestands, wie Kontur des Gebäudes und Lage der Schächte. Es sind jedoch insgesamt komplett neue Konzepte möglich. So kann nach dem Bedarf der Wohnungsbaugenossenschaft einerseits der bisherigen konservativen Aufteilung einer Geschossebene in acht Einheiten gefolgt werden. Es ist jedoch auch denkbar, sich dort neu aufzustellen, indem die Flächen komplett neu kombiniert werden: Wohnraum für Studierende, ältere Menschen, große Familien und Wohngemeinschaften, Clusterwohnungen, auch Workspaces und Co-Working-Areas sind denkbar.



## Zusammengefasst

Es werden Qualitäten geschaffen, die im Bestand aufgrund des Aufwands im Sinne einer gesamtheitlichen Nachhaltigkeitsbetrachtung nicht möglich sind: leichte, nachhaltige Bauweise, Holzrahmenbau.

- Wärmedämmung mit regional verfügbaren, nachwachsenden Rohstoffen (Seegras oder Stroh).
- Fassadenbekleidung aus nachwachsenden oder recycelten Rohstoffen (hier: Restholz aus Urban Mining o. Ä.).
- ökonomischer Plattformaufzug bedient nur die beiden Etagen der Aufstockung sowie die Dachebene.
- komplette Barrierefreiheit der drei oberen Ebenen.
- Teilverglasung des Dachgartens (kalt/VSG 12 mm).
- offener Dachgarten zur variablen Nutzung; Priorität: Gemeinschaft, Urban Gardening

Durch das Setzen der oben beschriebenen Parameter erfolgt eine intelligente Abstimmung der beiden Bereiche „alt + neu“. Ein integrales Konzept entsteht.

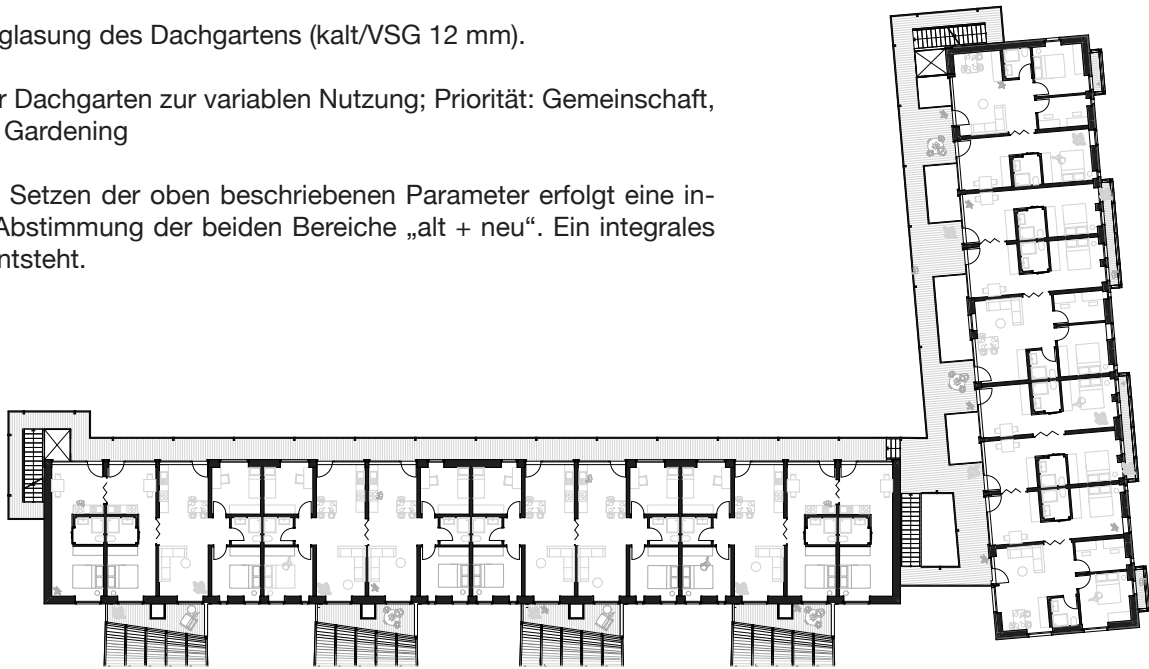


Abb. 87: Grundriss Aufstockung | M 1:500

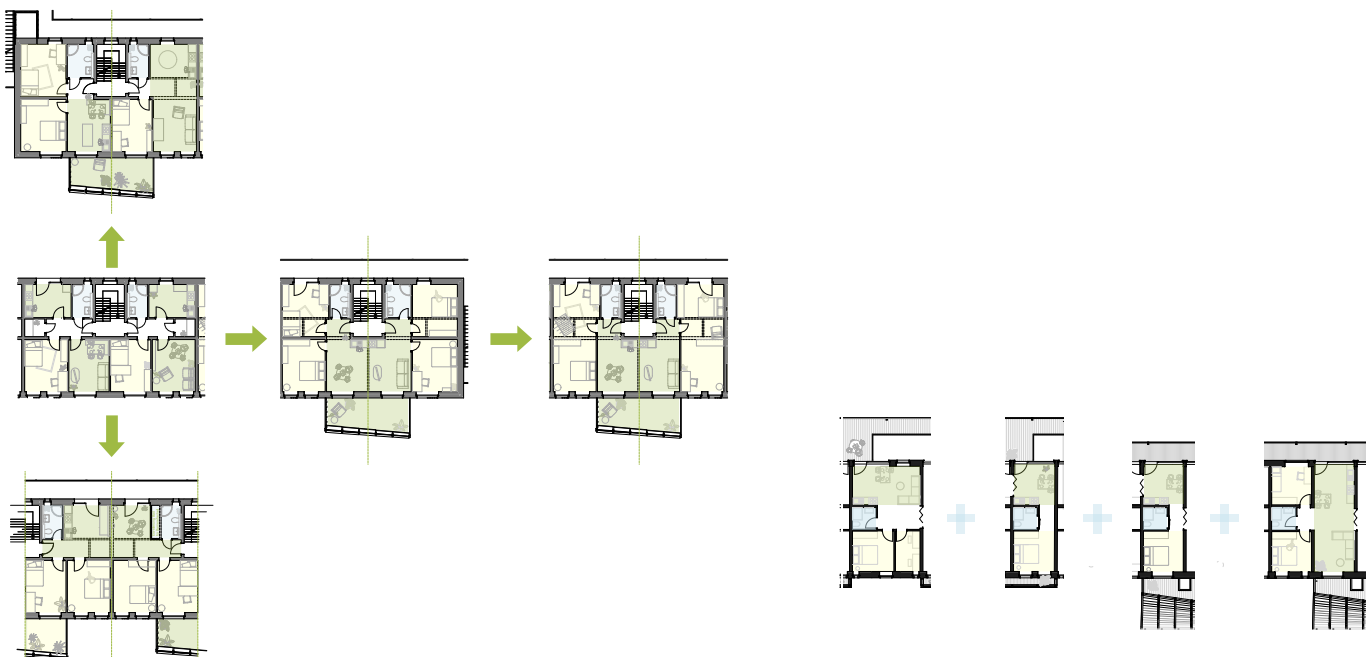


Abb. 88: Varianten neu | M 1:600

Abb. 89: Konzeptgrundrisse (ohne Maßstab)

## Vertikale Energiegärten

Ein weiterer, wichtiger Bestandteil sind die von uns „vertikale Energiegärten“ getauften, einfach verglasten Anbauten an der Fassade. Diese verbinden gestalterisch die Bestandsetagen mit denen der Aufstockung und enden im Wintergarten des Daches. Durch diese Maßnahme werden zunächst die im Bestand fehlenden individuellen Außenräume für die Bewohner:innen ergänzt. Dabei ist zu beachten, dass durch die Verjüngung der vier Anlagen zum Dach hin die unteren (= Bestands-) Geschosse größere Flächen erhalten. Insofern besteht schon hier ein gewisses „Social Balancing“.

Während wir es im Bestand noch mit je acht einzelnen Wohnungen pro Etage zu tun haben, was auch hier zu ebenso vielen getrennten Wintergärten führen wird, so ergibt sich durch neue, mehr gemeinschaftliche Grundrisse der Aufstockung auch die Möglichkeit der Zusammenlegung. Neue Qualitäten entstehen.

Generell spielen unsere vertikalen Energiegärten im gesamtenergetischen Konzept auch eine „technische Rolle“: im Sinne der Energieerzeugung auf der einen Seite sowie als Baustein für eine ausgleichende Klimatisierung der Innenräume andererseits.

## Rooftop Garden

Sehr wichtig ist für unseren Projektansatz, den oberen Gebäudeabschluss, das Dach, ebenfalls in das gesamtheitliche Konzept zu integrieren. Dazu werden offene wie auch durch einen ebenfalls einfach verglasten Überbau vor der Witterung geschützte Bereiche angeboten. Um die durch den Gebäudeabdruck ursprünglich verlorengegangene Fläche so weit wie möglich zu kompensieren, sollen hier durch semi-transparente PV-Module und thermische Solarkollektoren Energie und Wärme gewonnen, aber auch, vor allem im Sinne der „Sponge-City“ (Schwamm-Stadt), möglichst viele Bereiche mit Grün- und Pflanzflächen besetzt werden. Hierbei geht es um die positive Beeinflussung des Mikroklimas, den Rückhalt von Wasser, Implementierung eines „Algaetecture-Systems“ mit Grauwasserklärung und Algenzucht, Kompostierung und Nutzung von Hausabfällen, Umwandlung von  $\text{CO}_2$  in  $\text{O}_2$  und die Erhöhung der Biodiversität durch Schaffung von zusätzlichem Lebensraum für Flora und Fauna.



Abb. 90: Rooftop Garden

Durch die Aneinanderreihung der acht Grundmodule auf dem Dach ergeben sich vielfältige mögliche Nutzungsszenarien, je nachdem, ob die Flächen insgesamt oder nur teilweise verbunden werden:

Nutzung für Hausbewohner:innen und/oder Quartiersbewohner:innen + Gemeinschaftstreff, Freizeit, Kommunikation

Anlage von zeitweise vermietbaren individuellen + „Mikro-Schrebergärten“

Rooftopgarden-Patenschaften + Schulgarten für das Quartier



## Gesamtheitlichkeit

Gestalterisch soll sich die Aufstockung sichtbar vom Bestandsgebäude unterscheiden. Dies geschieht hauptsächlich durch eine Variierung der Fassadengestaltung: Holzverschalung, Fassadenbegrünung, ökologische Putzsysteme.

Dennoch soll die Gemeinsamkeit der Hausgemeinschaft unterstrichen werden. Dazu werden auch architektonische Mittel eingesetzt, die die Zusammengehörigkeit der Bauteile verdeutlichen. Dies wird zu allererst durch die vertikalen Energiegärten erreicht, die wie eine Klammer die beiden horizontalen Gebäudeteile umfassen. Dann sind es auch Rhythmus und Typus der bodentiefen Fenster, die sich von unten bis oben wiederholen werden.



Abb. 91: Rooftop

Der Innenhof, der durch die Anordnung der Gebäude umschlossen wird, soll als Gemeinschaftsbereich mit flexibler Gestaltung für verschiedene verbindende Aktivitäten dienen. Ein Fahrradabstellplatz, eine Quartierswerkstatt, Urban Gardening oder ein „Hub“ mit variabler Nutzung sind hier vorgesehen. Der Bereich soll als Fokus für Kommunikation und Aktion verstanden werden, über die Bewohnerschaft des Gebäudes hinaus.

Ziel ist es, neben allen Aspekten der ökologischen Nachhaltigkeit eben auch gleichberechtigt und ausgewogen die soziokulturelle und ökonomische Nachhaltigkeit zu beachten. Wir schaffen hochwertigen und bezahlbaren Wohnraum, der das gesamte Quartier prägen wird und alle Aspekte der Nachhaltigkeit, die nach außen getragen werden, sichtbar machen kann.



## Mobilitätskonzept



Abb. 92: Cargobike

Obwohl die Hauptverkehrsart in Kiel der Individualverkehr ist, sind die öffentlichen Verkehrsmittel in der Stadt gut ausgebaut und integriert. Die wichtigsten öffentlichen Verkehrsmittel sind Busse und Fähren. Auch ein Nah-/Regionalbahnangebot ist im Stadtgebiet vorhanden. Zusätzlich zu den Carsharing-Angeboten im Stadtgebiet gibt es seit kurzem auch Bikesharing- und E-Scooter-Anbieter, die von Einwohner:innen und Tourist:innen genutzt werden, um sich in der Stadt zu rechtzufinden.

Kiel verfügt auch über ein relativ gut ausgebautes Netz von Radwegen, die die Hauptverkehrsader Westring mit der Veloroute 10, Kiels erstem Radschnellweg, verbinden. Wir schlagen einen zusätzlichen Fahrradparkplatz auf der dem Gebäude südlich gegenüberliegenden Straßenseite vor. Hier befindet sich eine Tankstelle, die zusätzlich mit Ladestationen für Elektrofahrzeuge ausgestattet werden soll.

Unser urbanes Mobilitätskonzept setzt auf geteilte Mobilitätssysteme wie ÖPNV, Bikesharing, Scootersharing, Carsharing und Ridesharing. Zusätzlich werden Sharingsysteme für Werkzeuge, Einrichtungen und andere Ressourcen für die Bewohner:innen unterstützt und in einem offenen, einladenden Hinterhof des Wohngebiets geplant.

Im Rahmen des Wettbewerbs wurden die meisten Transporte zu Fuß, per Gebrauchtfahrrad oder auch Leih-Cargobike erledigt.

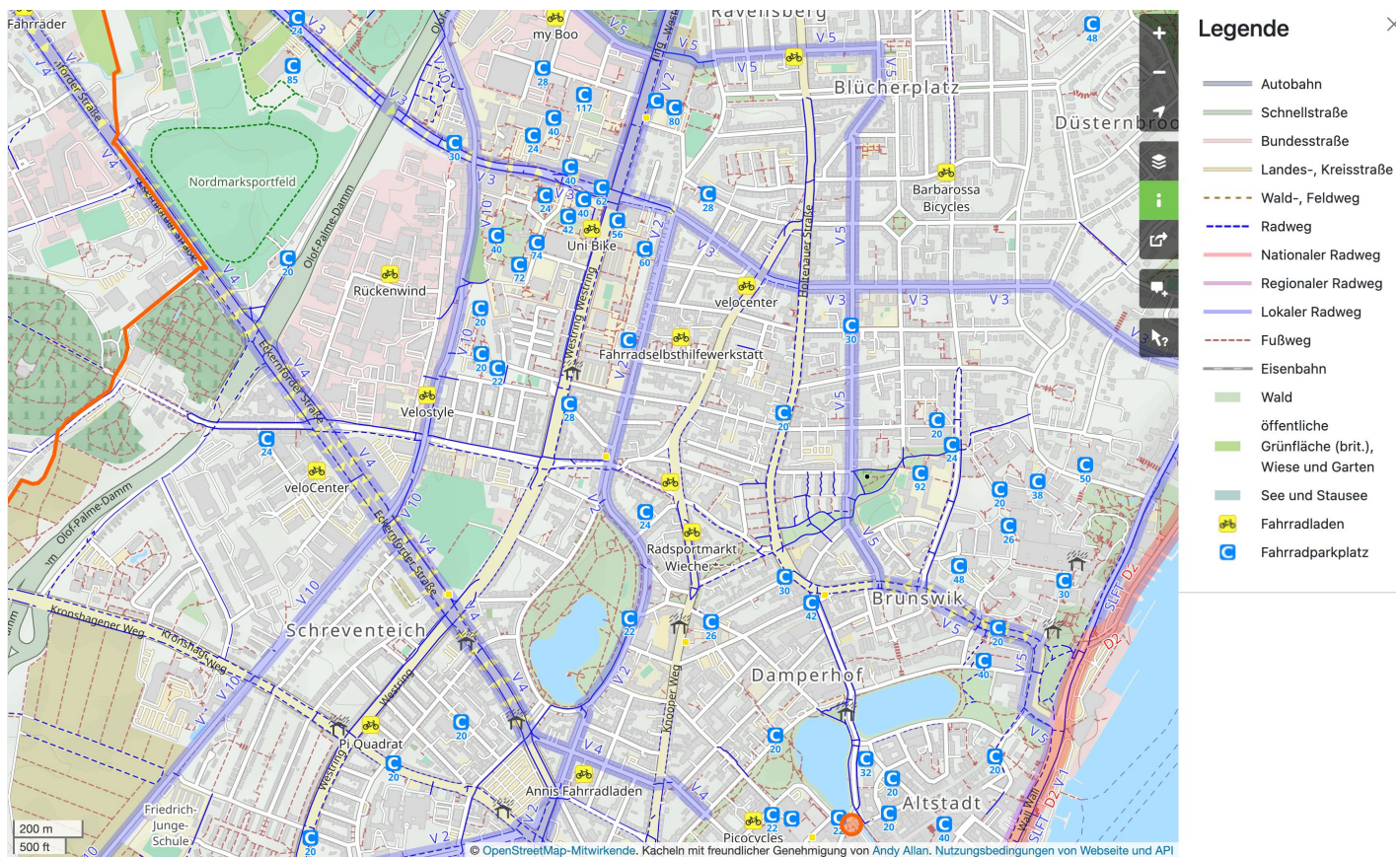


Abb. 93: Plan Radwege



## HDU in Wuppertal

Die Housing Demonstration Unit (HDU) repräsentiert die architektonischen Leitideen, um die in Kiel zu schaffenden Qualitäten im Rahmen des Wettbewerbs in Wuppertal aufzuzeigen. Die Einheit ist ein nahezu exakter Ausschnitt des Entwurfs.

Es ist eine der Wohnungen der fünften Etage, mit dem anteiligen, darüber liegenden Dachbereich. Die Ausrichtung der HDU ist an die auf dem Solarcampus in Wuppertal zugewiesene Position angepasst, der Wintergarten nach Südwesten ausgerichtet. In der realen Situation in Kiel würden wir hingegen die klare Nordsüdrichtung vorfinden.

Bei der HDU handelt es sich um einen Gebäudeausschnitt, der sich in der Realität sowohl nach unten als auch zu den Seiten hin fortsetzen würde. Um dies darzustellen, haben wir die Nachbarwohnungen mittels angeschnittener Bauteile angedeutet. Dadurch ist auch der Wandaufbau mit seinen einzelnen Schichten und der Dämmung zu sehen.

Die HDU selbst ist auf einem kleinen Plateau aufgebaut, das dem Deckenbereich der darunterliegenden Wohnung der vierten Etage entspricht.



Abb. 94: Die HDU in Wuppertal



Abb. 95: Treppenhaus

Über eine für den Wettbewerb angelegte „Rollrampe“ gelangen die Besucher zum Eingangsbereich der HDU, den Menschen mit physischen Beeinträchtigungen stattdessen über einen Plattformaufzug erreichen können. Ausstieg ist entweder in der Musterwohnung, oder auf dem Dachgeschoss.

Ansonsten ist die Zugangssituation eng an die in Kiel zu erwartende Situation angelehnt. Kleine Abweichungen mussten regelbedingt vorgenommen werden.

Im Wesentlichen wurde das eigentlich vorhandene Treppenhaus vertikal weitergeführt. Auf dem Treppenabsatz befinden sich also zwei Wohnungstüren. Die eine führt in unsere ausgebaute, voll funktionsfähige Wohnung, durch die gegenüberliegende gelangt man in Wuppertal auf dem Wettbewerbsgelände nach einer Besichtigung wieder ins Freie, durch die angeschnittene Nachbarwohnung hindurch.

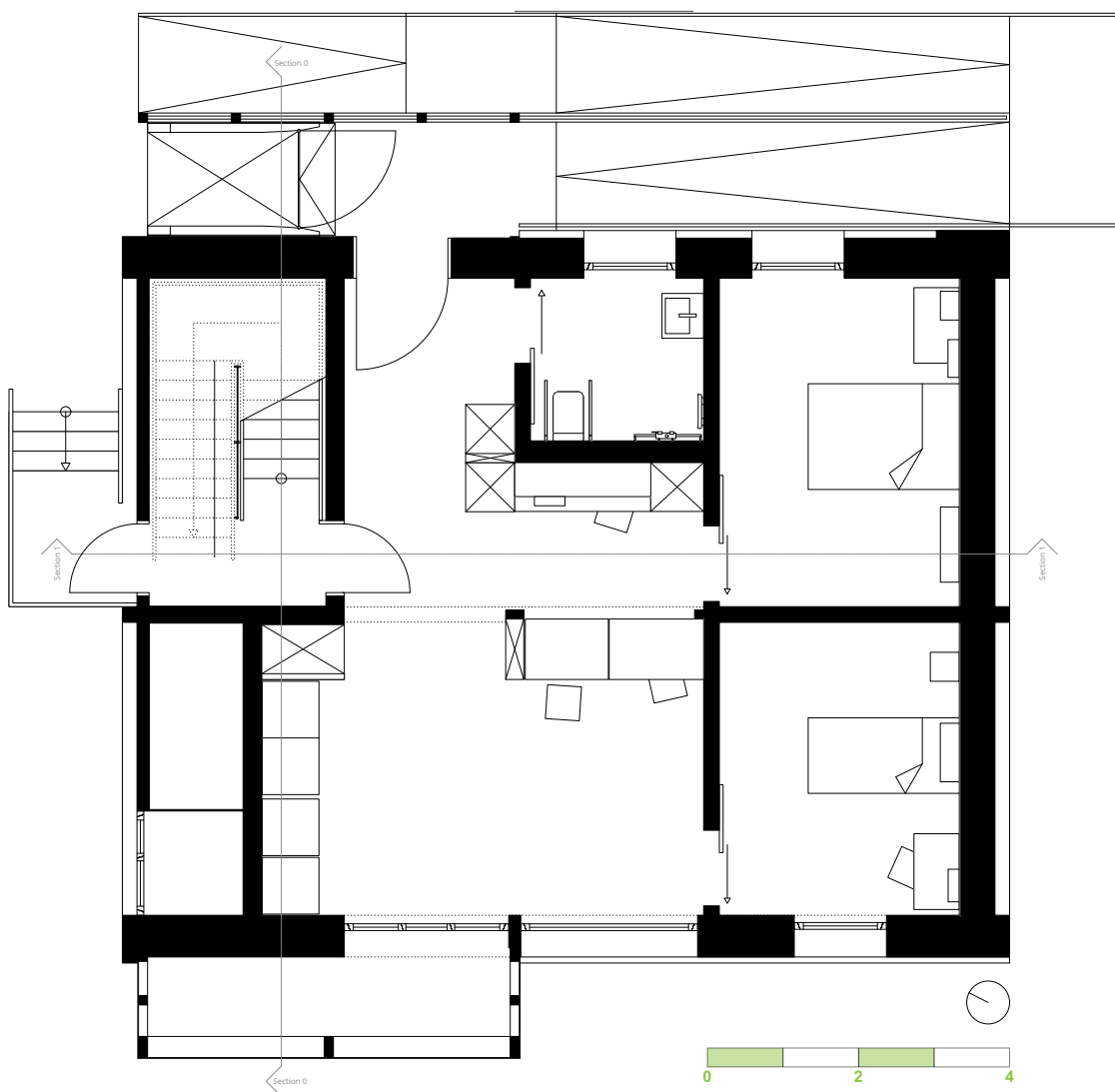


Abb. 96: Grundriss HDU | M 1:100



Die HDU selbst zeigt einen beispielhaften Grundriss für eine kleine, rollstuhlgerechte Wohneinheit mit zwei Einzelzimmern, einem großen kombinierten und modifizierbaren Wohn- und Essbereich sowie einer offenen Küche, dem barrierefreien Bad und dem vorgelagerten „vertikalen Energiegarten“.

Bei der Gestaltung der Innenräume steht die inklusive Zugänglichkeit für alle im Mittelpunkt. Um einer so großen Gruppe gerecht zu werden – und dies auf platzsparende Weise –, ist das Mobiliar auf verschiedene Weise anpassbar.

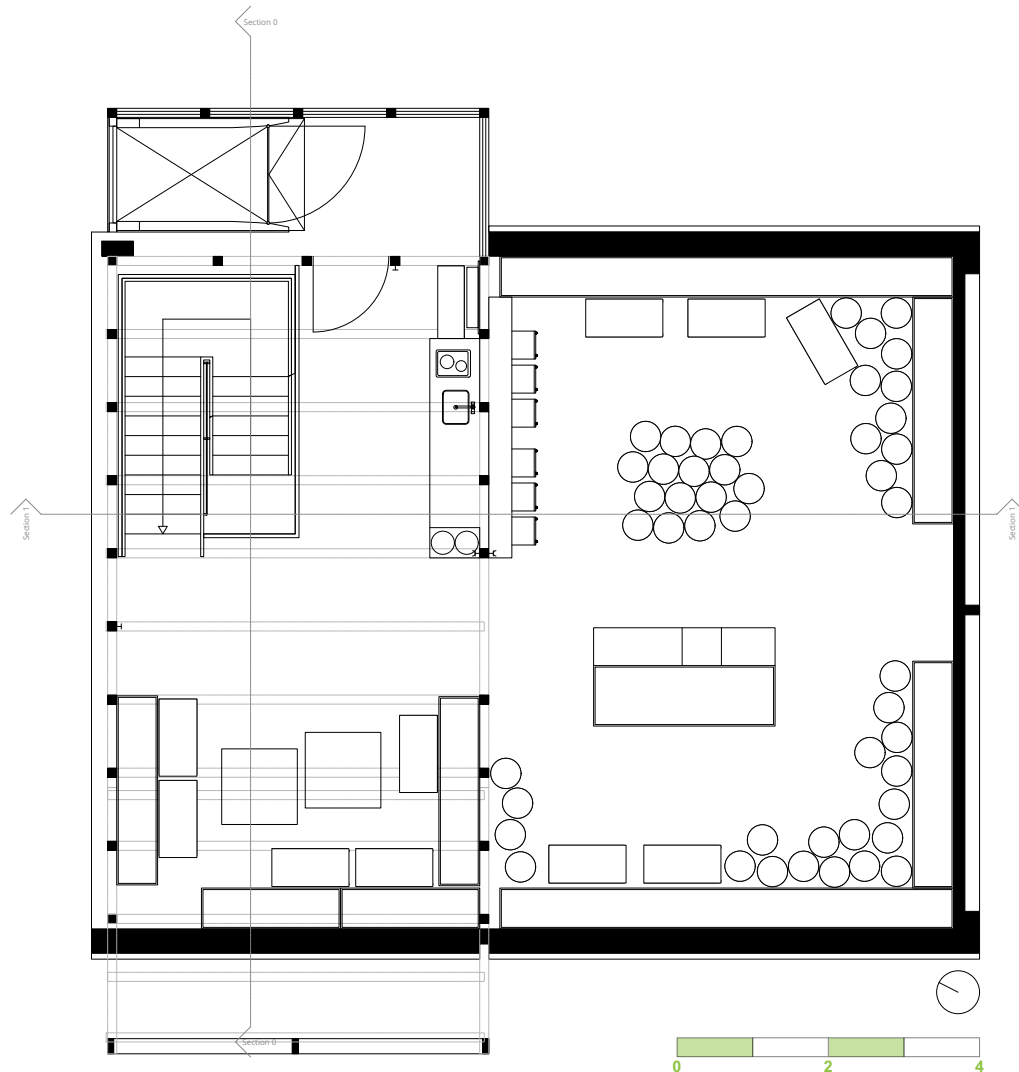


Abb. 97: Grundriss Rooftop | M 1:100

## Baustoffe

Die Wahl der Baustoffe wird neben der Prüfung nach Anwendungs- und Gebrauchstauglichkeit in folgender Reihenfolge vorgenommen:

nachwachsende, regionale Ausgangsstoffe + Rückbau-/Nachnutzungsfähigkeit + Rezyklierbarkeit.

Unser Hauptwerkstoff Holz ist nachwachsend, sehr vielseitig, und ist, wenn richtig geplant und eingesetzt, extrem langlebig. Am Lebensende kann es problemlos wieder in den natürlichen Kreislauf eingebracht werden. Wir nutzen die Ästhetik des Holzes selbst mit ihren natürlichen Farbschattierungen von braun über grau bis hin zu schwarz, letzteres im Falle der karbonisierten Fassadenbretter. Der Feuchtigkeitsschutz wird konstruktiv gelöst. Auf diese Weise vermeiden wir komplett den chemischen Holzschutz, der folgenreich für die menschliche Gesundheit und die Umwelt ist.



Abb. 98: Urban Mining Brettstapel



Abb. 99: Karbonisiertes Holz

Eingesetzt wird das Holz bei uns sowohl für die Rohbaukonstruktion inklusive Decks und Fassaden als auch für den Innenausbau, hier als Bodenbelag und Wandbeplankung, sowie für sämtliche Möbel. Die Konstruktionen bieten einen vereinfachten Rückbau und den Verzicht auf Klebstoffe, Farben oder andere giftige Bestandteile. In den meisten Fällen verwenden wir Massivholz, um Kleber und weitere Bindemittel zu vermeiden.

Durch die Wahl eines eher monomaterialistischen Konzepts wird es möglich, die wirtschaftliche Effizienz zu erhöhen, Zeit in der Bau-/Rückbauphase zu sparen und eine mühelose Trennung der Baumaterialien zu ermöglichen.

In Bezug auf die Dämmung arbeiten wir mit ausschließlich organischen Materialien. Aus dem Anspruch der Regionalität sollte gezeigt werden, wie das Gebäude komplett mit dem an den Stränden von Schleswig-Holstein zu großen Mengen anfallenden Seegras ausgestattet werden kann. Da die Verfügbarkeit zur Zeit des Wettbewerbs nicht gegeben war, sind wir auf ein ebenfalls regionales Produkt, das zertifizierte Baustroh, ausgewichen.

Als Team **deeply high** haben wir uns zum Ziel gesetzt, durch den Einsatz von ökologisch verträglichen Baustoffen auch das Bewusstsein für Wohngesundheit und Ökologie der Teammitglieder und das der Besucher zu sensibilisieren.

## Wände

Das kleine Gebäude wurde in einer einfachen, erprobten Holzständerbauweise geplant und errichtet. Die Außenwände der beiden Fassaden sind tragend. Die hier verwendeten Brettschichtholzstiele (GL24h) haben einen Querschnitt von 8/32 cm. Dadurch ist die Dämmstoffdicke vorgegeben: 32 cm dick ist hier zertifiziertes Baustroh eingebracht, von einer DWD-Platte, einer mittelfesten Holzweichfaserplatte, geschützt. Ein großer Unterzug verläuft in der Mitte des Gebäudes, dabei parallel zu den Außenwänden und verkürzt so die Spannweite der Deckenbalken. Von innen werden die Außenwände mit einem dampfbremsenden Rauspundsystem aussteifend verschalt (GFM-Diagonalplatten), bevor in ein oder zwei Lagen 16 mm dicke Lehmplatten die letzte Schicht zum Innenraum bilden. Diese würden in der Realsituation mit Lehm verspachtelt und/oder verputzt werden. Da Lehmbauplatten nicht brennbar sind, werden dadurch die Brandschutzanforderungen erfüllt.





Abb. 100: Modul mit Unterzug



Abb. 101: Stroh in Außenwand

Die beiden anderen Außenwände, die für die Wohnungstrennwände stehen, sind identisch aufgebaut. Eine hinterlüftete Fassade schützt die Außenwandkonstruktionen: Auf eine Unterkonstruktion aus Holzlaten wird eine Boden-Deckelschalung aus wechselweise vergrautem (Urban Mining) und karbonisiertem Holz (Selbsterstellung aus alten, unverkaufbaren Resthölzern) aufgebracht. In die Fassade ist zusätzlich zu Demonstrationszwecken eine Algenstruktur in Form eines kleinen Wasserfalls integriert. Die Innenseite der Außenwände ist mit Lehmbauplatten verkleidet.

Im Inneren sind die dünnen Wände (Dicke ca. 12 cm) in Leichtbauweise ausgeführt. Die lastabtragenden Stützen der Innenwände sind aus Brettschichtholz GL24h 12/12 cm gefertigt. Die Innenwände sind ebenfalls mit Lehmbauplatten verkleidet, aber nicht an der vertikalen Lastabtragung beteiligt.



Abb. 102: Algenwasserfall

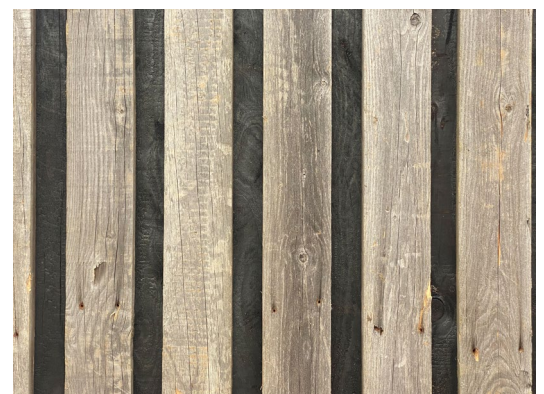


Abb. 103: Detail Fassade – karbon + mining



## Boden

Eine um ca. 50 cm aufgeständerte Balkenlage dient als Bodenplatte des Hauses. Die Unterseite ist zum Feuchteschutz gegen den Grund mit Faserzementplatten beplankt. Zum Innenraum hin verschließt eine Rauspundschalung die Gefache, die zuvor mit Baustroh gefüllt wurden. In einem späteren Stadium wurde eine Kreuzlattung verlegt, bevor der endgültige Bodenbelag aus Massivholzdielen erfolgt. Der so erzeugte Hohlraum beherbergt Elektro- und Wasserleitungen.



Abb. 104: Boden mit Stroh herstellen



Abb. 105: Kreuzlattung



## Decke/Dach

Die Decke ist in diesem Fall schon das Flachdach, das analog zur Bodenplatte aufgebaut ist. Zusätzlich musste eine belüftete Ebene unter der Abdichtung, die mit einer EPDM-Bahn hergestellt wurde, geschaffen werden. Ein Geländer aus Holz dient als Absturzsicherung. Der Bodenbelag selbst besteht aus witterungsresistenten Lärchendielen.

Das Dach ist als begehbare Dach mit einer Dachterrasse konzipiert, von der eine Hälfte als ein kalter Wintergarten angelegt wird. Sämtliche Bereiche des Dachs sollen zum Zwecke eines Rooftopfarmings bepflanzt werden.



Abb. 106: Terrasse: Decke dämmen



Abb. 107: Terrasse verbrettern

## Wintergarten

Der sogenannte „vertikale Energiegarten“ geht im Fall der HDU in den geschützten Bereich des Dachs über. Statik und Gestaltung wurden genau abgestimmt, bevor eine CNC-gesteuerte Abbundanlage die mit Steckverbindungen konzipierten Elemente präzise fertigte. Vor Ort betrug die Rohbaumontage des gesamten Wintergartens nur knapp einen halben Tag. Verglast wurde mit 32 Einzelscheiben aus 12 mm Verbund-sicherheitsglas (VSG), gehalten durch ein einfaches Pressleistensystem, das direkt auf die Holzkonstruktion montiert wurde. Alle Materialien stammen direkt aus Wuppertal.



Abb. 108: Wintergartenmontage

## Küche und Wohnbereich

Küche und Wohnbereich bilden das Herzstück der Wohnung. Ein offenes Regal zeigt eine Trennung der Bereiche an, ohne jedoch einzugehen. Es ist in der Mitte des Raums an einer der tragenden Stützen befestigt und dient auch als Fixpunkt für Lampen und als Ablage, z. B. für den Fernseher.



Abb. 109: Küche

Die Arbeitsfläche der Küche ist im endgültigen Vorschlag höhenverstellbar, in der HDU ist das lediglich angedeutet. Die gilt auch für den Schrank über der Arbeitsplatte, der, mittels Schalter bedienbar, sich dem Benutzer entgegenbewegt. So können Menschen unterschiedlicher Körpergröße und Arbeitsposition die Elemente einfach nutzen, dies gilt insbesondere für Rollstuhlfahrer:innen. Die Arbeitsflächen sind unterfahrbar. Es gibt keine Unterschränke, trotzdem ist ausreichend Stauraum vorhanden.

Für noch mehr Flexibilität beim Arbeiten in der Küche können mobile Induktionskochplatten frei im Küchenbereich oder sogar draußen auf dem Balkon oder der Dachterrasse angeschlossen und benutzt werden. Der Backofen ist auf Höhe der Arbeitsplatten fixiert. Zur besseren Erreichbarkeit des Innenraums für alle Personengruppen lässt sich die Backofentür beim Öffnen komplett unter die Ofeneinheit einschieben.

Die Oberfläche der Möbeltüren besteht aus hellblauem, rein ökologischem Möbellinoleum, um den Küchenbereich hervorzuheben und einen farblichen Kontrast zu den Tischlerplatten aus Birke zu schaffen. Auf der Arbeitsfläche liegt ein graues Möbellinoleum, wodurch die Reinigung erleichtert wird.



Gegenüber der Küchenzeile stehen bewegliche Esstische, die auf feststellbaren Rollen montiert sind. Somit ist eine große Nutzungsvariabilität gegeben. Die Sitzgelegenheiten werden mit Stauraum in Form von kleinen Schränken auf Rollen kombiniert. Sie ergänzen auf diese Weise perfekt die bereits bestehenden Möglichkeiten einer individuellen Raumnutzung.



Abb. 110: Küche und Essbereich

Der Wohnraum ist schnell veränderbar, so dass auf unterschiedliche Bedürfnisse reagiert werden kann. Somit wird eine räumliche Flexibilität innerhalb der Einheit geboten.

Das Wohnzimmer ist mit einer Couch ausgestattet, die aus vier einzelnen, fest installierten Elementen besteht. Auch hier befindet sich unter den gepolsterten Sitzflächen wieder zusätzlicher Stauraum.



Abb. 111: Blick auf Sofa und Wintergarten

Die großen Fenster, die den Zugang zum Wintergarten nach draußen ermöglichen, lassen das natürliche Licht den Raum durchfluten und öffnen ihn so zusätzlich. Eine Besonderheit ist diese Erweiterung, die im Beispiel der HDU in das Gewächshaus auf dem Dach übergeht. Bei gutem Wetter kann man die Fenster der Loggia komplett öffnen und die Grenzen zwischen innen und außen verschwimmen lassen.

Durch die wärmere Atmosphäre und das direkte Sonnenlicht ist dies auch der perfekte Ort zum Wäschetrocknen.

## Zimmer

Von Küche und Wohnzimmer ausgehend, erreicht man die beiden Schlafräume, die mit Schiebetüren verschlossen werden können.

Das Zimmer, das seitens der Küche zugänglich ist, ist mit einem großen Bett, einem großen Kleiderschrank und einem versenkbaren Sekretär ausgestattet. Auch hier sind die Schranktüren mit Möbellinoleum beschichtet, diesmal in hellgrün, um ein Gefühl von Lebendigkeit zu vermitteln.



Abb. 112: Schlafraum

Im Inneren des Schrankes befindet sich eine absenkbare Kleiderstange mit Bügeln, somit auch wieder vom Rollstuhl aus erreichbar. Das Herausnehmen und Verstauen der Kleidung wird so enorm erleichtert.

In den zweiten Raum gelangt man durch den Wohnzimmerbereich. Er ist etwas kleiner als sein Gegenstück. Um ihn optimal auszunutzen, während er trotzdem rollstuhlgerecht ist, ist die Wand gegenüber der Tür mit einem Steckbrettssystem (Peg-Board) versehen. Ein regelmäßiges Raster an Bohrungen erlaubt es den Nutzern, Hartholzstäbe individuell anzuordnen, um dort Regalbretter oder entsprechende Schränkchen aufzuhängen. Es entsteht ein auf persönliche Bedürfnisse abgestimmtes Regalsystem, das leicht verändert und ergänzt werden kann. Es ist sehr gut zugänglich, da alle Schränke sowohl vertikal als auch horizontal verschoben werden können. Auch ein Arbeitstisch ist darauf montiert.



Abb. 113: Zweiter Raum

Um dieses System zu vervollständigen, ist das Bett auf Rollen beweglich, so dass bei Bedarf jeder Punkt auf der Stecktafel erreicht werden kann.



## Bad

Das Bad liegt neben der Eingangstür und teilt sich aus Effizienzgründen die Installationswand mit der dahinterliegenden Küche. Eine raumsparende Schiebetür erlaubt den Zugang. Damit diese auch vom Rollstuhl aus bedient werden kann, wurde eine zweite Griffmulde in der Mitte der Tür angelegt. Auf diese Weise wird die erforderliche Armreichweite zur Bedienung halbiert. Diese sehr kostengünstige Lösung kann auch in bereits bestehende Systeme eingebaut werden und ist dennoch ästhetisch.



Abb. 114: Sanitärraum

Im Inneren des Badezimmers ist die Anordnung einfach und sauber gehalten. Die behindertengerechte Toilette ist in einer normgerechten, bequemen Höhe angebracht und verfügt über einen klappbaren Griff an einer Seite. Auf der anderen Seite dient eine entsprechende Ausformung des unterfahrbaren Waschbeckens ebenfalls als Griff, womit beidseitig Stützen vorhanden sind. Der Duschbereich ist nicht mit dem üblichen, einklappbaren Sitz ausgestattet, da direkt vom WC aus geduscht werden kann. Dies spart Platz und Material. Die Armaturen und der Duschkopf sind in Reichweite.

Der Bodenbereich des großzügigen, komplett barrierefreien Badezimmers ist mit einem befahr- und begehbaren Fußbodenbelag mit auf Fuge verlegten Lärchendielen belegt. Darunter befindet sich auf der gesamten Fläche eine mit einer EPDM-Bahn ausgelegte Fläche, sodass der Raum eine einzige, große Duschtasse darstellt, ohne Rand, Stufe oder Begrenzung.

Die Wandflächen sind, wie in der gesamten Wohnung, mit Massivlehmplatten beplankt. Im direkten Duschbereich zeigt die weiße Färbung eine wasserabweisende Oberflächenbehandlung mittels Kalk-Kasein-anstrich an. Alternativ ist dort auch Tadelakt oder gar eine Verfliesung denkbar. Generell führen die diffusionsoffenen Flächen zu einem extremen Feuchteausgleich, der Aufnahme großer Wassermengen aus der Luft. Spiegel und Fenster werden nicht beschlagen.



Abb. 115: Rohboden Bad

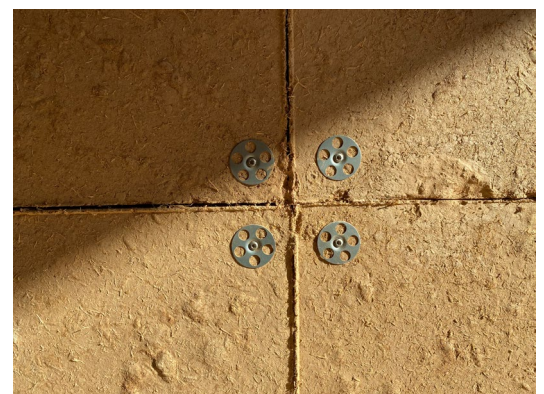


Abb. 116: Lehmplatten

## Module

Aus Transportgründen wird das Gebäude in fünf maximal 2,50 m breite Module unterteilt. Diese werden unabhängig voneinander fertiggestellt und zu einem späteren Zeitpunkt zusammengefügt. Die Verbindung der Module wird schubfest sein. Die einzelnen Module sind in sich stabil.

Der Wintergarten wird erst nach dem Zusammenfügen der Module montiert. Das Gleiche gilt für die Geländer sowie weitere Ein- und Aufbauten des Daches.

Der Wintergarten selbst besteht aus dem Bereich der Frontfassade (= vertikaler Energiegarten) sowie dem „Dachaufbau“. Technisch haben wir es mit einem Pfettendach zu tun, mit Randbindern und einer aussteifenden Konstruktion aus senkrechten und schrägen Streben. Die Pfetten und die Randbinder bestehen aus Brettschichtholzbalken 12/28 cm GL24h.

Die Frontfassade des Wintergartens ist als Pfosten-Riegel-Konstruktion aus Brettschichtholz GL24h 8/20 cm ausgeführt. Die Verstrebungen und Stützen sind aus Brettschichtholz GL24h 12/12 cm gefertigt. Die Aussteifung der Dachfläche und der Frontfassade erfolgt durch Spanndiagonalen aus Stahl (16 mm). Der Wintergarten wird nach Montage und Ausrichtung der fünf Hauptmodule des Gebäudes dort aufgesetzt und angeschlossen. Er erhält eine Fassade aus Sicherheitsglas (VSG, 12 mm) und eine PV-Anlage aus 16 Einzelelementen.

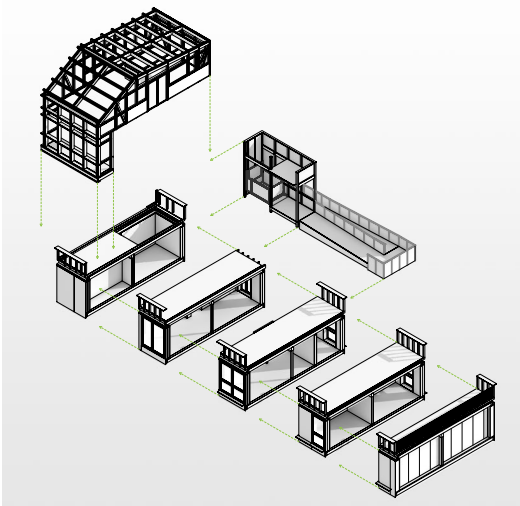


Abb. 117: Skizzen der Module



Abb. 118: Montage der Photovoltaik



Der gesamte Wintergarten ist durchlüftet und in das Lüftungskonzept des Hauses eingebunden. Er kann jederzeit einseitig geöffnet werden und wird nicht beheizt.



Abb. 119: Überkopf-Verglasung Wintergarten

## Übertragbarkeit

Die beschriebenen Konstruktionen werden mit eventuell geringfügigen Änderungen auf die Gebäude in Kiel übertragen. Es ist zu prüfen, ob die Ausführung des Treppenhauses in Kiel auch in Holz möglich ist. Zur Zeit werden diesbezüglich auf Bundes- und Landesebene Bauordnungen diskutiert und teilweise angepasst.

Die zusätzlichen Lasten aus der Aufstockung werden über die tragenden Wände des Bestandsgebäudes in den Baugrund abgetragen. Nach den vorliegenden Zeichnungen handelt es sich dabei um Mauerwerkswände aus Kalksandsteinen. Nach dem derzeitigen Planungsstand kann das vorhandene Mauerwerk diese Belastung aufnehmen. Diese Annahme muss jedoch, wie auch bei anderen Standorten, zuvor durch ein Bestandsgutachten bestätigt werden.

Die Gründung der HDU ist nicht repräsentativ für einen realen Standort. Hier handelt es sich um eine Pfahlgründung. Die vorliegenden statischen Berechnungen zeigen, dass einige Pfähle stark belastet sind. Dieses Problem kann gelöst werden, indem die Last auf andere vorhandene Pfähle übertragen wird. Wenn dies aufgrund der Anordnung der Pfähle nicht möglich ist, ist eine Nachrüstung mit Mikropfählen denkbar.

## Technik

Die allgemeine Energiestrategie, die das Team „deeply high“ bei seinen SDE-Bemühungen verfolgt, basiert auf dem Ansatz, „less is more“, bzw. „low tech vor high tech“. Letztlich geht es auch bei der technischen Gebäudeausrüstung um die Themen Ressourcen sparen, Effizienz, Anwender:innenfreundlichkeit und Kosten. Das bedeutet, dass wir zuerst alle im Gebäudeumfeld verfügbaren Quellen analysiert haben. Die unten genannten Energiestrategien wurden in Abhängigkeit von der Ausführbarkeit für die Design Challenge geplant und zu großen Teilen in der HDU demonstriert.

### Photovoltaik

Eine der größten Herausforderungen bei der HDU-Planung war es, die unterschiedlichen Anforderungen zu erkennen und sorgfältig abzuwägen. Dies gilt insbesondere den für die Nutzer:innen wichtigen Gestaltungsaspekten rund um räumliche Qualitäten einerseits und technische Effizienzüberlegungen andererseits. Insbesondere für die Integration der effizienten PV-Anlage, die extrem leistungsfähig sein musste, spielte dies eine Rolle. Daher wurden bestimmte Winkel in der Aufstellung der Anlage erforderlich, die sich dennoch in das Design der Architektur einfügen musste.

Nach intensiven Diskussionen zwischen den Ingenieuren und den Architekten unseres Teams wurde schließlich eine Lösung gefunden, die auf dem Einsatz hocheffizienter, halbtransparenter PV-Module basiert. Mit diesem lichtdurchlässigen und dachintegrierten System wird die Verdunkelung des Wintergartens minimiert, gleichzeitig aber für die notwendige Beschattung gesorgt. So entsteht ein attraktives Raumklima im Wintergarten, das sowohl für die Bewohner:innen als auch für die Pflanzen angenehm ist.

In die Dachkonstruktion des gläsernen Wintergartens sind anstatt der herkömmlichen Verglasung 16 Photovoltaikmodule eingebaut, die die Sonneneinstrahlung in elektrische Energie umwandeln. Der Hybrid-Wechselrichter (X3-Hybrid-10.0-D-E) und SLA-Batterien komplettieren das System, das als installierte Leistung genau 3 kW erbringt. Die Speicherkapazität der Batterie ist gemäß Reglement des SDE auf 2,5 kW begrenzt.



Abb. 120: Photovoltaik abends



Um die Transparenz und die Leistungsmerkmale der PV-Module bestmöglich zu nutzen, wurde die Dachkonstruktion speziell angepasst. Besonders effizient arbeiten die PV-Module bei einer Südausrichtung mit einem Neigungswinkel zwischen 30° und 45°. Auf der Grundlage dieser Daten wurde die Konstruktion des Wintergartens entsprechend ausgelegt. Obwohl der Wintergarten in Kiel nach Süden optimierbar ist, wurde er in der HDU nach Westen ausgerichtet. Dies macht deutlich, dass es sich um ein wandelbares Konzept handelt, das an viele verschiedene Ausrichtungen angepasst werden kann, wodurch es zu einer möglichen Lösung für viele Projekte wird, unabhängig vom Standort (Stadt, Land, Randlage).



Abb. 121: Semitransparente Photovoltaik

Im Rahmen der globalen Energiewende gewinnt die Integration von Energieerzeugungsanlagen in Gebäuden zunehmend an Bedeutung. Effizienz und attraktives Design schließen sich dabei nicht aus. Dank der Möglichkeit, dachintegrierte, semitransparente PV-Module als Ersatz für ein Glasdach einzusetzen, kann diese Form der nachhaltigen Energiegewinnung sogar einen positiven Einfluss auf das Design haben. Mehr noch: Es wird ein weithin sichtbares Zeichen gesetzt, ein Beispiel zur Nachahmung geschaffen.



Abb. 122: Elektromontage

## Organische PV

Der Einsatz von handelsüblichen halbtransparenten PV-Systemen ist nur der erste Schritt. Farbstoffsensibilisierte Solarzellen stellen eine Weiterentwicklung der designintegrierten, nachhaltigen Energieerzeugung dar. Diese zukunftsweisenden Solarzellen, die sehr gut mit diffusem Licht arbeiten, eröffnen ein völlig neues Anwendungsfeld. Solarzellen müssen nicht mehr nach Süden ausgerichtet sein, um möglichst effizient zu arbeiten, auch senkrecht geneigte Flächen oder die Montage in Bereichen abseits von direkter Sonneneinstrahlung sind denkbar. In einem Wintergarten, wie in diesem Projekt, könnten fast alle Flächen zur Energiegewinnung beitragen, ohne das Raumklima und die Lichtverhältnisse negativ zu beeinflussen. Forschung und Entwicklung sind noch in vollem Gange, wobei es um die Steigerung der Effizienz und auch um die Verwendung nachwachsender Rohstoffe geht. In der HDU wurde ein Testaufbau realisiert.



Abb. 123: Organische Photovoltaik



Abb. 124: Haustechnik

## Thermische Solarenergie

Für die Warmwasserbereitung und Kühlung wird der Energiebedarf durch thermische Sonnenkollektoren, die entweder auf dem Dach aufgeständert oder in die Brüstungselemente integriert werden, gedeckt. Eine hocheffiziente gekoppelte Luft-Wasser-Wärmepumpe arbeitet im Technikraum des Hauses, um den Warmwasserbedarf der Bewohner:innen zu decken und das Haus bei Bedarf zu heizen und zu kühlen. Ein 300 Liter fassender Pufferspeicher dient zur Speicherung des erwärmten Wassers. Von hier wird dann unter anderem ein Niedertemperaturflächenheiz- bzw. Kühlsystem bedient. Dieses konnte im Rahmen des Wettbewerbs nicht gezeigt werden.



## Geothermisches Energiepotenzial

Die Erdwärme ist eine enorme Energiequelle, die zurzeit im urbanen Kontext noch stark unterschätzt wird. Obwohl die Erschließung geothermischer Energie die schwierigste Aufgabe im städtischen Rahmen ist, wird die Herausforderung einfacher, wenn man sich von den Ballungszentren weg in Richtung der ländlichen Bereiche bewegt. Die Temperatur des ausreichend tiefen Bodens schwankt wenig in Abhängigkeit von den Jahreszeiten und liegt sowohl in Kiel als auch in Wuppertal ganzjährig bei 13 bis 14 °C. Daher bietet es sich an, die Erdwärme zum Heizen und Kühlen der Wohneinheiten in den Winter- bzw. Sommermonaten zu nutzen, wozu ein Erdreich-Luft-Wärmetauscher entwickelt wurde. Aufgrund der Wettbewerbsvorschriften (kein Aushub) wurde die HDU etwa einen halben Meter angehoben und spezielle Kanäle über dem Boden verlegt und mit Erde bedeckt. Die in das System hauptsächlich durch thermodynamische Effekte eingesaugte Frischluft durchläuft zunächst diese Kanäle, bevor sie in den Luftkollektor gelangt, wo sie mittels intelligenter Steuerung in Abwägung weiterer Quellen entsprechend nach Bedarf zur Verfügung gestellt wird.



Abb. 125: Verlegung Bodenrohre

## Vertikaler Energiegarten

Doppelfassadensysteme werden eingesetzt, um von der aufsteigenden Luft als Ergebnis von Sonnenerwärmung zu profitieren. Obwohl es sich in gewisser Weise auch um eine Trombe-Wand-Strategie handelt, kann man im Rahmen unserer Lösung nicht von einer Trombe-Wand-Anwendung sprechen, da es bei unserer HDU keine akkumulierende Wirkung der Innenwand gibt. Vielmehr steigt die erwärmte Luft auf, sobald sie aus dem Erdgeschoss des Doppelfassadenbereichs des Wintergartens vor der HDU angesaugt wird. Sie gelangt durch ein vertikales Rohr, das von PCM (Phase Changing Material) umgeben ist, strömend schließlich in den Luftkollektor. Das PCM liefert zusätzliche Wärme, wenn es bei niedrigen Temperaturen, also in der Nachtphase, wieder erstarrt. Genau dann müsste auch geheizt werden.

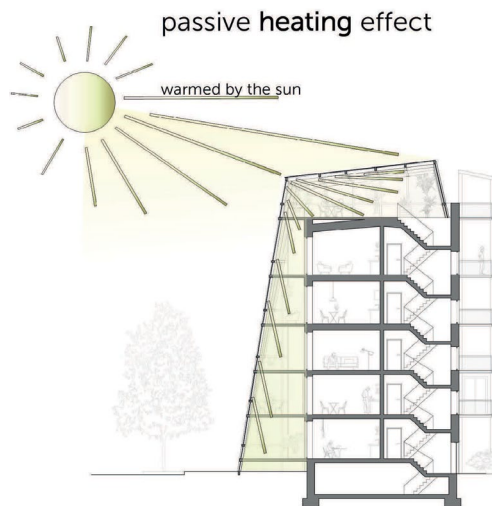


Abb. 126: Passive Heating

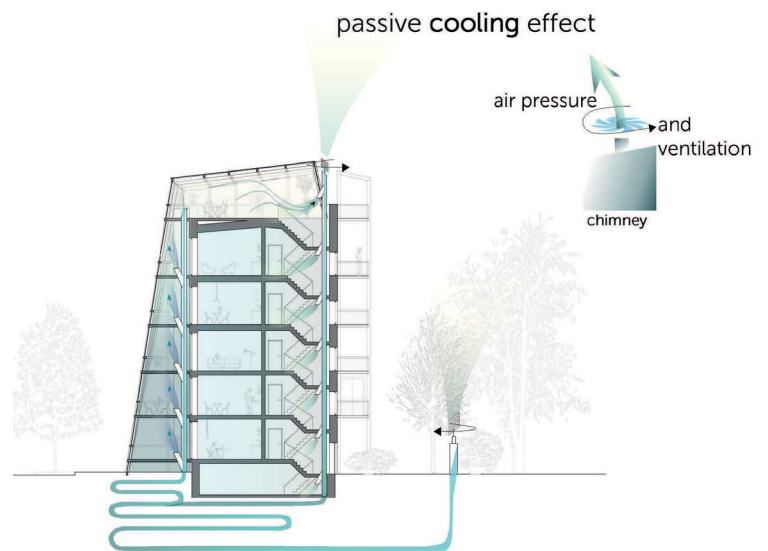


Abb. 127: Passive Cooling

Ähnlich wie bei der Doppelfassaden-Energieerschließung kann die warme Luft und die sich im Gewächshaus stauende warme Luft ebenfalls als Energiequelle für die HDU dienen. Ein reservierter Ansaugbereich sorgt für den Warmlufteintritt aus dem Gewächshaus und wird direkt in den Luftkollektor weitergeleitet. Die Entscheidung, welcher Luftweg in welchem Verhältnis genutzt wird, wird vom Verhältnis des Luftautomatisierungssystems sowohl für die Heiz- als auch für die Kühlphase der HDU bestimmt.

### Wärmerückgewinnung

Heutzutage ist es eine gängige Strategie, die Wärme der verbrauchten Luft, die aus den Räumen der HDU abgeleitet wird, zu nutzen. Die Kreuzstrom-Klimatisiereinheit (HRU), die im Technikraum platziert ist, wird verwendet, um mit der Wärme der verbrauchten Luft die angesaugte Frischluft unter Umgebungsbedingungen im Winter zu temperieren.

### Natürliche Lüftung über den „Slack Effect“

Covid-19 hat uns allen gezeigt, wie wichtig die Belüftung ist, um eine hohe Raumluftqualität zu erreichen. Die Strategie des deeply-high-Teams besteht darin, die positiven Druckunterschiede zwischen den verschiedenen Seiten der HDU zu nutzen, um die Frischluft in den Innenraum zu bewegen, ohne mechanische Belüftungsvorrichtungen zu verwenden.

Zu diesem Zweck nutzt das Design eine clevere Diagnose möglicher Unterdruckzonen um die Einheit herum und/oder zwingt eine bestimmte Zone, im Unterdruck zu bleiben. Der Schornstein der Grafik ist nur repräsentativ und zeigt eine Konfiguration, die den vorherrschenden Wind ausschließlich aus westlicher Richtung erhält. Weitere Alternativen für Schornsteinaufsätze werden derzeit im Labor für Strömungsmechanik der Fakultät für Maschinenbau der ITU erforscht.



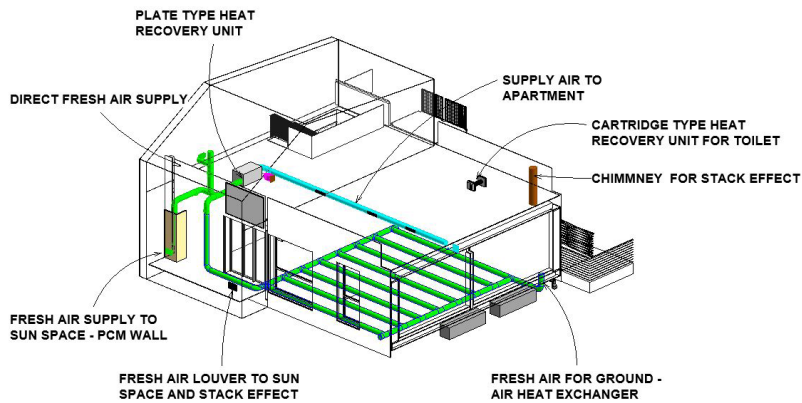


Abb. 128: Prinzipskizze Lüftung 3D

## Zusammenfassung

Die Methode des Teams deeply high zur Nutzung natürlicher Energiequellen beinhaltet immer eine individuelle Bewertung der jeweiligen Situation, Stadt, Land und Rand, um dann die möglichen Lösungen auf die intelligenteste Art und Weise zu kombinieren. Dabei besteht unser größtes Bestreben darin, Wärme-/Kältequellen, technische Lösungen, Gebäudeeigenschaften (Wärme-/Speicherung/Übertragung/passive Dispositive), Bezahlbarkeit und soziale Aspekte in einer möglichst ausgewogenen Weise im Hinblick auf die allgemeinen Nachhaltigkeitsziele zu planen.

## Kommunikation

Im Projekt Solar Decathlon Europe 21»22 steht für alle Mitglieder des Teams deeply high das Erlernen und Praktizieren von zielgerichteter, freundlicher und respektvoller Kommunikation an erster Stelle, unabhängig von Geschlecht, Alter, gesellschaftlicher oder beruflicher Position, Ausbildung sowie kulturellem oder sozialem Hintergrund. Die akuten Herausforderungen unserer Gegenwart und Zukunft sind nur auf diese Weise zu lösen: interkulturell, interdisziplinär.

In diesem Sinne haben wir das gesamte Projekt mit seinen vielen Facetten gestaltet. Ob es die Phase der Vorbereitungen in den verschiedenen Lehrformaten, die gemeinsamen Workshops in Lübeck und Istanbul waren, die Kontakte und der Austausch mit den Firmen und verschiedenen Institutionen, den vielen Menschen, die es geschafft haben, nicht Probleme, sondern Lösungen aufzuzeigen. Wir konnten liebe Menschen in Umfeld von Wuppertal gewinnen, die uns im Alltäglichen wie auch im Besonderen halfen. Durch unsere Ausstellungen und sonstigen speziellen Aktionen konnten wir unser Anliegen mit dem Schwerpunkt der soziokulturellen Nachhaltigkeit zeigen.

Durch das freundliche Miteinander rund um unsere HDU haben die alle diesen Ansatz bestätigt. Ein großer Dank geht dazu an das gesamte Organisationsteam. Am Ende verweisen wir noch ganz besonders auf die außergewöhnliche Kollegialität sowie die zuvorkommende, unterstützende und wohlwollende gegenseitige Atmosphäre, die unter allen Teams herrschte.

Unseren Ansatz der friedvollen, zielgerichteten Kommunikation haben wir nach intensiven Gesprächen mit „inter-natio/regio-nalen“ Künstlergruppe von ihnen bildlich umsetzen lassen. Die beiden gegenüberliegenden Fassaden unserer HDU zieren diesbezüglich und stellvertretend Darstellungen von unseres sehr speziellen deutsch-türkischen Miteinanders:

- der Eisvogel, der Regionen und Kontinente verbindet.
- die phantasievolle Kalligraphie, die für die Form der schriftlichen Überlieferung steht.
- Texturen und Farben, an traditionelle türkische Teppiche erinnernd: der Ort, an dem in vielen Kulturen Menschen zusammenkommen, um Gemeinsames zu leben.



Abb. 129: Ausschnitt des großen Bildes + Künstler: Ali Tufan Ulbegi aka Baker Oner (TUR), Marko Leckzut aka ZS One (GER), David Schulze aka ledudds (GER)





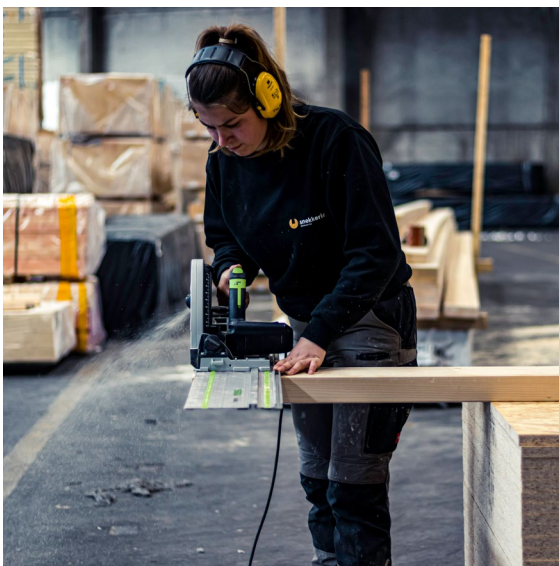
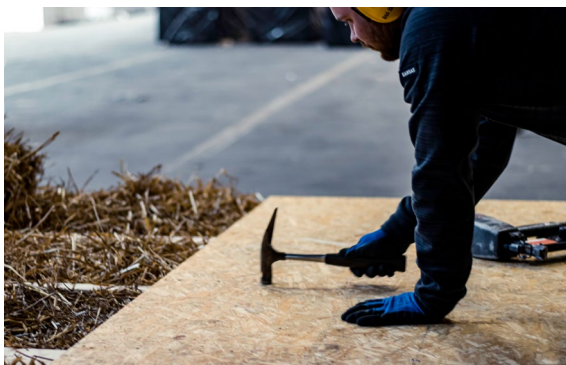
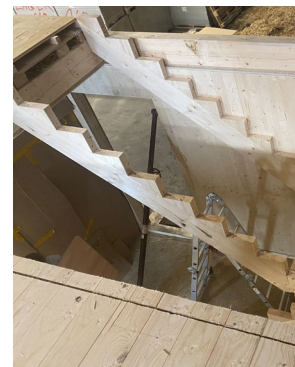
Abb. 130: Das Team auf dem Dach der HDU



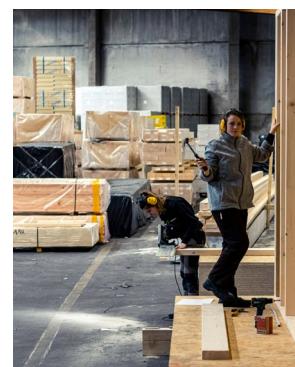
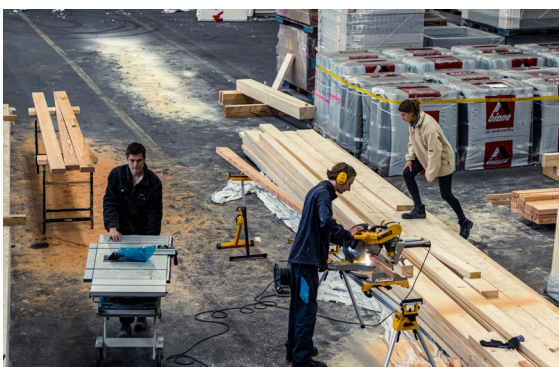
## Vorfertigung in Lübeck 11.04.2022 – 18.05.2022



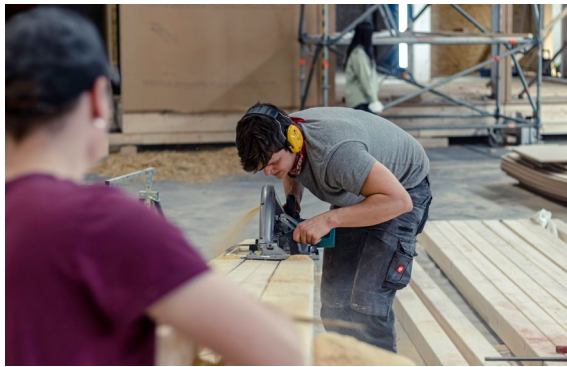
Am 11.04 um 7:00 Uhr fiel der Startschuss für die Vorfertigung der Module in Lübeck in den Hallen von Holz Michelsen / Jacob Cement am Geniner Ufer.



Das Gebäude wird in 5 Modulen unterteilt, jeweils bestehend aus Boden, Decke und Innenwänden bzw. Stützen. Die Einzelelemente werden von den Studierenden des Teams selbst gebaut und zusammengesetzt.







Verladung der Module am 18.05. nach 5 Wochen Vorfertigung. Jetzt geht es auf den Weg nach Wuppertal.





## Bauphase in Wuppertal 20.05.2022 – 09.06.2022



14 Tage haben die Teams Zeit ihr Gebäude in Wuppertal funktionstüchtig aufzubauen. Danach beginnt die Monitoring- und Besucherphase. Alle Gebäude sind für Interessierte geöffnet und können besichtigt werden. Zusätzlich müssen Aufgaben durchgeführt werden, wie zB. Wäschewaschen oder Kochen, um die Funktionsfähigkeit zu beweisen.



Die 5 vorgefertigten Module wurden per Tieflader von Lübeck nach Wuppertal gefahren und dort mit einer Kran abgeladen und zusammengesetzt.







Die Module stehen, jetzt folgt der Innenausbau und der Aufbau des Wintergartens.





Technische Hochschule Rosenheim

levelup

Rosenheim



# Renovierung und Aufstockung

Stadtteil Ludwigsfeld

Nürnberg



## Team levelup

Unser Team levelup besteht aus vielen neugierigen Köpfen mit einer gesunden Mischung aus visionären Ideen, technischem Know-how, Kreativität und interdisziplinärer Tatkraft. An dem Projekt arbeiteten Hand in Hand Studierende, wissenschaftliche Mitarbeiter:innen und Professor:innen aus den verschiedenen Studiengängen und Fakultäten der Technischen Hochschule Rosenheim.

Neben der öffentlichen Förderung durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) und dem Bayerischen Staatsministerium für Wohnen, Bau und Verkehr wurde unser Hochschulteam von knapp 100 Sponsoren aus der Industrie und Forschung durch sehr großzügige Sach- und Geldspenden unterstützt. Gemeinsam mit unseren Partnern wurden in fächerübergreifenden Arbeitsgruppen innovative Lösungen und Konzepte für die nachhaltige Wohnraumerweiterung durch Aufstockungen und den klimaneutralen Gebäudebestand entwickelt sowie eine House Demonstration Unit (HDU) geplant, gebaut und auf dem Solar Campus in Wuppertal betrieben.



Abb. 131: Team levelup vor seiner House Demonstration Unit auf dem Solar Campus in Wuppertal im Juni 2022 – Foto: BU Wuppertal



## Unsere Visionen

### levelup ... your living!

Unsere Motivation ist die Schaffung eines nachhaltigen, klimaneutralen und bezahlbaren Wohnraums, der sich durch den flexiblen Einsatz standardisierter Modulbauweise an unterschiedliche Gebäudetypen und -größen sowie an die individuellen Lebensstile und Bedürfnisse verschiedener Bevölkerungsgruppen (soziale Vielfalt) anpasst.

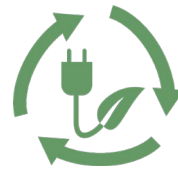
### levelup ... your building!

Unser adaptierbares Baukastensystem schafft durch Aufstockungen neuen sowie bezahlbaren Wohnraum, ohne wertvolle Grünflächen oder Biodiversität zu zerstören, und überführt Bestandsgebäude durch eine gleichzeitige Sanierung in einen klimaneutralen Gebäudebestand.



### levelup ... your sustainability!

Nachhaltigkeit wird durch die Verwendung von nachwachsendem Holz und rezyklierbaren bzw. bereits rezyklierten Materialien gewährleistet, die am Ende ihres Lebenszyklus sortenrein wiederverwertet werden können. Zudem erhöhen Grünflächen an Dach und Fassade die Biodiversität und Artenvielfalt.



### levelup ... your comfort!

Eine innovative und barrierefreie Raumgestaltung mit anpassungsfähigen Möbeln an unterschiedliche Situationen ermöglichen einen hohen Komfort und eine optimale Funktionalität des Raums und der Lichtgestaltung.



### levelup ... your community!

Bewohnerinnen und Bewohner in unterschiedlichen Lebensphasen leben zusammen und bilden eine starke Gemeinschaft, die sich gegenseitig unterstützt, indem sie Dienstleistungen und Güter teilen. Neu geschaffene Gemeinschaftsräume im Gebäude und auf dem begrünten Dach stärken das Nachbarschaftsgefühl im Quartier.



### levelup ... your technology!

Das Ziel, ein klimaneutrales Gebäude zu schaffen, erreichen wir durch den intensiven Einsatz von erneuerbaren Energien, wie Solarthermie, bauwerkintegrierte Photovoltaik an Dach und Fassade, Fernwärme und mehr.



Team:	levelup <a href="https://levelup-ro.de">https://levelup-ro.de</a>
Hochschule:	Technische Hochschule Rosenheim
Herkunft:	Rosenheim, Deutschland
Situation:	Renovierung und Aufstockung
Geschosse DC:	2 + Gemeinschaftsflächen auf dem Dach
Bebaute Fläche:	3565 m <sup>2</sup> individuelle Wohnfläche
Gemeinschaftsfläche:	774,9 m <sup>2</sup>
Fläche/Person DC:	21 m <sup>2</sup>
Wohneinheiten:	31
Bewohner:innen:	90

## Design Challenge

In unserem Projekt geht es um die Schaffung praxisorientierter, innovativer und zukunftsweisender Lösungen für bezahlbaren Wohnraum in urbanen Gebieten. Wir entwickelten eine modulare, zweigeschossige Aufstockung mit Dachgärten und Gemeinschaftsflächen in modularer Holzbauweise, die einen hohen Vorfertigungsgrad aufweist, um Bauzeit und -kosten zu minimieren. Der Fokus lag auf dem Bauen mit Holz, weil es sich um einen erneuerbaren, biogenen und CO<sub>2</sub>-speichernden Baustoff handelt. Neben Holz spielten aber auch andere rezyklierbare oder bereits rezyklierte Materialien eine wichtige Rolle. Mit einer nachhaltigen, energieeffizienten und sozialverträglichen Architektur sowie übertragbaren Lösungen möchten wir die Energiewende im urbanen Raum vorantreiben.

Das Aufstockungskonzept für unser bestehendes Mehrfamilienhaus kann an eine Vielzahl von Gebäudetypen angepasst werden, die den Gebäude- und Grundrisstypologien von Wohngebäuden aus den 1950er- bis 1970er-Jahren entsprechen. Damit wird eine Lösung für die städtebauliche Nachverdichtung geschaffen, die auf einen Großteil des deutschen Gebäudebestands angewendet werden kann. Unser Wettbewerbsbeitrag zu der Bauaufgabe 3 „Renovierung und Aufstockung“ wurde auf der Grundlage eines bestehenden Mehrfamilienhauses der Siedlungswerke Nürnberg im Stadtteil Ludwigsfeld entwickelt. Die modulare Bauweise ermöglicht es, individuell auf bestehende Situationen an unterschiedlichen Standorten zu reagieren und neuen Wohnraum zu schaffen, der auch an anderen Orten dringend benötigt wird. Mit seiner ausdrucksstarken, zukunftsweisenden Architektur hebt sich das System von dem Bestandsgebäude ab und bildet gleichzeitig durch die Neugestaltung und Renovierung der vorhandenen Fassade eine Einheit mit dem bestehenden Bauwerk. Die Aufstockung setzt ein erkennbares Zeichen für die Transformation des Gebäudebestands in eine klimaneutrale und klimaresiliente Zukunft. Die funktionale Aufwertung des Bestandsgebäudes mit Gemeinschaftsflächen, Dachterrassen, Photovoltaik und Begrünung zeigt die Themen Nachhaltigkeit, Biodiversität und Nutzung erneuerbarer Energien auch in der architektonischen Erscheinung und verdeutlicht die Potenziale für eine Stadterneuerung.

Mit unserem System möchten wir den urbanen Raum langfristig aufwerten und neuen, bezahlbaren Wohnraum schaffen, ohne dabei für die Natur wertvolle Grünflächen zu versiegeln. Die Aufstockung auf dem bestehenden Wohnkomplex besteht aus zwei Geschossen mit einer darüber liegenden begrünten, mit Photovoltaikmodulen ausgestatteten Dachlandschaft und setzt dem

Bestand sozusagen die „Krone auf“. Die lang geneigten Dachflächen mit Südostausrichtung tragen die Photovoltaikanlage. Auf der ertragsärmeren Nordseite befinden sich Grünflächen, entweder als Freibereiche und Gemeinschaftsflächen oder als Gewächshäuser. Straßenseitig setzt sich die Aufstockungsebene mit dem Dach klar vom Bestand ab. Die großzügigen straßenseitigen Öffnungen der Aufstockung kontrastieren dabei mit den kleineren Lochfenstern der Bestandsfassade. Diese wird mit einer vorgefertigten Holzfassade mit integrierten Fenstern saniert. Die vorgefertigten Fassadenelemente in Holztafelbauweise können in kurzer Bauzeit angebracht werden, für einen maximalen Lichteinfall angevoutet. Die vorgehängte opake Fassade wird nach Süden und Westen mit gebäudeintegrierter Photovoltaik, nach Norden und Osten mit Holzplatten und Begrünung verkleidet.

Erschlossen werden die leicht über den Bestand auskragenden Aufstockungsebenen und die darüberliegende neue Dachlandschaft auf der von der Straße abgewandten Seite über eine Konstruktion aus Stahl. Davor gesetzt sind auf der Höhe der Bestandstreppenhäuser die neuen Treppentürme mit Aufzügen, durch weite Teile des Bestands sowie der Aufstockung barrierefrei erschließbar sind. Auf Höhe der Aufstockungen wurden Laubengänge in das Stahlgerüst eingehängt, die über die gesamte Gebäudelänge die Horizontalerschließung für alle Bewohner:innen gewährleisten. Darüber hinaus bietet das Stahlgerüst auch den Bewohner:innen der Bestandswohnungen die Möglichkeit, großformatige, zueinander versetzte Balkone aus Belichtungsgründen in die Stahlstruktur einzusetzen. Dadurch erfahren auch die Bestandswohnungen eine Aufwertung. Auf der Rückseite verschmelzen Aufstockung und Bestand aufgrund der davorgestellten begrünten Stahlstruktur zu einer Einheit. Die Gemeinschaftsflächen ergeben sich aus den Ausgleichsflächen, die das Raster mit sich bringt. Daher befinden sich diese immer in unmittelbarer Nähe der Treppenhäuser. Die Modulbauweise ermöglicht ein zukunftsorientiertes Konzept, das an die raschen Veränderungen der Gesellschaft angepasst werden kann. Die Abmaße der Holzmodule ergeben sich durch die Transportgrößen eines Lastkraftwagens und haben eine Länge von 7,50 m, eine Breite von 2,95 m und eine Höhe von 3,10 m. Ziel des Entwurfes ist es, auf die Bedürfnisse der Bewohner:innen mit innovativen, ökonomischen und tendenziell kleineren Grundrissen zu reagieren.





Abb. 132: Wohngebäude der Siedlungswerke Nürnberg und zugleich Ausgangslage für die Design Challenge



Abb. 133: Architekturmodell der Design Challenge mit Blick auf einer der Gemeinschaftsflächen



Abb. 134: Straßenabgewandte Seite der Design Challenge



Abb. 135: Intensive Nutzung von Solarenergie an der Aufstockung



Abb. 136: Fotorealistische Darstellung des Bestandsgebäudes und der Aufstockung in Nürnberg nach den Konzepten und Visionen im Rahmen der Design Challenge





## Wohnkonzept

### Gemeinschaftsflächen stärken das soziale Miteinander

Die Aufstockung bietet einen Mehrwert für das Bestandsgebäude und die Umgebung. Der Schwerpunkt der Gemeinschaft liegt innerhalb des urbanen Quartiers, weshalb die Aufstockung aus zusätzlichen Gemeinschaftsbereichen besteht. Die sozialen Treffpunkte bilden Räume zur Kommunikation und Entspannung.

Durch die großflächige Verglasung dieser Bereiche und der Innenraumbegrünung entstehen ganzjährig nutzbare Gewächshäuser mit Bezug zur Natur. Die großen Dachterrassen bieten Freizeitmöglichkeiten und Urban-Farming-Konzepte an, bei denen sich die Bewohner:innen einbringen und kennenlernen können. Die biodiverse, intensive Begrünung schafft darüber hinaus ein gesundes Mikroklima und einen Zugewinn an Artenvielfalt. Das Konzept versiegelt nicht weitere Grünflächen, sondern gibt der Stadt und ihren Bewohnern Grünflächen und Freizeitbereiche zurück.

Die Wohnungen der Aufstockung fügen sich aus zwei oder vier Holzmodulen zusammen. Somit entstehen unterschiedlich große Apartments mit 36,7 bzw. 77,9 Quadratmetern Nutzfläche. Die verschiedenen Grundrisse bieten dem Quartier eine ausgewogene Anzahl an Wohnungsgrößen für verschiedene Personenzahlen. Die Aufstockung kann von diversen Nutzergruppen wie kleinen Familien, Rentnern, Studierenden sowie von körperlich beeinträchtigten Personen bewohnt werden. Die Barrierefreiheit in der gesamten Aufstockung bietet vielen Menschen neue Perspektiven und auch die flexiblen Innenräume können entsprechend an die Bedürfnisse der Bewohner:innen angepasst werden. In jedem Geschoss werden für alle Wohnungen separate Lagerräume als Kellerausgleich vorgesehen.



Abb. 137: Ludwigsfeld ist ein Stadtteil von Nürnberg und liegt im Südosten der Stadt. In Ludwigsfeld herrscht ein Mangel an Orten für Freizeit, Kultur, Sport und Aufenthalt, weshalb ein großes Potenzial für Veränderungen besteht. Die langgestreckten und monotonen Wohnhäuser finden sich in dem gesamten Quartier



Abb. 138: Die Gemeinschaft im Quartier soll nach der Umgestaltung an Bedeutung gewinnen. Neben einer eigenen App zur Vernetzung gibt es auch niederschwelligere Möglichkeiten, wie ein schwarzes Brett als Aushang





Abb. 139: Zueinander versetzte Balkone in der Stahlstruktur werten das Bestandsgebäude nachträglich auf – Foto: Sigurd Steinprinz | BU Wuppertal

## Urbane Einbettung

Wir entwickelten ein nachhaltiges Konzept, das bestehende Bebauungsstrukturen zukunftsorientiert aufwerten kann. Das Alleinstellungsmerkmal von levelup ist das modulare Baukastensystem, das durch seine Adaptierbarkeit an eine Vielzahl von Bestandsgebäuden aus den 1950er bis 70er-Jahren angepasst werden kann, da diese Strukturen ähnliche und für diese Bautypologie typische Merkmale aufweisen. Die positiven Aspekte von Modularität und Flexibilität erstrecken sich auch auf die eigentliche Wohnebene und manifestieren sich in einem neuen Lebensmittelpunkt für alle Generationen. Ein kurzes Wegenetz und ein zukunftsorientiertes Mobilitätskonzept, dem genügend Weitsicht und Sensibilität gewidmet wurde, sind Teil des Konzeptes. Die zusätzlichen Geschosse schaffen Orte des Aufenthalts und der Kommunikation, wie die Dachterrassen oder Gewächshäuser, die in den Wohnanlagen eine gemeinschaftsbildende Funktion übernehmen werden. Das Ergebnis ist ein Nährboden für eine neue Generation des nachbarschaftlichen Zusammenlebens.



Abb. 140: Durch die neue Stahlstruktur verschmelzen Gebäudebestand und Aufstockung zu einer Einheit. Die intensive Begrünung sorgt für einen Zugewinn an Artenvielfalt und Biodiversität sowie ein gesundes Mikroklima und wirkt dem Heat Island Effekt entgegen  
Foto: Sigurd Steinprinz | BU Wuppertal



## Baustoffe

### Biobasiert, rezykliert und kreislauffähig

Bei der Auswahl der Baustoffe und Materialien legen wir den Schwerpunkt darauf, dass ein möglichst großer Anteil aus nachwachsenden, biobasierten Rohstoffen oder aus Rezyklat besteht. In jedem Fall müssen alle Materialien an deren Lebensende sortenrein trenn- und rezyklierbar und damit kreislauffähig sein.

Die im Projekt eingesetzten Hölzer sind nach dem Rückbau aus dem Gebäude mindestens Altholzklasse 2 und können damit in Kaskaden weiter genutzt werden. Das im Material gespeicherte CO<sub>2</sub> kann langfristig im Baustoff verbleiben und als globale Treibhausgassenke dienen. Exemplarisch sei hier einerseits auf unsere Massivholzwände und unsere Möbel aus nachhaltigen Spanplatten verwiesen. Die Vollholzwände mit Diagonalschalung werden mit Holznägeln leimfrei mechanisch verbunden. Sie können nach der Verwendung leichter getrennt werden als mit den üblichen Metalnägeln oder gleich als ein-stoffliches Material verarbeitet werden. Um den Einsatz von Holz in unterschiedlichen Kaskaden aufzuzeigen, bauten wir Möbel aus Spanplatten. Diese bestehen aus Recyclingholz und biobasierten Klebstoffen. Alle Holzbauteile stellen sowohl ökologische als auch bezahlbare Lösungen dar. Der Laubengang besteht aus Recyclingstahl, der zum Korrosionsschutz verzinkt wurde. Der Stahl ist auch nach seinem Einsatz an dem Gebäude sortenrein rückbaubar und vollständig kreislauffähig.

Mit unserem Konzept können wir Wohnraum erweitern, ohne wertvolle unbebaute Grünflächen zu versiegeln. Andererseits schaffen wir durch intensive und extensive „Begrünung“ bestehender Gebäude und Aufstockung neue Grünflächen. Wir kreieren neue natürliche Lebensräume für Kleinlebewesen, Vögel sowie Insekten und die Artenvielfalt wird so deutlich erhöht. Die Begrünung schafft auch ein gesundes Mikroklima, reduziert den CO<sub>2</sub>-Ausstoß und wirkt dem städtischen Hitzeinseleffekt entgegen.





## Strom- und Wärmeversorgung

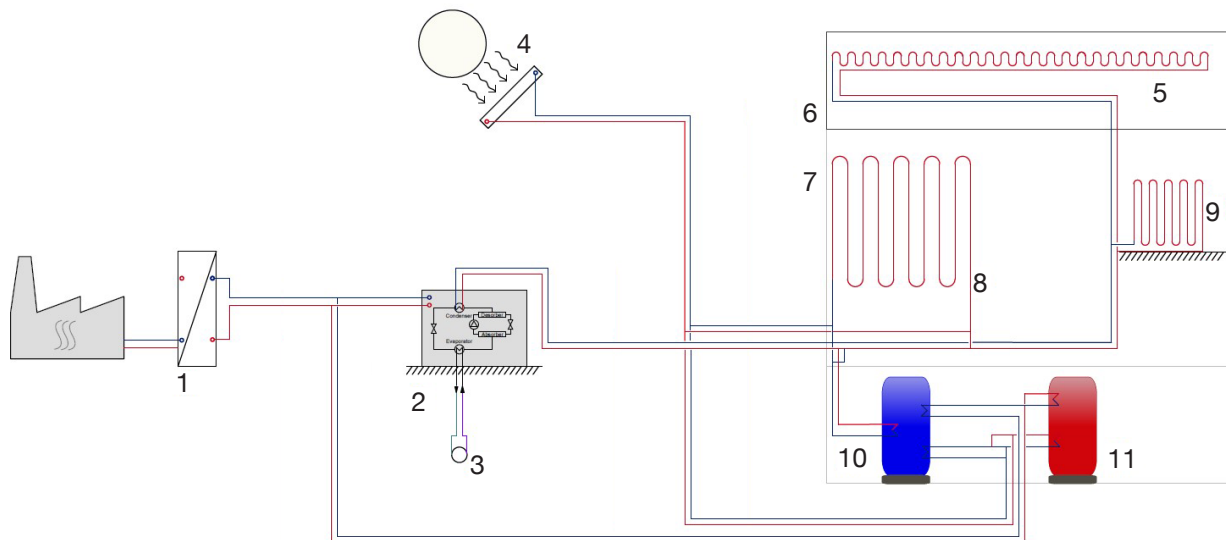


Abb. 141: Prinzipschema des Energiekonzepts: 1 – Fernwärme, 2 – Absorptionswärmepumpe, 3 – Grundwasser, 4 – PVT-Kollektoren, 5 – Fußbodenheizung/-kühlung, 6 – Aufstockung, 7 – Bestandsgebäude, 8 – Fassadenheizung, 9 – Bestandsheizkörper, 10 – TW Vorerwärmung, 11 – TW Nacherwärmung

Wir entwickelten ein übertragbares und standardisiertes System für möglichst viele Anwendungsfälle. Durch das adaptierbare levelup-System sollen sowohl das Bestandsgebäude als auch das gesamte urbane Quartier aufgewertet und zukunftsfähig transformiert werden. Daher musste ein CO<sub>2</sub>-neutrales Heizungskonzept entwickelt werden, das an verschiedene Versorgungssituationen anpassbar ist. Um eine größtmögliche Anpassbarkeit an verschiedene Standortbedingungen zu garantieren, wurde bei der Wärmeversorgung ein Low-Ex-Ansatz mit einer maximalen Vorlauftemperatur von etwa 25 °C entwickelt. Dies wird durch eine Aktivierung der Bestandsfassade über eine Fassadenheizung bei gleichzeitig sehr hohen Dämmwerten der Gebäudehülle und einer Lüftung mit Wärmerückgewinnung möglich. Die Grunderwärmung der Wohnräume wird von der Fassadenheizung übernommen. Die individuelle Ausregelung der Wohnräume erfolgt durch die Bestandsheizkörper. Durch die Grundtemperierung ist nur noch ein Bruchteil der Heizenergie notwendig, weshalb die meisten Gebäuden mit einer Vorlauftemperatur von 35 °C auskommen. Bei einer Hochtemperaturfernwärmeversorgung kann, wenn wie in Ludwigsfeld Grundwasser zur Verfügung steht, der Energiebezug durch eine Absorptionswärmepumpe um weitere 40 % reduziert werden.

Darüber hinaus wird ein Maximum an regenerativen Energien erzeugt. Der Strombedarf wird über Photovoltaik gedeckt. Die Aufstockung um mehrere Geschosse ermöglicht den intensiven Einsatz von Solarenergie. Dazu werden die PV-Module in die Fassade integriert und damit ein Plusenergiehaus-Standard für das Gesamtgebäude erreicht. Zusätzlich werden auf den Dachflächen PVT-Kollektoren verbaut. Durch die Kombination aus PV-Modulen und rückseitigen Wärmeübertragern können die Module gekühlt werden und der Wirkungsgrad wird erhöht. Gleichzeitig dienen die PVT-Kollektoren als ergänzende Wärmequelle für Heizung und Trinkwassererwärmung. Da die PVT-Kollektoren unverglast und ungedämmt sind, kann nachts über Strahlung und Konvektion Wärme abgegeben werden. Im Sommer lässt sich durch die Kombination der Fassadenaktivierung mit der PVT über Nachtkühlung die sommerliche Erwärmung des Mauerwerks auf angenehme Temperaturen begrenzen.

Mit unserem anpassungsfähigen levelup-System können Schätzungen zur Folge über 1,1 Millionen neue und bezahlbare Wohnungen allein im urbanen Raum in Deutschland errichtet werden, die dringend benötigt werden. Der sehr hohe Vorfertigungsgrad und der serielle Holzmodulbau reduzieren die Kosten und verkürzen die Bauzeit signifikant. Die Durchschnittsmiete (ohne Nebenkosten) beträgt in Ludwigsfeld ca. 9,50 €/qm. Die neuen Mieteinnahmen der Wohnungen sollen genutzt werden, um die Aufstockung und die Sanierung des Bestandsgebäudes zu finanzieren. Darüber hinaus sollen die Nebenkosten durch die regenerative Strom- und Wärmeversorgung dauerhaft gesenkt werden. Mit einem ausgeklügelten Wassernutzungskonzept können 49 Liter Wasser pro Tag und Einwohner:innen eingespart werden. Das entspricht einer durchschnittlichen Gesamtersparnis von 58 € pro Jahr in einem Zwei-Personen-Haushalt. Das Gebäude erzeugt zudem mehr regenerativen Strom als es tatsächlich für den Betrieb benötigt. Dies ermöglicht es, für jede erzeugte Kilowattstunde Mehreinnahmen zu erzielen. Der durchschnittliche Jahresverbrauch liegt zwischen 2 000 und 3 000 kWh und der Verbrauch mit dem levelup-System beträgt Simulationen zur Folge nur 1991 kWh pro Wohnung.

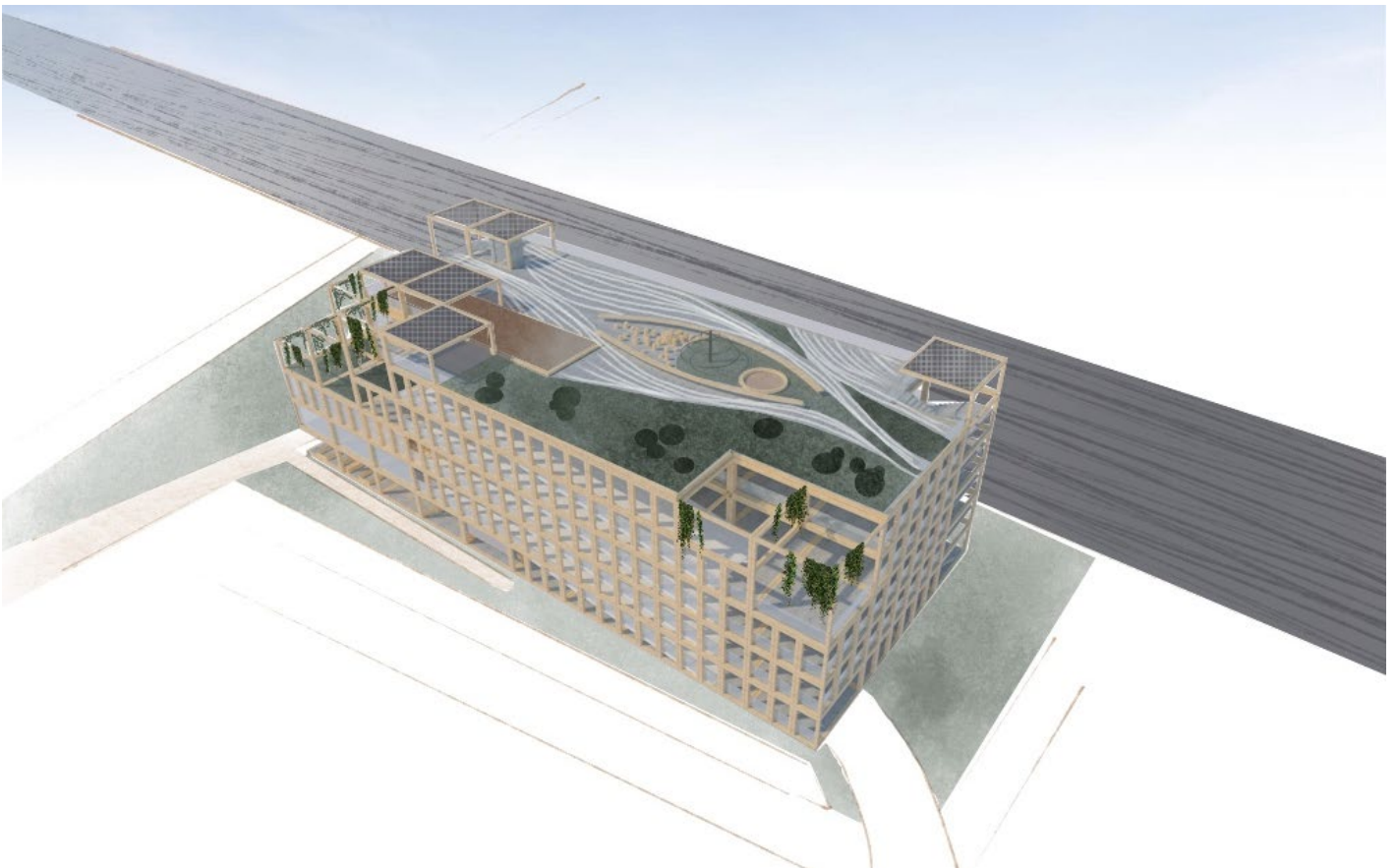


Abb. 142: Ein neues Parkhaus in unmittelbarer Nähe zum Gebäude der Design Challenge schafft Platz für Fahrzeuge (E-Mobilität), Lastenfahrräder und Fahrräder. Der Individualverkehr im Quartier wird signifikant reduziert und Carsharing angeboten sowie der öffentliche Personennahverkehr ausgebaut – © Sigurd Steinprinz | BU Wuppertal



## Urbane Mobilität

Das Ziel des levelup-Mobilitätskonzepts ist es, Anreize und Möglichkeiten für ein nachhaltiges Leben zu schaffen sowie die Interaktionen und den Gemeinschaftssinn der Bewohner:innen zu fördern. Das Konzept ist unabhängig von Alter, sozialem Milieu, Kaufkraft und Familienstand und kombiniert Maßnahmen in verschiedenen Bereichen. Durch ein breit gefächertes E-Carsharing-Angebot soll den Bewohnern ein nachhaltiger und kostengünstiger Individualverkehr zur Verfügung gestellt werden. Dafür wurde eine Mobilitäts- und Sharing-App entwickelt, die zudem den Austausch von Waren und Dienstleistungen untereinander ermöglicht. Dadurch werden der individuelle Konsum und der Verbrauch von Gütern reduziert und der Austausch zwischen den Bewohner:innen gefördert. Ferner wird in unserem Konzept der öffentliche Nahverkehr verbessert, in dem die Abfahrtsfrequenz erhöht und die Haltestellenentfernungen verkürzt werden.

Die Fahrzeuge für den Sharing-Pool befinden sich in einem eigens dafür geplanten Parkhaus. Mit diesem Parkhaus soll ein Gebäude entstehen, das nicht nur einen Nutzen erfüllt. Es soll alle Mehrwerte in sich vereinen: Parken, Kommunikation und Freizeit an einem Ort. Bisher gab es keine Anwohnerparkplätze und die vorhandenen Stellplätze entlang der stark befahrenen Straße sind sehr begrenzt.

Im ersten Stock des Parkhauses befindet sich eine Werkstatt für Auto- und Fahrradreparaturen. Weitere Lagerräume für Fahrräder und Zubehör sind ebenso vorgesehen wie barrierefreie Toiletten. Ladesäulen für Autos und Fahrräder aller Art sind vorhanden und die Möglichkeit der Nachrüstung von Ladesäulen ist gewährleistet.

Auf dem Dach gibt es Grünflächen mit ausreichend Sitzgelegenheiten. Der Strom für die Ladesäulen und die Beleuchtung wird großteils durch integrierte Photovoltaik-Flächen erzeugt. Die Fassade besteht aus einer Lamellenfassade aus Lärchenholz und ähnelt der geplanten Aufstockung. Legt man den Nürnberger Durchschnitt der PKW-Dichte von 41 Fahrzeugen pro 100 Einwohner:innen als Berechnungsgrundlage für das Bestandsgebäude mit 400 Einwohnern zugrunde, besitzen 164 Personen ein privates Fahrzeug. Unser Sharing-Konzept mit 53 Fahrzeugen (davon 6 Fahrräder, 6 E-Bikes, 3 Lastenfahrräder, 3 Lastendrei-räder, 15 Kleinwagen, 15 Mittelklassewagen und 3 Großfahrzeuge) ist auf die Bedürfnisse der Bewohner:innen skaliert, sodass niemand auf ein eigenes Fahrzeug angewiesen ist. Daraus ergibt sich im Bestand ein Einsparungspotenzial von 144 PKWs.

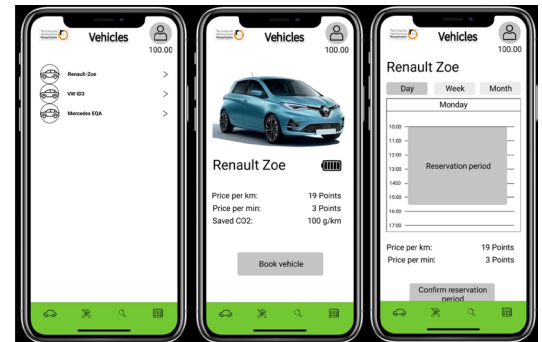


Abb. 143: Über eine Sharing-App können E-Fahrzeuge und Lastenfahrräder gebucht werden. Zudem ermöglicht die Anwendung den Austausch von Waren und Dienstleistungen und fördert die Gemeinschaft



Abb. 145: Innenansicht in das Parkhaus



Abb. 144: Innenansicht in das Parkhaus



Abb. 146: Außenansicht des Parkhauses



## Building Challenge

### Architekturkonzept

Die House Demonstration Unit (HDU) zeigt einen repräsentativen Ausschnitt aus unserer Aufstockung im Rahmen der Design Challenge. Aufgrund der Wettbewerbsbedingungen und unseres Standortes auf dem Solar Campus in Wuppertal mussten gegenüber der DC Anpassungen vorgenommen werden. Die Dachausrichtung der HDU ist daher um 180° gedreht, um die PVT-Dachanlage entsprechend dem Standort nach der Sonne auszurichten.

Die Wohnung im Erdgeschoss ist um ein Holzmodul verkürzt, die Lamellenfassade und das Schrägdach sind um ein Modul zurückgesetzt, um innerhalb der vorgegebenen solaren Hüllfläche zu bleiben. Dies hat zur Folge, dass sich das Erscheinungsbild als auch die innere Struktur im Vergleich zur DC verändert. Die Grundprinzipien bleiben allerdings alle erhalten. Das Gebäude wird straßenseitig über eine Rampe erschlossen, um den Eingang barrierefrei zu erreichen. Unser Entwurf zeigt eine vollständig barrierefreie Wohnung mit einem offenen Grundriss, damit der Raum je nach Benutzer:in frei möbliert und gestaltet werden kann. Neben dem großen Raum mit Küche, Ess-, Wohn- und Arbeitsbereich gibt es ein barrierefreies Bad und ein Schlafzimmer. Für eine gute Nutzung des Tageslichts gibt es im Wohnbereich eine großflächige Vakuum-Hybrid-Verglasung nach Süden.

Der öffentliche Rundgang wird über einen zweiten Ausgang im Südwesten fortgesetzt. Über eine Treppe gelangen die Besucher:innen in das Obergeschoss. Dort befinden sich die Gemeinschaftsbereiche in Form einer Dachterrasse und eines Gewächshauses. Zusätzlich zur Treppe befindet sich auf der Nordostseite ein Aufzug für die barrierefreie Erschließung.

### Innenarchitektur

Unser Solarhaus besteht aus einem hellen, barrierefreien Grundriss für zwei Personen mit einem geräumigen Bad und einem separaten Schlafzimmer mit integriertem Arbeitsplatz in der als Einbauschränk gestalteten Trennwand. Der ausklappbare, platzsparende Zweitarbeitsplatz im Wohnzimmer ermöglicht ein Homeoffice für beide Bewohner:innen.













## Lighting Design

Im Mittelpunkt der Tageslichtplanung steht der Mensch, sein Wohlbefinden und seine Gesundheit. Daher war das Tageslicht ein wesentlicher Bestandteil der architektonischen Planung. Alle Bereiche werden über großzügige Fensteröffnung mit ausreichend Tageslicht versorgt.

Die Reflexionsgrade der Oberflächen wurden mittels Simulationen optimiert und ausgewählt. Eine ausreichende Belichtung des Bads und des Schlafzimmers auf der Nordseite unter dem außenliegenden Laubengang konnte durch schräggestellte Gitterroste des Gehbelags gewährleistet werden.

Im Außenbereich zieht sich das Gestaltungsmotiv der Lichtlinie durch die Zugangsbereiche der HDU. Ein linearer Leuchtentyp wird in allen Handläufen von Treppen und Rampen eingesetzt und sorgt für ausreichende Helligkeit. Bei horizontalen Zugängen werden die Leuchten an den Außenwänden montiert. Die Leuchten sind dazu in entsprechender Höhe angebracht.

Ausreichend Lichtstrom in Verbindung mit einer speziellen Lichtverteilungskurve gewährleisten die Einhaltung der lichttechnischen Vorgaben auf den Bewegungsbereichen. Sie sind in Längs- und Querrichtung blendfrei. Es fällt daher kein Licht in die erweiterte Umgebung der HDU, sondern nur auf relevante Flächen. Die Beeinträchtigung von Tieren und Pflanzen durch die nächtliche Beleuchtung wird dadurch minimiert.

Die Lichtlinie wiederholt sich auch auf dem Gewächshaus im Bereich der Dachkonstruktion und batteriegepufferte Handleuchten sorgen zusätzlich für eine individuelle Beleuchtung der Dachterrasse. Die Trends in der Innenbeleuchtung orientieren sich am Wunsch der Nutzer nach individueller Beleuchtung. Dabei hat die klassische Deckenleuchte nicht an Bedeutung verloren.

Verschiedene Grundrisse und Einrichtungsvarianten wurden untersucht, um die Position für Einbau-, Anbau- oder Pendelleuchten zu ermitteln. An diesen Stellen wird eine selbst entwickelte Einbaudose fest in die Decke der HDU integriert, die dann von den Nutzern nach Bedarf aktiviert werden kann. Lichtquellen und Leuchten sind auf hochwertige Sehaufgaben im Wohn-, Koch- und Essbereich ausgerichtet. Es wurden LED-basierte Downlights mit GU10-Standardsockel mit hervorragender Farbwiedergabeeigenschaft gewählt.

Zusätzlich zu Lichtqualität und atmosphärischer Wirkung wurde bei den Leuchten auf Kriterien wie Nachhaltigkeit und soziale Aspekte geachtet.



## Energiekonzept House Demonstration Unit

Wie bei der Design Challenge sollten bei der Building Challenge die Dachflächen als auch die Fassade für die solare Energiegewinnung genutzt werden. Trotz der Leistungseinschränkungen von 3 kW durch das SDE 21»22 Regelwerk wurden die gesamte Südfassade und die gesamte Dachfläche mit bauwerkintegrierter Photovoltaik versehen, jedoch erfolgte die Stromgewinnung ausschließlich durch sehr effiziente PVT-Module auf der opaken Dachfläche. Da die Grundwasserabsorptionspumpe als auch der Fernwärmeanschluss für die HDU nicht realisierbar waren, musste das Heizungskonzept angepasst werden. Die AWP und Fernwärme wurden durch eine elektrische Wärmepumpe (Heizleistung von 1,0 bis 6,0 kW und einen COP B0/35 von 4,3) und die thermische Masse der Fassadenheizung des Bestandsbaus durch einen Kältespeicher ersetzt. Bei unserer Wärmepumpe handelt es sich um die erste Serienwärmepumpe mit dem natürlichen, aber brennbaren Kältemittel R 290 (Propan), die aufgrund ihrer Füllmenge von nur 150 g Kältemittel ohne Einschränkungen auch in Innenräumen aufgestellt werden kann. Zudem hat das Kältemittel einen sehr niedrigen GWP-Wert (Global Warming Potential) von 3 kg/m<sup>3</sup> CO<sub>2</sub> verglichen zu herkömmlichen WP mit R 410 A mit einem GWP von 2088. Im Sommer genügen die PVT-Kollektoren als Wärmequelle, für eine Nachnutzung der HDU auf dem Campus der TH Rosenheim wird ein Erdwärmekorb ergänzt und der Kältespeicher im Winter ähnlich der Fassadenheizung auch als Wärmespeicher für die Heizung genutzt.

Die Abwärme der PVT-Kollektoren auf dem Dach dient als Trinkwasservorwärmung und als Primärenergiequelle der Wärmepumpe. Über die Wärmepumpe wird ein Warmwasserpufferspeicher beladen, der über eine Frischwasserstation die Trinkwarmwasserbereitstellung gewährleistet. Zusätzlich wurde eine Duschrinne mit Wärmehückgewinnung zur Kaltwasservorwärmung eingebaut. Ein zweiter Pufferspeicher erfüllt die Funktion des Kältespeichers. Dieser wird in der Nacht über die PVT-Kollektoren durch Strahlung und Konvektion ausgekühlt, um tagsüber das Gebäude zu kühlen. Am Tag wird durch Abführen der Wärme in den Wärmespeicher der Wirkungsgrad der PV-Module erhöht. Zusätzlich kann die PVT-Anlage über den primärseitigen Rücklauf der Wärmepumpe gekühlt werden. Um den Eigenbedarf zu erhöhen, soll bei hoher Solarstrahlung die Wärmepumpe den Warmwasserspeicher laden, wodurch automatisch die Kollektoren gekühlt werden und die Wärmepumpe gleichzeitig einen besseren COP aufgrund der höheren primärseitigen Vorlauftemperatur erhält. Zur Nachnutzung der HDU wurde bereits die Anbindung der Wärmepumpe an die Fußbodenheizung vorbereitet.

In der HDU wurde ein zentrales Lüftungsgerät verwendet. Dieses weist sehr hohe Volumenströme auf, die benötigt wurden, um die geforderte maximale CO<sub>2</sub>-Konzentrationen von 650 ppm bei einer Personenanzahl von max. acht Personen einzuhalten.

Die Automatisierung von Wohngebäuden dient der Steigerung des Komforts, der Sicherheit und der Energieeffizienz. Ein wichtiger Aspekt, der gegen den Einsatz von Gebäudeautomation spricht, sind die höheren Investitionskosten. Durch die Verwendung von Funkkomponenten können sowohl der Eigenenergiebedarf als auch die Investitionskosten gering gehalten werden. Zu einer erfolgreichen Energiewende zählt neben der Modernisierung der Gebäude auch die Anpassung des Nutzerverhaltens. Die Gebäudeautomation soll die Bewohner:innen hierbei unterstützen. Einerseits nimmt sie Benutzer:innen Aufgaben ab, wie das Einschalten der Waschmaschine, wenn der solare Ertrag hoch ist, oder das Absenken des Sonnenschutzes bei zu hohen Außentemperaturen. Andererseits soll die Gebäudeautomation Benutzer:innen über aktuelle Energieströme im Gebäude informieren, damit sie ihr Verhalten danach ausrichten können.

## Wassermanagement

Um Frischwasser zu sparen und proaktiv auf die Veränderungen durch den Klimawandel auf das Wassermanagement zu reagieren, ist in der HDU eine Grau- und Regenwassernutzung integriert. Durch die Grauwasseraufbereitung, d. h. die Mehrfachnutzung von Wasser, kann wertvolles Frischwasser eingespart werden. Das leicht verunreinigte Wasser aus der Dusche und dem Waschbecken wird über ein gesondertes Leitungssystem in die Grauwasseraufbereitung geführt. Durch Mikroorganismen wird das Wasser in einem Bioreaktor gereinigt und anschließend in einem Klarwasserspeicher gespeichert. Das wiederaufbereitete Wasser kann für die Toiletenspülung oder Waschmaschine genutzt werden. Überschüssiges Wasser wird in die Regenwassertanks geleitet. Das Regenwasser wird gefiltert und ebenfalls in Regenwassertanks gesammelt. Das Regen- und überschüssige Klarwasser wird für die Bewässerung der Pflanzen auf der Dachterrasse genutzt. Zudem hilft das System bei Starkregenereignissen, das Abwasserkanalnetz zu entlasten.





## Materialien und Bauweise

Bei der Auswahl der Materialien und Komponenten für die House Demonstration Unit wurde der Schwerpunkt auf nachwachsende, biobasierte Rohstoffe oder Rezyklate und das Prinzip des Design for Disassembly gelegt. Alle unsere Konstruktionen sind darauf ausgelegt, dass sie am Ende ihres Lebenszyklus wieder demontiert werden können, indem die einzelnen Materialien so weit wie möglich voneinander getrennt werden. Unser Gebäude besteht zu einem sehr hohen Anteil aus Holz aus nachhaltiger Forstwirtschaft und ist fast vollständig rezyklierbar. Dadurch werden die negativen Auswirkungen auf die Umwelt, das Klima und die Lebensqualität auch nach dem Lebenszyklus auf ein Minimum begrenzt. Das für das Projekt verwendete Holz ist, wenn möglich, unbehandelt oder, falls erforderlich, mit biobasierten VOC- und schadstofffreien Ölen behandelt.

Nach der Demontage sollen alle verwendeten Hölzer der Altholzkategorie 2 angehören, was ihre kaskadische Nutzung vor dem Ende ihrer Lebensdauer verbessert. Das im Material gespeicherte CO<sub>2</sub> kann langfristig im Bauelement verbleiben und dient als Treibhausgassenke. Die Verwendung von Holz in zwei verschiedenen Kaskaden kann mit unseren Massivholzwänden und unseren Möbeln aus nachhaltigen Spanplatten demonstriert werden. Die Massivholzwände mit diagonaler Fichtenschalung sind mechanisch mit Holznägeln ohne Verleimung miteinander verbunden. Nach der Demontage können sie schneller als herkömmliche Metalnägel getrennt oder als Einstoff für die nächste Kaskadenstufe mit geringem Aufwand weiterverarbeitet werden. Wir verwenden nachhaltige Spanplatten für unsere Möbel. Sie bestehen zu 100 % aus recyceltem Holz und biobasierten Klebstoffen. Im Gegensatz zu Massivholzmöbeln sind unsere Möbel wirtschaftlich, erschwinglich und realistisch für den sozialen Wohnungsbau.

## Das Konzept der Kreislaufwirtschaft

Wir verwenden nachwachsendes Holz und recycelte Materialien für den Hausbau. Beispiele dafür sind der recycelte Stahl für die Treppe, Küchenarbeitsplatten aus recyceltem Glas sowie Wand- und Bodenverkleidungen im Badezimmer aus recycelten Reisabfällen. Ein absolutes Novum ist unser silikonfreies Bad in der HDU. Hier entwickelten wir ein Bad ohne Fugendichtstoffe, da Wand- und Bodenbeläge aus wasserfesten Paneelen bestehen. Alle Wand- und Bodenelemente lassen sich einfach abnehmen und austauschen, was eine schadensfreie und schnelle Wartung aller Leitungssysteme ermöglicht. Damit entfällt auch die Notwendigkeit, fest installier-

te Wand- und Bodenbeläge, wie Keramik- oder Steinfliesen, abzureißen und neu zu verlegen. Die wasserabweisenden Paneele machen eine Wasserabdichtung oder eine Standardbehandlung der Wände und Böden im Badezimmer überflüssig. Je nach Typ können die Platten am Ende ihres Lebenszyklus zu 100 % recycelt werden. Die Paneele bestehen zu über 60 % aus Reishülsen, einem landwirtschaftlichen Abfallprodukt, das sonst thermisch verwertet oder entsorgt worden wäre. In allen anderen Räumen werden Lehm- bauplatten zur Beplankung unserer Massivholzwände verwendet. Da alle elektrischen Leitungen in der revisionierbaren Sockelleiste geführt und Funkschalter verwendet wurden, konnte auf eine Installationsebene verzichtet werden. Dadurch wird die thermische Masse der Massivholzwände aktiviert. Darüber hinaus können die Lehm- bauplatten engmaschiger befestigt werden, was eine recyclingfreundliche Armierung mit Jutegewebe statt wie herkömmlich mit Glasfaser ermöglicht. Ein Anstrich war nicht erforderlich, da die letzte Lehmputzschicht aus pigmentiertem Feinputz bestand und somit die glatte Oberfläche zeitgleich mit der Farbgebung erfolgte. Dadurch können die Platten am Ende ihres Lebenszyklus zu 100 % recycelt, d. h. geschreddert und in einem geschlossenen Prozess wieder als Lehm- bauplatten verwendet oder vollständig kompostiert werden. Sie bestehen aus natürlichen und regionalen Rohstoffen, die wesentlich zu einem gesunden und angenehmen Wohnklima beitragen und die Holzkonstruktion vor Feuchtigkeit und Feuer schützen. Die äußere Struktur des Exoskeletts unseres Hauptgebäudes der Design Challenge, bestehend aus Außentreppen, Aufzügen, Arkaden und Balkonen, kann aus statischen, feuerfesten und sicherheitstechnischen Gründen nicht aus Holz hergestellt werden. Die Stahlkonstruktion kann zu einem großen Teil aus recyceltem Stahl hergestellt werden, am Ende des Lebenszyklus sortenrein rückgebaut werden und wieder in einen geschlossenen Recyclingkreislauf zurück geführt werden. Die Verzinkung schützt die Stahlkonstruktion dauerhaft und ermöglicht eine optimale Kreislaufführung nach dem Cradle-to-Cradle-Prinzip.





Abb. 151: Wandaufbau der House Demonstration Unit – Foto: Sigurd Steinprinz | BU Wuppertal



Abb. 152: Holznägel ermöglichen am Lebenszyklusende eine sortenreine Trennung im Vergleich zu konventionellen Nägeln.  
Foto: Sigurd Steinprinz | BU Wuppertal



## Aussicht und Weiterverwertung

Die House Demonstration Unit des Teams levelup wird auf dem Campus der Technischen Hochschule Rosenheim ein neues Zuhause finden. Nach kleineren Umbaumaßnahmen wird die Kindertagesstätte der Hochschule die neuen Räumlichkeiten beziehen.

Darüber hinaus soll das Gebäude den baulichen Studiengängen der Hochschule für weitere Lehre, Forschung und Entwicklung sowie Monitoring zur Verfügung stehen. Forschungsanträge für weitere Untersuchungen an der HDU sind in Planung. Darüber hinaus wird die Anwendung des levelup-Systems auf realen Bestandsgebäuden aus den 1950er- bis 1970er-Jahren untersucht.

Die HDU steht auf dem Gelände der Technischen Hochschule Rosenheim voraussichtlich ab Anfang 2024 zur Besichtigung für die Öffentlichkeit zur Verfügung und soll auch als Austauschplattform für Akteure in der Bauindustrie genutzt werden.



Abb. 153 – Das levelup-Logo – Foto: Sigurd Steinprinz | BU Wuppertal



Abb. 154 – Foto: Bergische Universität Wuppertal



**Der Solar Decathlon verbindet  
gesellschaftliches Engagement  
mit fachlichem, theoretischem  
und praktischem Lernen!**



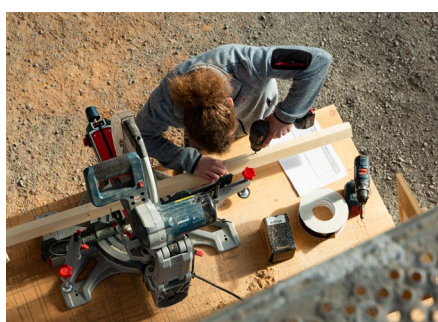


Abb. 155: House Demonstration Unit – Foto: Sigurd Steinprinz | BU Wuppertal







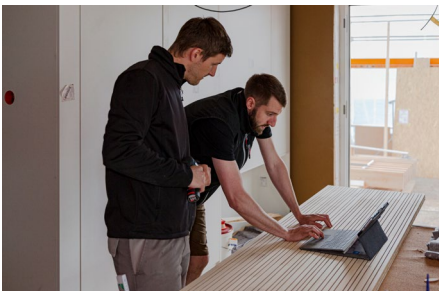
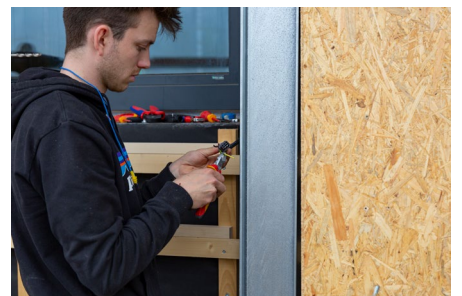
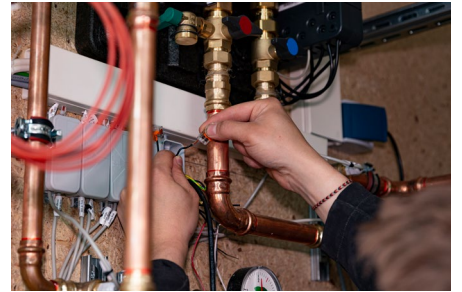


Fotos: Stefan Guggenbichler | Technische Hochschule Rosenheim









Fotos: Stefan Guggenbichler | Technische Hochschule Rosenheim





**FH Aachen – University of Applied Sciences**

**LOCAL+**

**Aachen**



**Baulückenschließung**

**Bandstraße 33**

**Wuppertal**



## Team LOCAL+

„LOCAL+ ist mehr als nur Wohnen – wir bringen Bewegung in dein Leben!“ Mit dieser Vision nahm das Team LOCAL+ am Solar Decathlon Europe 21»22 teil. Unter der Leitung von Prof. Dipl.-Ing. Jörg Wollenweber starteten mehr als zwanzig kreative und ambitionierte Architekturstudent:innen in den Zehnkampf. Begleitet wurden sie von wissenschaftlichen Mitarbeiter:innen, Professor:innen, Kommiliton:innen weiterer Fakultäten und Partnern wie dem Solar-Institut Jülich. In enger Zusammenarbeit wollen sie das Ziel einer zukunftsfähigen Stadt in einen nachvollziehbaren Kontext stellen und sowohl Wirtschaft als auch Gesellschaft dazu anregen, neue nachhaltige Lösungen zu entwickeln und umzusetzen.

LOCAL+ steht für „Low Carbon Lifecycle +“. Dabei verweist das Plus auf den größeren Zusammenhang des Projekts, das nicht nur Material und Baustil beinhaltet, sondern sowohl Lebensmodelle als auch Wohnkonzepte ganzheitlich betrachtet und gestaltet. LOCAL+ stärkt nachhaltig das gemeinschaftliche Zusammenleben durch individuelle Lebensräume.

## Unsere Motivation

Die Welt und unser Alltag unterliegen einem kontinuierlichen Wandel, der uns und damit auch unseren Wohnraum täglich vor neue Herausforderungen stellt. Insbesondere die stetig wachsende Bevölkerungszahl, der demografische Wandel, die globale Erwärmung und die Ressourcenknappheit, aber auch die zunehmende Urbanisierung und Verein-samung der Menschen machen eine Anpassung des Wohnungsbaus unvermeidbar.

Unser Ziel ist es, bei diesem notwendigen Wandel der Bauwelt mit positivem Beispiel voranzugehen und eine Architektur zu entwickeln, die sowohl auf ökologische, aber auch auf ökonomische und soziale Anforderungen reagiert. Mit innovativen Ideen denken wir die städtische Mobilität neu und hinterfragen Bewegungsmöglichkeiten innerhalb von geschlossenen Räumen. Dies erreichen wir durch ein flexibles Innendesign, integrative gemeinschaftliche Lebensräume und neue Nachbarschaftskonzepte. Der Schwerpunkt unseres Ansatzes ist ein vollständig mobiler Wohnraum, der den Bewohnern flexible Gestaltungsmöglichkeiten gibt, um ihre täglichen Abläufe zu gestalten. Der sogenannte CUBE ist so konzipiert, dass er je nach den Bedürfnissen der Bewohner:innen bewegt werden kann. Dies ermöglicht einen anpassungsfähigen Grundriss in jeder Wohnung des LOCAL+ Hauses.





Prof. Dipl.-Ing. Jörg Wollenweber



Dipl.-Ing. Thomas Lehmann



Matthias Funken, M.A.



Jael Schröder, M.Sc.



Dr.-Ing. Jochen Stahl



Prof. Dr. Ulf Herrmann



Dr. rer. nat. Joachim Götsche



Jagdishkumar Ghinaiya, M.Sc.



Simon Beckers, B.A.



Bosse Birmes, M.A.



Laura Böhmer, M.A.



Daniela Brücker, B.A.



Florian Dittmann, M.A.



Lena Dückers, B.A.



Markus Fleuth, B.A.



Isabelle Goertz, B.A.



Lukas Gross, B.A.



Vera Gruber, M.A.



Majid Hajhashemi



Melanie Heupel, B.A.



Manuel Holzer, M.A.



Raphael Hüttinger, M.A.



Simon Joußen, B.A.



Dominik Leinders, M.A.



Anna Lennartz, B.A.



Harshvadhan Modi, B.A.



Anastasia Nevzorova, B.A.



Alva Nickels, B.A.



Lukas Nießen, B.A.



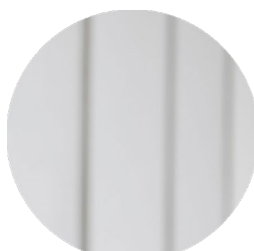
Leon Pilarczyk, M.A.



Franz Plesch, B.A.



Inci Temizer, M.A.



Alexander Schier, B.A.

Fotos: Martin Braun



**FH AACHEN**  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES





Abb. 156: Rendering Design Challenge Bandstraße 33



## Urbane Situation

Team LOCAL+ setzte sich mit der Bauaufgabe „Closing Gaps“ auseinander (Abb. 157) und entwickelte ein innovatives Wohngebäude für eine Baulücke in der Bandstraße 33 in Wuppertal. Hierbei wurde neben dem Wohnhausentwurf auch der gegenüberliegende Spielplatz in das Konzept integriert und umgestaltet (Abb. 158).



Abb. 157: Urbane Situation, Bandstraße 33 Wuppertal

## Ganzheitliches Konzept

Architektonisch greift das Projekt zwei zentrale Themen der Stadtentwicklung auf: zum einen die Nachfrage nach flexiblem Wohn- und Lebensraum mit Schwerpunkt auf Einpersonenhaushalt und zum anderen die Bereiche soziale Vernetzung und Steigerung der Lebensqualität.

Neben der sozialen Interaktion ist es das Ziel von LOCAL+, ein Gebäude zu schaffen, das neue Energie- und Nachhaltigkeitskonzepte innovativ und intelligent integriert. Mit einer cleveren Kombination verschiedener Konzepte zur Erzeugung, Speicherung und Nutzung von Energie können zwei Drittel des jährlichen Energiebedarfs des Hauses gedeckt werden. Des Weiteren kann durch eine effiziente sowie suffiziente Materialauswahl und eine rückbaubare Konstruktion die Kreislauffähigkeit des Hauses gesteigert werden. So kann das Ziel, den CO<sub>2</sub>-Fußabdruck zu reduzieren sowie ressourcenschonend zu planen und zu bauen, erreicht werden. Von der Fassade bis hin zu genutzten Schrankelementen wurde jedes Element des Hauses unter diesen Gesichtspunkten gestaltet.



Abb. 158: Gegenüberliegende Grünfläche

Zur Förderung sozialer Interaktion hat das Team ein Wohnkonzept für (temporär) alleinstehende Menschen entwickelt, die gern Teil einer Gemeinschaft sein wollen. Das ganze Haus dient als eine große Wohngemeinschaft, in der das lichtdurchflutete Untergeschoss, das Erdgeschoss und der Garten als Gemeinschaftsbereiche dienen. Diese Bedürfnisse wurden aus einer umfassenden Quartierstudie heraus entwickelt.

Die Etagen eins bis vier dienen als Wohngemeinschaften mit einem einzigartigen Design: Neben einem klassischen Bad und einer Pantry Küche wurden anstelle von gewöhnlichen Zimmern die beweglichen CUBE entwickelt. Die Raumeinheiten sind zentraler Gestaltungsaspekt und eine architektonische Innovation.

Die CUBEs schaffen räumliche Vielfalt, indem sie anpassungsfähige Zonierungen von Räumen ermöglichen, fungieren aber vorwiegend als persönlicher Rückzugs- und Arbeitsraum. Die minimierte Größe stellt Interaktion, Kommunikation und das Zusammenleben rund um den CUBE in den Vordergrund und reduziert die genutzte Wohnfläche pro Person. Der Flächenbedarf reduziert sich so auf 33 m<sup>2</sup> bzw. 23 m<sup>2</sup> (mit und ohne Gemeinschaftsfläche) pro Person, gegenüber dem deutschen Durchschnitt von ca. 47 m<sup>2</sup>. Insgesamt können bis zu drei Bewohner:innen gemeinsam in einer Wohnung leben.

Team:	LOCAL+ <a href="http://www.team-localplus.com">www.team-localplus.com</a>
Hochschule:	FH Aachen University of Applied Sciences
Herkunft:	Aachen, Germany
Situation :	Baulückenschließung
Verortung	Bandstraße 33, Wuppertal
Geschosse DC:	6
Netto Grundfläche DC:	482 m <sup>2</sup>
Fläche/Person DC:	33 m <sup>2</sup>
Lichte Raumhöhe DC:	2,75 m
Bewohner:innen:	12 Personen

# Legende

1. Gemeinschaftsbereich
2. Bad
3. Flur
4. Technikraum
5. Gemeinschaftsküche
6. Terrasse
7. Garten
8. Recyclingbereich
9. CUBE
10. Apartment

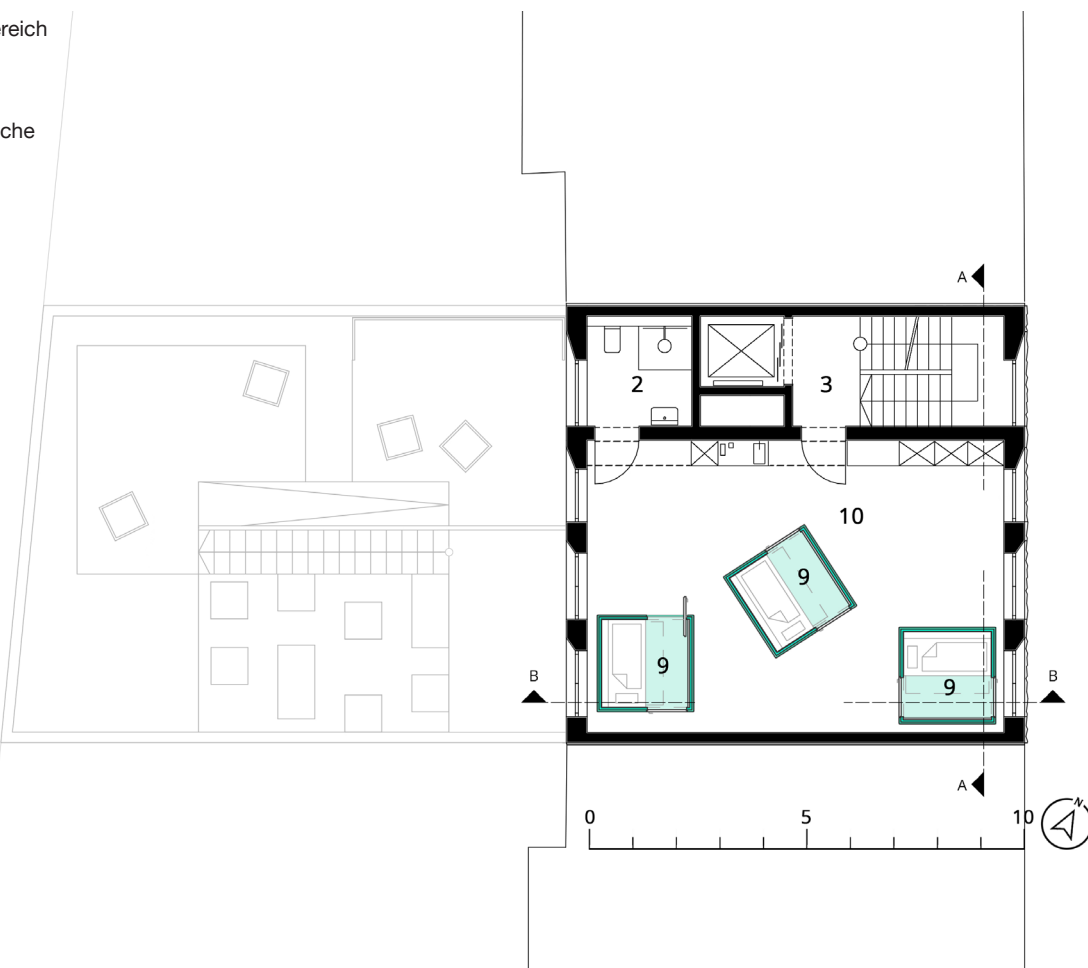


Abb. 159: Grundriss – DC Regelgeschoss

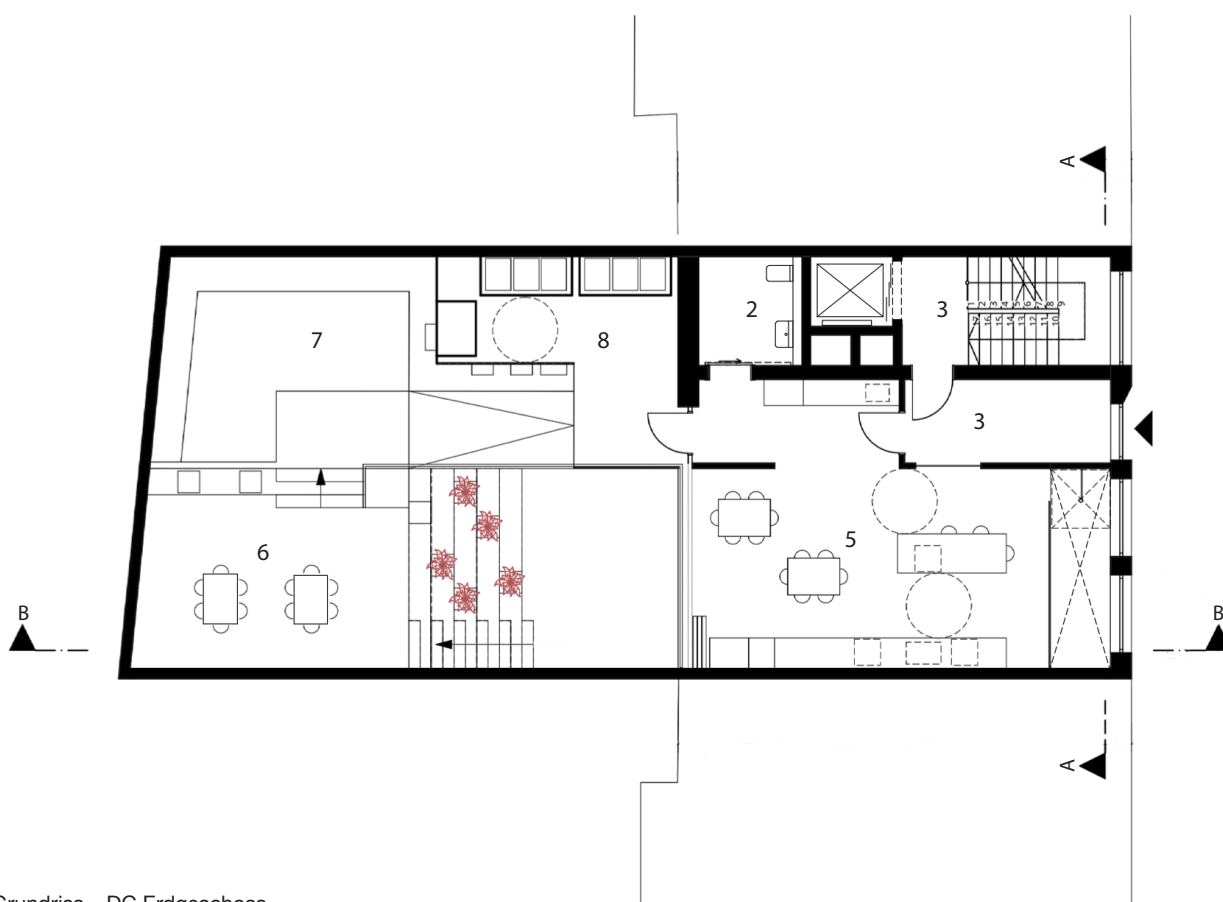


Abb. 160: Grundriss – DC Erdgeschoss



## Design Challenge

Ziel ist es, die Baulücke mit einem Wohngebäude zu schließen, das gleichzeitig einen Mehrwert für die Bewohner:innen, die Nachbarschaft und die Umwelt schafft. Flexible Nutzflächen ermöglichen ein innovatives Wohnkonzept, das sich an die unterschiedlichsten Konstellationen der Bewohner:innen anpassen kann. Sowohl im Außen- als auch im Innenbereich unterstreichen flexible Elemente die Vielfalt des LOCAL+ Designprozesses.

Um der abnehmenden Kommunikation und Interaktion in der Gesellschaft entgegenzuwirken, zielt das Gebäudekonzept darauf ab, den sozialen Austausch innerhalb des Gebäudes und der umliegenden Nachbarschaft zu fördern. Um dies zu erreichen, basiert der Gebäudeentwurf auf dem Grundgedanken, individuelle Flächen zu minimieren und Gemeinschaftsflächen zu vergrößern.

### Grundriss

Kernstück des LOCAL+ Konzepts sind die freistehenden, beweglichen Einzelzimmer: die CUBEs, die mehr Flexibilität im Alltag bieten. Gerade für unsere ausgewählte Zielgruppe der Singles wird dieser Anspruch immer relevanter. Jedes der vier Regelgeschosse bildet eine Wohngemeinschaft für drei Personen innerhalb der Hausgemeinschaft.

Der Grundriss bietet einen gleichmäßig proportionierten Raum ohne Trennwände, der den perfekten Raum für drei CUBEs bildet. Dieses Arrangement definiert das Leben in Wohngemeinschaften neu, indem es auf klar abgegrenzte Räume verzichtet. Stattdessen haben die Mitbewohner die Möglichkeit, die CUBEs frei zu bewegen und so den Grundriss immer wieder neu nach ihren Bedürfnissen zu gestalten.

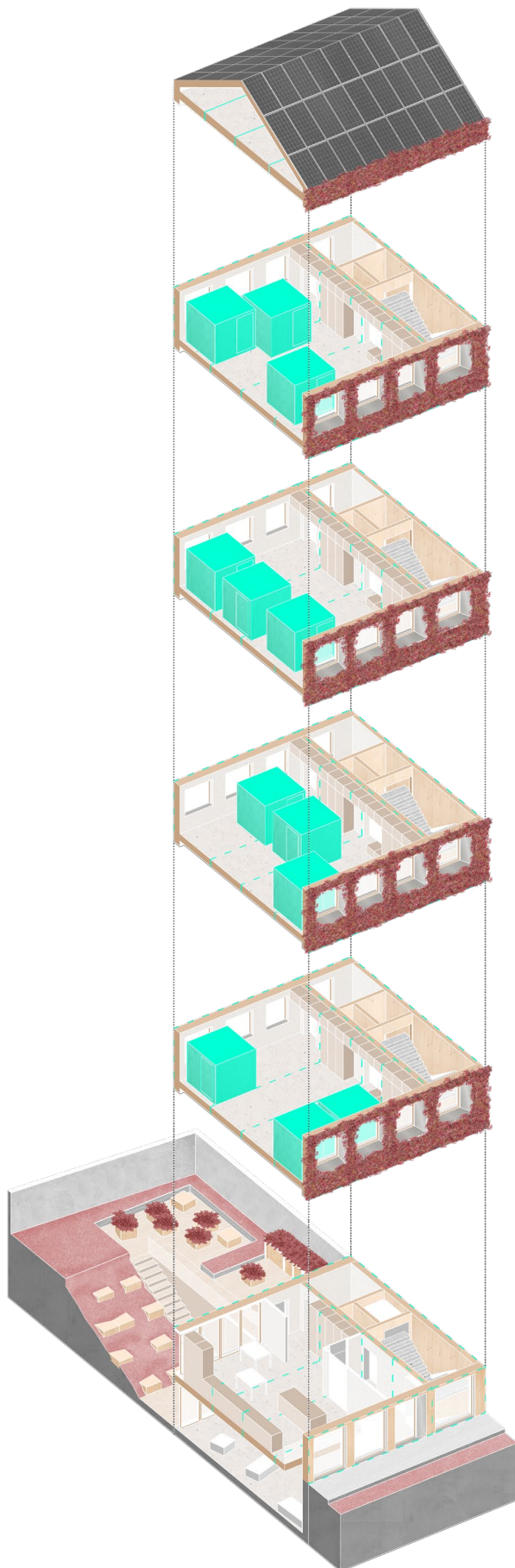
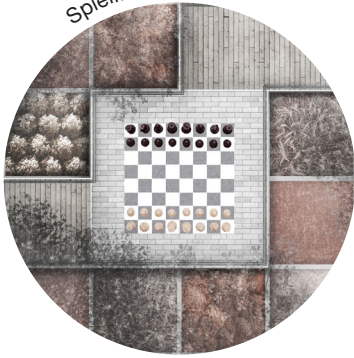
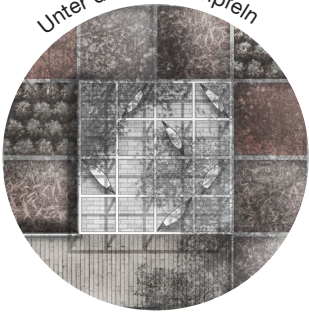


Abb. 161: Sprengisometrie Design Challenge

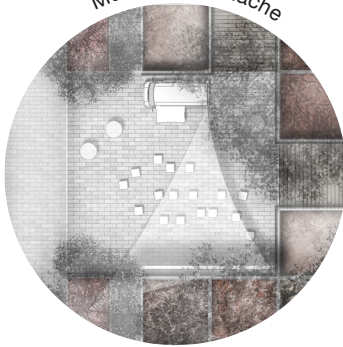
Spielfläche



Unter den Baumwipfeln



Multifunktionsfläche



Steg



Straßenraum abends



## Site Concept

Bei der Freifläche gegenüber des LOCAL+ Hauses in der Bandstraße 33 wird der Fokus auf Diversität in allen Dimensionen gelegt. Biodiversität ist demnach genauso wichtig wie die kulturelle oder körperliche Diversität. Jeder urbane Naturraum dient nicht nur der Verbesserung des städtischen Klimas und Erhöhung der Biodiversität, es sind auch wichtige Orte für aktive Umweltbildung, bei denen Mensch und Tier aufeinandertreffen.

Auf der Basis eines 4 x 4 m Rasters wird der Freiraum mit folgenden Elementen gestaltet: den Pflanzenpixeln, den Inseln sowie den Stegen. Zusätzlich zum horizontalen Raster wird der Freiraum vertikal in zwei Ebenen (Level) gegliedert.

### Ebene 0: Bereich Flora & Fauna

Die nicht betretbare Ebene wird zum Lebensraum von Pflanzen und Tieren sich selbst überlassen. Zu Beginn werden verschiedene Pflanzenfelder mit unterschiedlichen Nährböden im Raster erstellt. In den nächsten Jahren bestimmt der Sukzessionsprozess das Pflanzenbild. Ähnlich wie das Wohnkonzept der Design Challenge passen sich hier die Pflanzen den Bedürfnissen der Zukunft an. Dies sorgt für maximale Diversität

### Ebene 1: Kommunikationsraum

Auf dieser Ebene findet Kommunikation, Interaktion und Bildung statt. Unter Beachtung der Bestandsbäume liegen die „Inseln“ leicht erhöht im Raster. Sie werden über breite Kommunikationsstege miteinander verbunden. Der Steg unterstützt eine behutsame Erschließung und verhindert das Betreten sensibler Bereiche (Level 0). Auf den Inseln und Stegen wird es bewegliche Elemente geben, wodurch die Bürger:innen ihren Freiraum selbst gestalten können.

Die Aufenthaltsinseln erhalten verschiedene Themenschwerpunkte. Beim Froschtheater liegt der Fokus auf dem Beobachten der Lebensweisen von Tieren. An heißen Sommertagen werden die Hängematten „under the treetops“ zu einem beliebten Aufenthaltsort. Zusätzlich kann sich die Nachbarschaft am Bouleplatz zum Battle treffen oder gemeinsam ihr Gemüse in der Gemüsecke anbauen.

### Entwicklung in 30 Jahren

Der Ausgangsentwurf ist in der Lage, auf veränderte Anforderungen flexibel zu reagieren. Durch das Zulassen von Wanderungsbewegungen zwischen den Flächen entwickeln sich neue Habitate/Strukturen bzw. verschwinden zum Teil. Derartige Sukzessionsprozesse können sich selbst überlassen, aber auch gezielt modifiziert werden. Das einst starr angelegte System wird sich so über Jahrzehnte hinweg zu einem unregelmäßigen Bild entwickeln.

### Recycling – verfügbares Material nutzen

Die Nutzung von am Ort bereits vorhandenen Materialien hat sowohl wirtschaftliche als auch ökologische Vorteile. Alte Baumaterialien werden zur Bodenbefestigung, Unterschlupf- und Nistmöglichkeiten oder als Pflanzensubstrat verwendet.



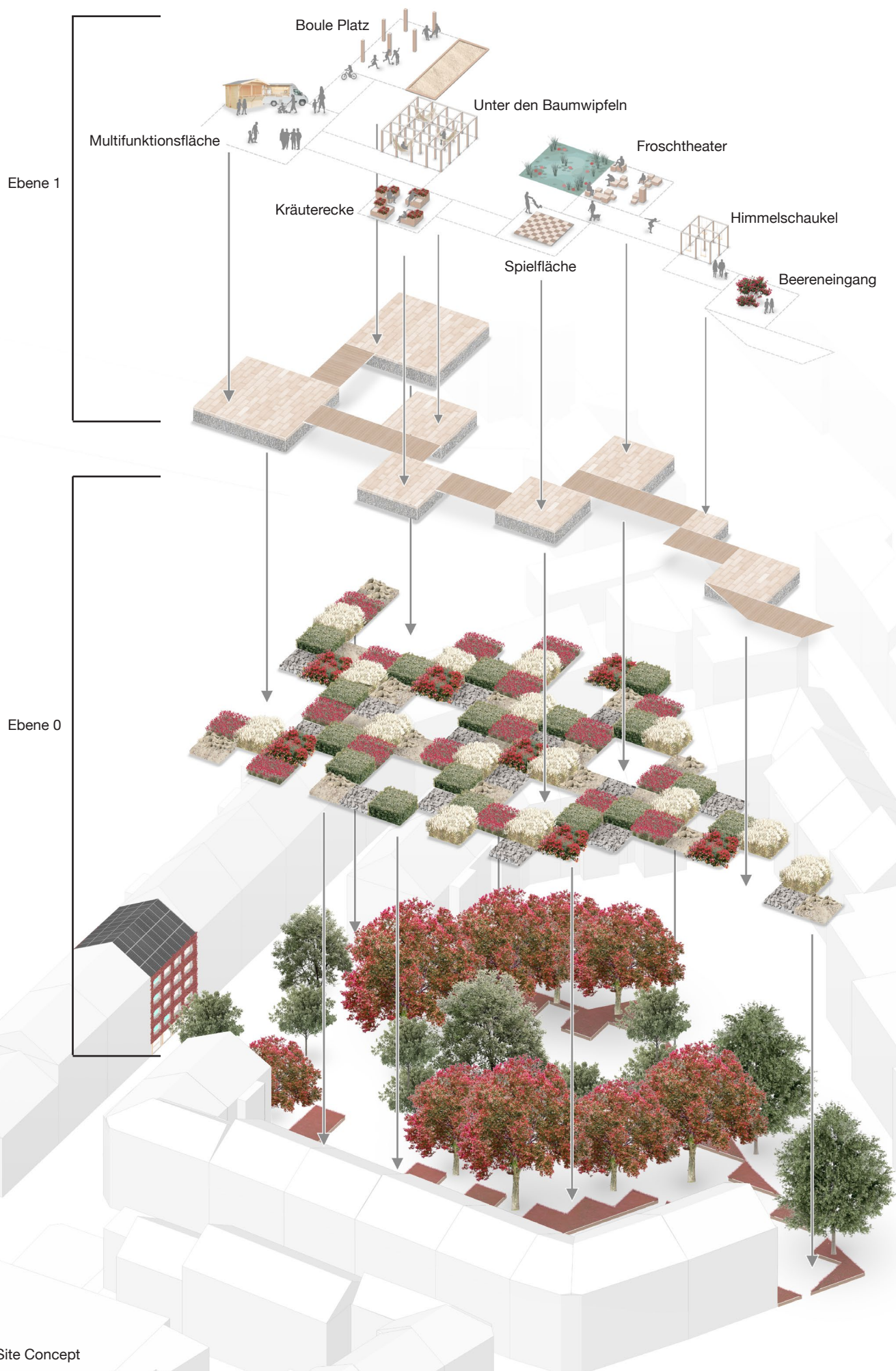


Abb. 162: Site Concept

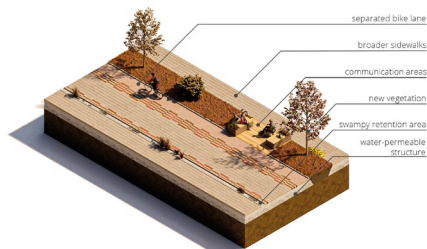


Abb. 163: Axonometrie Straße

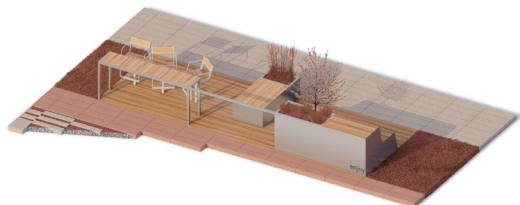


Abb. 164: Straßensituation Enjoy

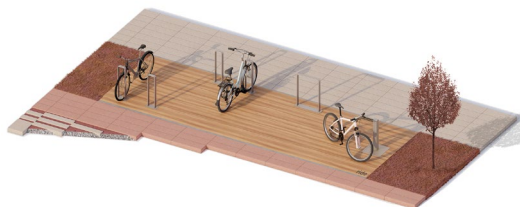


Abb. 165: Straßensituation Fahrrad

## Mobilitätskonzept

Als Antwort auf die heutigen urbanen Herausforderungen, wie den rasanten Klimawandel und die fortschreitende Verdichtung der Innenstädte, entschied sich LOCAL+, ein flexibles Entwurfskonzept auf architektonischer Ebene sowie ein großmaßstäbliches Stadtentwicklungskonzept zu entwickeln. Entsprechend dem lückenhaften architektonischen Konzept in Mirke wurde ein städtebauliches Konzept bestehend aus einem Mobilitätskonzept, einem Bezahlbarkeits- und Tragbarkeitskonzept für den sozialen Kontext und einem ökologischen Nachhaltigkeitskonzept entworfen. Dieses ganzheitliche Konzept ist für das Stadtgebiet Mirke geeignet und weitet sich teilweise auf den gesamtstädtischen Kontext von Wuppertal aus.

Wie 194 andere Länder hat auch Deutschland 2016 das Pariser Abkommen unterzeichnet und damit seinen Willen bekundet, die maximale Erderwärmung auf 1,5 °C zu begrenzen. Mit diesem Abkommen wurde ein ausgewiesener Pfad zur Klimaneutralität in Deutschland eingeschlagen. Dennoch wurden in den letzten Jahren fast keine der angestrebten Zwischenziele erreicht. Insbesondere der Mobilitätssektor, das fortschreitende Verschwinden der Artenvielfalt und die öffentliche Akzeptanz notwendiger Maßnahmen erwiesen sich als problematisch. LOCAL+ zielt darauf ab, eine Lösung für diese modernen Krisen zu bieten, die speziell für Mirke geeignet ist, aber leicht auf andere städtische Kontexte in Europa übertragen werden kann.

Die Grundlagen des entwickelten Konzepts sind eine Stärkung der klimaneutralen Mobilität wie Radfahren und Zufußgehen sowie alternative und effiziente motorisierte Mobilitätslösungen für notwendige Wege. Durch die Reduktion des flächenineffizienten motorisierten Individualverkehrs wird mehr Raum für sozialen Austausch, ökologische Biotope und sinnvolle Nutzungen geschaffen. Dies könnte auch in den engen Straßen von Wuppertal-Mirke umgesetzt werden und so für eine bessere Lebensqualität der Bewohner:innen sorgen. Neben diesen Grundgedanken wird das Stadtgebiet von morgen klimaresilient gestaltet. Durch wasserdurchlässige Straßen, Retentionsflächen, großzügigere Baumbestecke und klimaresistente Pflanzen ist Wuppertal auf Überschwemmungsszenarien durch Wolkenbrüche und anhaltende Hitzewellen vorbereitet.

Der städtebauliche Entwurf von LOCAL+ könnte eine ausgearbeitete Vision der zukünftigen Stadt sein, die realistisch und futuristisch zugleich ist. So könnte es die Verbindung zwischen Klimatheorie und Klimahandeln sein, die heute in Deutschland fehlt. Es könnte also ein Beitrag zu einer sicheren und sozial gerechteren Zukunft sein.



Abb. 166 Rechts: Karte von Mirke, neu entwickelt; oben: Legende



**Der Schwerpunkt dieser Planung liegt auf der Umsetzung und Stärkung des emissionsarmen Verkehrs, der Konzeption eines zukunftsweisenden Städtebaus und der Einbeziehung einer qualitativen und naturnahen Freiraumgestaltung.**







Abb. 167: House Demonstration Unit



## Building Challenge

### Transformation Design Challenge zu House Demonstration Unit

Die zweigeschossige HDU spiegelt alle wesentlichen Elemente der DC wider: Während das untere Geschoss eine Kombination aus dem Wohnzimmer im Untergeschoss und der Küche im Erdgeschoss darstellt, repräsentiert das obere Geschoss mit den drei CUBEs eine der vier Wohnetagen des DC. Darüber hinaus wurden Gestaltungselemente des Gartens auf den Außenbereich der HDU übertragen, um einen einladenden Eingangsbereich für Besucher:innen zu schaffen.

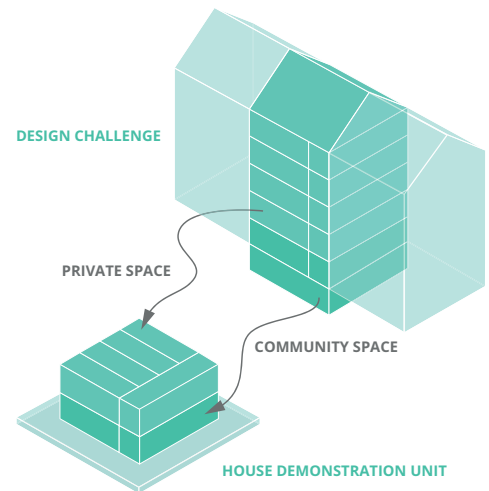


Abb. 168: Transformation DC zu HDU

### Außenbereich

Die Außenanlagen der HDU sind als Holzkonstruktion mit einer Gerüststützkonstruktion ausgeführt und in verschiedene Nutzungsbereiche unterteilt. Die Terrasse an der Ostseite des Demonstrationshauses bildet eine barrierefreie Rampe, die den Höhenunterschied zwischen dem fertigen Fußbodenniveau und dem Bodenniveau des ausgewählten Grundstücks, der etwa 50 cm beträgt, überbrückt.

Auf der Nordseite der Terrasse entsteht ein ähnliches Bild wie bei den im Urban Mobility Concept entwickelten Straßen. Es wird, wie im Straßenkonzept, eine schmale, sumpfige Retentionszone in die Terrasse integriert. Am nordwestlichen Rand der Terrasse ist eine kleine Garage geplant, die als Unterstellmöglichkeit für ein kleines elektrounterstütztes Fahrzeug (z. B. Lastenfahrrad) dient.

Der südliche Teil der Terrasse ist als Sonnenterrasse für die Bewohner:innen und Besucher:innen der Hausdemonstrationseinheit konzipiert. Dazu wird eine ebenerdige Loggia entworfen, die einen fließenden Übergang zwischen dem Innen- und dem Außenbereich der HDU schafft. Diese Loggia wird über eine faltbare Glasfassade zugänglich sein. Die Loggia geht in die umlaufende Terrasse über, auf der eine kleine Liege und einige Topfpflanzen platziert sind. Am westlichen Rand der HDU-Terrasse wird ein Hochbeet für landwirtschaftliche Nutzpflanzen angelegt, das der Selbstversorgung dient.

Die Westseite der HDU-Terrasse ähnelt dem ökologischen Konzept des für die Design Challenge entworfenen Standortkonzepts. In abgetrennten Quadraten, die am westlichen Rand angeordnet sind, sind verschiedene ökologische Nutzungen vorgesehen. Dort gibt es ein ebenerdiges Beet mit Federgras, ein als Liegefläche geeignetes Möbelstück, einige Insektenhotels, eine kleine Blumenwiese, einige Möbelwürfel, einen Platz für einen Rollstuhl, einen kleinen Baum und einen Steinhafen.

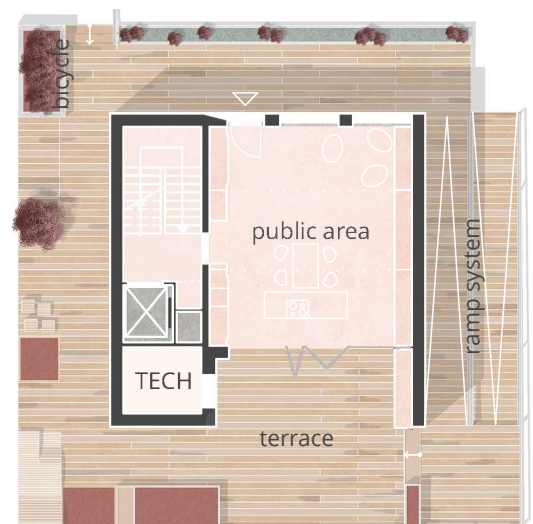


Abb. 169: Erdgeschoss HDU



Abb. 170: Rendering Wohn- und Essbereich



Abb. 171: Sitzbereich

## Wohn- und Essbereich

Bei Betreten der House Demonstration Unit erschließt sich der im Nordne liegende offene Wohnbereich. Dieser verfügt über eine gemütliche Sessecke. An der gegenüberliegenden Wand ist eine TV-Boardkommode mit weiterem Stauraum in die Schrankwand integriert. Zentral und als unmittelbar angrenzendes sowie verbindendes Element befindet sich der Wohn-Essbereich. Ein großzügiges Kommodenelement ist an der rechts angrenzenden Außenwand platziert und dient als Stauraum für alltägliche, allgemeine Utensilien der Bewohner:innen.

Entlang des freistehenden Kochelements gelangt man in den Koch- und Küchenbereich. Dieser grenzt an den Terrassen-/Gartenbereich und kann über eine großzügige Glasfaltwand vollständig zum Garten hin geöffnet werden. Darunter befinden sich verschiedene Schubladenelemente im Korpus der Insel.

Auf der linken Seite, integriert in das durchgehende Element des Oberschranks, befinden sich der Geschirrspüler und ein Spülbecken mit Unterschränken, die übereinander eingebaut wurden. Alle Frisch- und Abwasserleitungen sind hier gebündelt und leicht zugänglich. Gegenüber ist ein Kühl-/Gefrierschrank sowie ein Umluftofen in bequemer Arbeitshöhe positioniert. Durch die gesamte Erdgeschosszone verlaufen Oberschränke, die als Installationsebene für die Luft- und Elektroverteilung dienen.





Abb. 172: Grundriss EG HDU

## Erdgeschoss

Das Erdgeschoss wird über den Haupteingang im Norden erschlossen und beherbergt die Funktionen Wohnen, Essen, Kochen und Arbeiten. Auch der Technikraum befindet sich im Erdgeschoss. Das Treppenhaus wird durch eine sichtbare Aussparung in der Schrankwand betreten. Zusätzlich zu der zweiläufigen Treppe ist ein Aufzug für den barrierefreien Zugang vorgesehen. Der Technikraum enthält alle notwendigen Geräte zur Versorgung der HDU.



Abb. 173: Küchenbereich

## Obergeschoss

Das Obergeschoss stellt einen der vier Gemeinschaftsbereiche dar. Da es sich um eine Ausstellungsarchitektur handelt, wurde die Hausdemonstrationseinheit für drei Bewohner:innen konzipiert.



## Schrankwand

Eine durchgehende Schrankwand bildet auch das verbindende Element der Module im Obergeschoss sowie den privaten und gemeinschaftlichen Stauraum der Bewohner:innen.

Analog zum Erdgeschoss befinden sich in den Schrankwandelementen ein Installationsschacht sowie Stauraum über die gesamte Raumlänge. In die Schrankwand wurde eine kleine Pantry-Küche integriert.

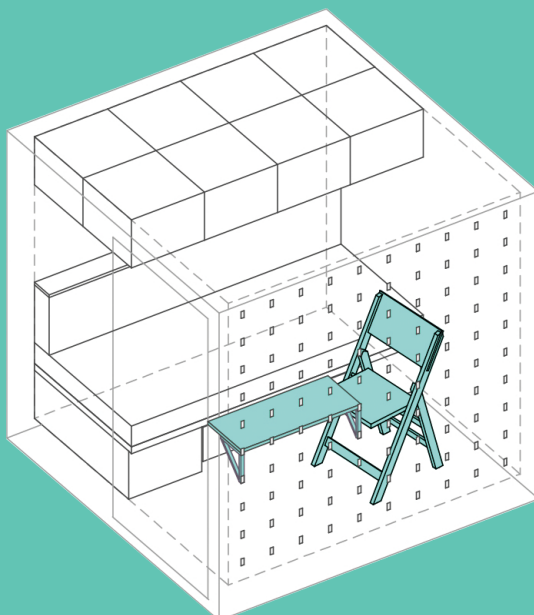
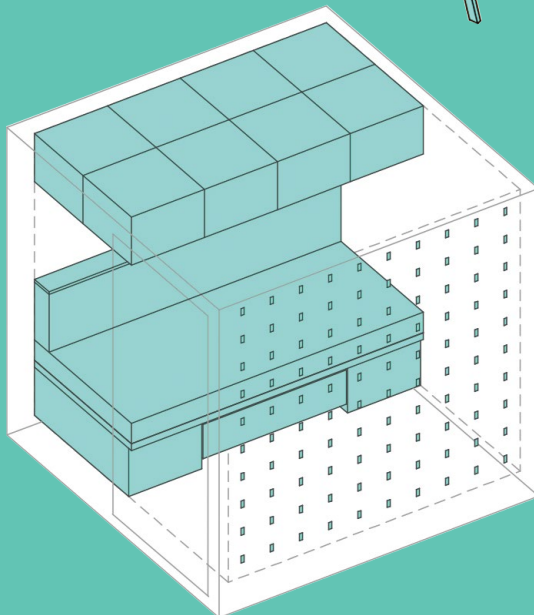
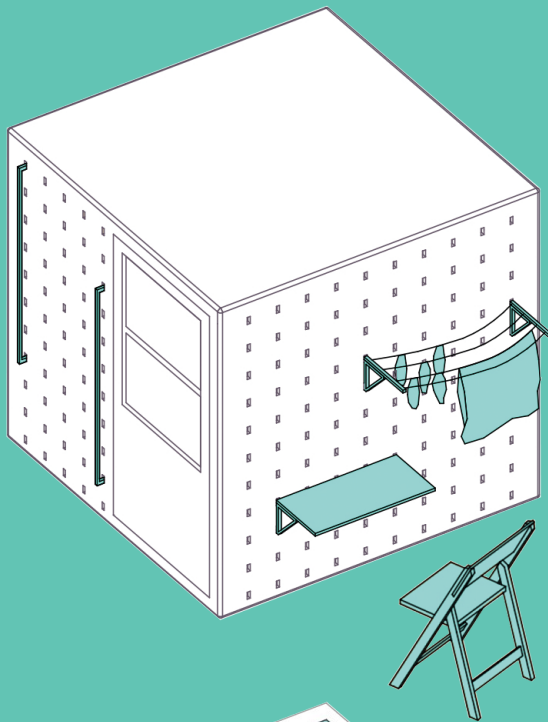


## CUBES

Die CUBEs sind ein bewegliches Raum-in-Raum-Konzept und können mit Hilfe von Rollen von Hand im Raum bewegt werden. Sie fungieren als raumbildendes Element und können so den temporären Bedürfnissen des Tagesablaufs gerecht werden. Mit Hilfe von Möbeln, die außen am CUBE angebracht werden können, lassen sich unterschiedliche Alltagssituationen darstellen.







### CUBE außen

An zwei Seiten des CUBEs befinden sich Pegboards, die die gesamte Fläche überspannen. Die Pegboard-Löcher haben horizontal und vertikal ein 20-cm-Raster und die Abmessung von 5 cm in der Höhe und 2 cm in der Breite.

An der Stecktafel können Regale, Kleiderbügel oder ein vollwertiger Arbeitsbereich, ein Schrank für Kleidung, eine Wäscheleine und ein Spiegel angebracht werden. Auf den beiden anderen Seiten befinden sich eine normal große Tür mit einem Fenster und ein kleineres Pegboard daneben. Um den CUBE zu betreten, muss eine Stufe von 15 cm überwunden werden. Die Tür ist mit einem mittigen Schwingtürscharnier angebracht, um beim Öffnen und Schließen Platz zu sparen. Ein CUBE ist nicht nur der Schlafbereich der Bewohner:innen, sondern ein persönlicher Rückzugsort, der die Möglichkeit zur individuellen Gestaltung bietet. In puncto Suffizienz wird der individuelle Raum eines einzelnen Bewohners auf ein Minimum reduziert, so dass sich die Wohnfläche pro Person von ca. 52 m<sup>2</sup> auf 33 m<sup>2</sup>/Person verringert.

### CUBE Innenraum

Der Innenraum des CUBEs ist mit einem Bett ausgestattet, das auch als Couch fungiert. Wenn mehr Platz benötigt wird, kann das Rückenteil als Verlängerung des Betts genutzt werden. Unter dem Bett befinden sich zwei große Schubladen, die als Stauraum dienen. Über dem Bett befindet sich weiterer Stauraum, der von vorn zugänglich ist.

Auf der gegenüberliegenden Seite des Betts befindet sich ein weiteres großes Pegboard. Hier kann das gleiche Zubehör wie an der Außenseite angebracht werden.

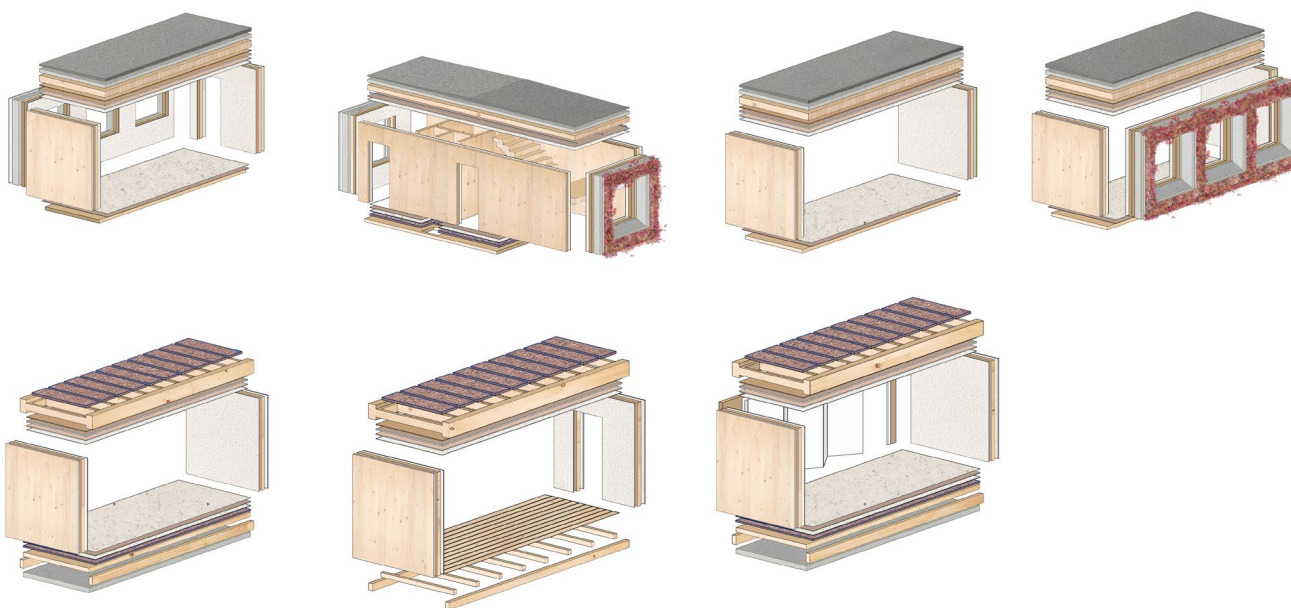


Abb. 174: Modultypen

## Konstruktion

Analog zur Konstruktion der Design Challenge besteht jedes Geschoss aus fünf Modulen. Somit besteht die HDU aus zehn Modulen. Diese sind aufgeteilt in acht kleinere Module mit den Maßen von ca. 7,00 x 2,50 x 3,50 m und zwei größere mit den Maßen von ca. 10,00 x 3,00 x 3,50 m. Die kleineren Module bilden den Gemeinschaftsraum des Wohnbereichs, während die größeren Module den Technikraum, das Bad und die vertikale Erschließung enthalten.

Die Konstruktion der einzelnen Module ist in Massivholz ausgeführt. Die Wände und ein Teil der Decken sind aus Brettsperrholz in verschiedenen Stärken gefertigt. Die Boden- und Deckenkonstruktion der unteren Module des HDU besteht aus CLT-Elementen, die die Breite der Module überspannen, während Brettstapelholzbalken die Last in Längsrichtung aufnehmen. Das Dach der HDU ist als Flachdach ausgeführt und die tragende Ebene besteht aus Brettstapelholz. Zur Dämmung des Gebäudes werden drei Materialien verwendet. Für die Wände werden Holzfaserdämmplatten und für das Dach Foamglas T3+ verwendet. In Bereichen, in denen der Platz begrenzt ist, wird Calostat verwendet.

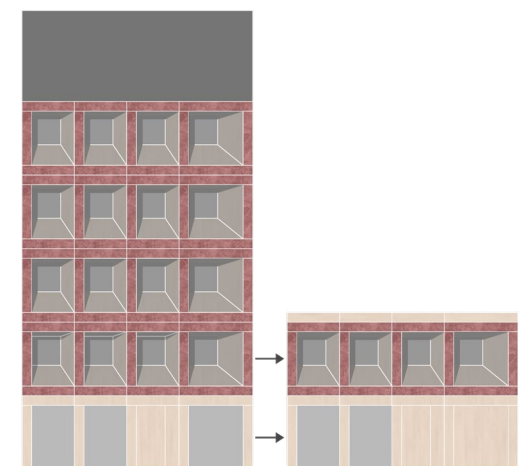


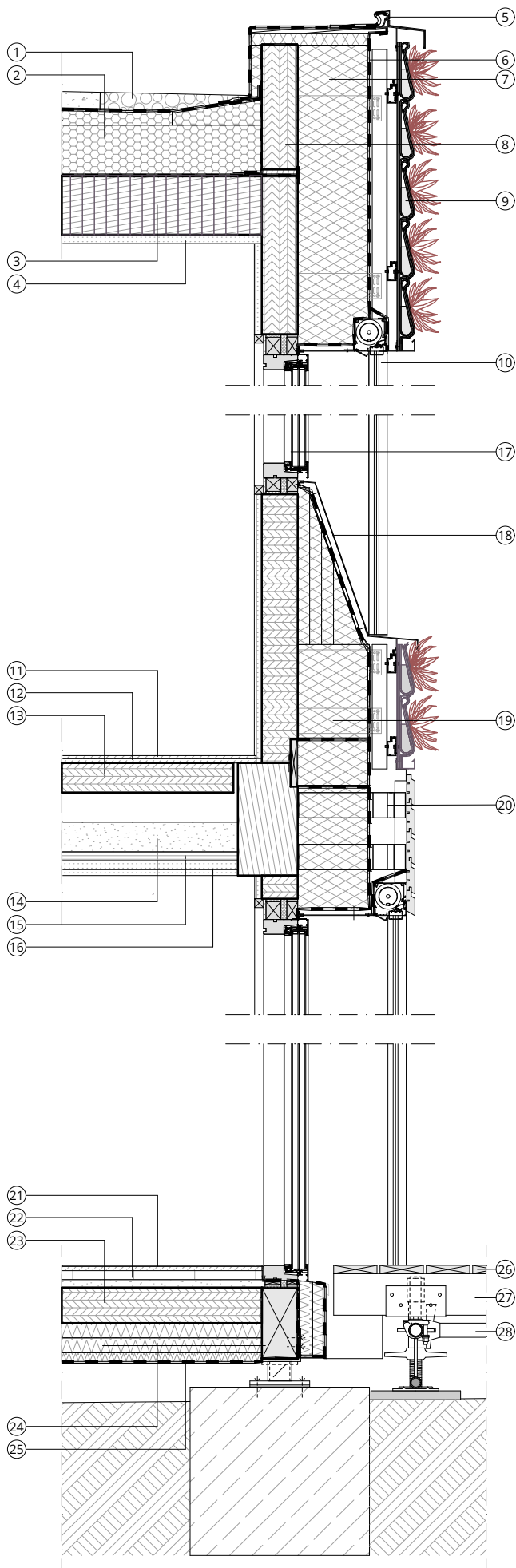
Abb. 175: Fassade DC zu HDU

## Fassade

Das Fassadenmodul ist an die Abmessungen der HDU angepasst. Die Materialität der Nord- und Südfassade wird von der DC übernommen, sodass im Norden der HDU eine Holzverkleidung im Erdgeschoss und Fassadenbegrünung im Obergeschoss angebracht sind. Auf der Südseite gibt es eine Fassadenbegrünung im Erdgeschoss und Solarkollektoren im Obergeschoss. Der Innenraum schließt an der Südfassade mit einem raumhohen Schiebefenster ab. Durch die Öffnung der Fassade wird der Gemeinschaftsraum nach außen hin vergrößert. Das Erdgeschoss im Norden übernimmt das Raster des Obergeschosses, um eine einladende Wirkung nach außen und innen zu erzielen.

Die Ost- und Westfassade der HDU spiegelt die Baulückensituation wider. Daher sind diese Fassaden symbolisch als Brandwände zu verstehen. Sie wurden zu Informations- und Kommunikationsflächen, indem sie mit Grafiken und Informationen für die Besucher:innen bespielt wurden.





### Fassadenschnitt

1. Gründach-System (Optigruen)
2. Gefälledämmung (Foamglas T3+)
3. Brettstapelholzdecke
4. Heiz-/Kühldecke (ArgilaTherm)
5. Attikaplatte Aluminium
6. Dampfsperre
7. Holzfaserdämmung
8. Derix X-Lam 120/3S
9. Vertigo LWO-Fassadenbegrünung  
- Aluminium-Trägerplatte  
- Begrünungselement
10. Roma ZIP Schirm
11. Bodenbelag (Nora)
12. Trockenestrichsystem  
(Unifloor Jumpax Nature)
13. Derix L120/3S
14. Ausgleichsschicht (Unifloor Ecopearls)
15. OSB-Platte
16. Heiz-/Kühldecke
17. Fenster Velfac Energy 200
18. Aluminium-Fassadenplatte
19. Aluminium-Fassadenunterkonstruktion  
(System UBE)
20. Aluminium-Fassadenunterkonstruktion  
(System ALHO)
21. Bodenbelag (Nora)
22. Schotterplatten (Lemix)
23. Derix L120/3S
24. Isolierung Calostat
25. Unterspannbahn (Alujet)
26. Holzdiele
27. Holzbalken
28. O-Doppelstab aus Aluminium



### **Dämmstoffplatte aus amorpher Kieselsäure**

Die Dämmplatte besteht im Kern aus amorpher/nicht kristalliner Kieselsäure (Grundstoff: Siliciumdioxid), die in ein Glasgewebe eingenäht und verpresst wird. Wenn die Platten nach dem Rückbau zu stark beschädigt sein sollten, können sie für die Produktion von Vakuumisolationspaneele (VIP) eingesetzt werden.

Einsatz:

unter der Bodenplatte und in der Decke zur Loggia

### **Eigenschaften**

Rohdichte:	165 kg/m <sup>3</sup>
Wärmeleitfähigkeit:	0,02 W/(mK)
Baustoffklasse:	A2
Brennbarkeitsklasse:	d0; s1



### **Holzfaserdämmung**

Sie besteht aus nachwachsendem und zertifiziertem Nadelholz. Im Trockenverfahren werden zerfaserte Hackschnitzel unter Zugabe von Bindemittel zu Platten gepresst. Bei einem selektiven Rückbau können sie wiederverwendet oder den Produktionsprozessen wieder zugeführt werden.

Einsatz:

als Fassadendämmung

### **Eigenschaften**

Rohdichte:	140 kg/m <sup>3</sup>
Wärmeleitfähigkeit:	0,04 W/(mK) (senkrechte Fasern)
Baustoffklasse:	E



### **Elastischer Kautschuk**

Der Bodenbelag wird hauptsächlich aus Naturkautschuk hergestellt. Alle Komponenten werden mit hohem Druck zu einer Fliese gepresst. Mit der rückseitigen Verklebung (geruchs- sowie lösemittelfrei) kann er fugenlos verlegt werden. Er enthält weder PVC noch Phthalat-Weichmacher oder Halogene. Wenn er nicht zum Hersteller zurückgeführt wird, kann der Bodenbelag stofflich verwertet werden (z. B. zu Fallschuttmatten, Sportplatzbelägen oder Flüssigasphalt).

Einsatz:

als Bodenbelag im Wohnraum, Treppenhaus sowie in den CUBEs

### **Eigenschaften**

Flächengewicht:	5,4 g/m <sup>2</sup>
Trittschallverbesserung:	10 dB
Brennbarkeitsklasse:	Bfl, s1, schwer entflammbar



### Textilfassade

Diese besteht aus einem mit Nanotitandioxid beschichteten Polyester-gewebe. Damit können kleine Stickstoffmoleküle (NO<sub>x</sub>) aus der Luft gefiltert und beim nächsten Regen abgewaschen werden. Das Regenwasser kann zur Düngung von Begrünung eingesetzt werden. Wenn sie einmal ausgetauscht werden muss, können die Reste dem Vinyloop-Verfahren zugeführt werden.

Einsatz:

als Fassadenverkleidung der beiden Brandwände

### Eigenschaften

Gewicht:	440 g/m <sup>2</sup>
Absorption v. Sonnenstrahlen (AS):	29 %
Baustoffklasse:	B1
Brennbarkeitsklasse:	d0; s2



### Lehmbauplatten

Im Inneren bestehen die Platten aus Baulehm und Ton. In dieser Mischung liegen Schilfrohre, die alle 20 cm mit einem Draht gebunden wurden. Zusammengehalten wird das Lehm-Schilf-Gemisch von Hanf- und Jutegewebe.

Einsatz:

im Wohnraum als Wandverkleidung, zudem sind sie gut geeignet für Beplankungen von Holz- oder Metallständerkonstruktionen im Innenbereich

### Eigenschaften

Rohdichte:	700 kg/m <sup>3</sup>
Wärmeleitfähigkeit:	0,13 W/(mK)
Baustoffklasse:	B1



### Holzfaserleichtbauplatten

Die Platten bestehen aus zertifizierter Fichte und einem neu entwickelten, CO<sub>2</sub>-reduzierten Zementtyp (FUTURECEM). Sie könnten kompostiert werden, jedoch ist es aktuell noch günstiger, die Platten thermisch zu verwerten. Auch ein Rücknahmesystem wurde eingerichtet, bisher aber nur für Dänemark.

Einsatz:

als Deckenverkleidung im Treppenhaus (Troldekt Akustik) und CUBE (Troldekt Ventilation)

### Eigenschaften

Rohdichte:	449 kg/m <sup>3</sup>
Wärmeleitfähigkeit:	76 W/(mK)
Brennbarkeitsklasse:	B, s1, d0







Abb. 176: HDU PV- und Grünfassade

## TGA-Konzept

Über eine Kombination verschiedener Konzepte können insgesamt zwei Drittel des Energiebedarfs des Gebäudes selbst erzeugt werden. Herausfordernd war, dass die thermische Behaglichkeit für die flexiblen Raumkonstellationen und das Raum-in-Raum-CUBE-Konzept funktionieren muss.

Für die Planung der Design Challenge hat sich LOCAL+ auf ein Quartiersenergiekonzept fokussiert, das neben dem neu geplanten Gebäude in nahezu Passivhaus-Standard drei weitere für das Konzept zu sanierende Bestandbauten umfasst. In diesem Quartier ist ein zentrales Wasserstoffsystem mit Elektrolyseur vorgesehen, das sowohl elektrisch als auch hydraulisch mit allen vier Gebäuden verbunden ist.

Für die Stromerzeugung des sechsstöckigen Gebäudes sind PVT-Module (110 m<sup>2</sup> mit 18,5 kWp) sowie Dach- und Fassaden-PV-Module (56 m<sup>2</sup> mit 9 kWp) geplant. Als Kurzzeitspeicher ist eine Batterie mit 25 kWh vorgesehen. Überschüssiger Strom (nach dem direkten

Verbrauch im Gebäude) wird durch den zentralen Elektrolyseur zur Erzeugung von Wasserstoff verwendet, der gespeichert und im Winter über die Brennstoffzelle wieder zur Stromerzeugung genutzt wird. Abb. 177 zeigt die geplante Gebäudetechnik für ein sechsstöckiges Gebäude.

PVT-Kollektoren liefern Niedertemperaturwärme für die Regeneration des Eisspeichers und dienen als Wärmequelle für die Wärmepumpe. Durch die Kombination von Photovoltaik- und Thermalmodulen können sich die PV-Module durch das zirkulierende Wasser-Sole Gemisch abkühlen, wodurch die Effizienz der Module gesteigert wird. Geplant ist ein Eisspeicher mit einer Kapazität von 10 m<sup>3</sup>, der unterirdisch auf der Rückseite des Gebäudes platziert wird. Der Eisspeicher dient teilweise als saisonaler Energiespeicher, der als nicht isolierter Speicher mit dem Erdreich „gekoppelt“ ist. Dadurch dient er als Wärmequelle für die Sole-Wasser-Wärmepumpen (10,5 kW bei B0/W35). Durch die Kombination dieser drei Systeme erhöht sich die Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe deutlich.

Zum Heizen und Kühlen wird ein integriertes Deckensystem eingesetzt. Dadurch ergibt sich trotz der sehr niedrigen Vorlauftemperaturen eine gleichmäßige Temperaturverteilung im Raum. Im Sommer zieht die Decke die Wärmestrahlung aus dem Raum durch das Deckenkühlsystem heraus, was zusätzlich durch die Verdunstungskühlung der Lehmmodule an Wand und Decke verstärkt wird. Unterstützt wird das thermische Raumklima durch eine zentrale Lüftungsanlage mit Wärme- und Enthalpierückgewinnungssystem. Die CUBEs werden dezentral über eigene Ventilatoren in das Lüftungskonzept einbezogen. Ein spannender Ansatz ist dabei das Lüftungskonzept, bei dem die Lehmmodule von ArgillaTherm GmbH bis zu 150 g Wasser pro m<sup>2</sup> Modulfläche aufnehmen können und in kurzer Zeit wieder abgeben. Durch die erhöhte Luftwechselrate der Nachtlüftung von > 4/h kann in den Lehmmodulen Luftfeuchtigkeit als Wasser (< 150 g pro m<sup>2</sup>) gespeichert werden, das durch die Abgabe tagsüber eine passive Verdunstungskälte erzeugt. Aufgrund des CUBE-Konzepts (Raum-in-Raum) hat dieser erhöhte Luftwechsel jedoch keinen Einfluss auf die nächtliche Behaglichkeit.



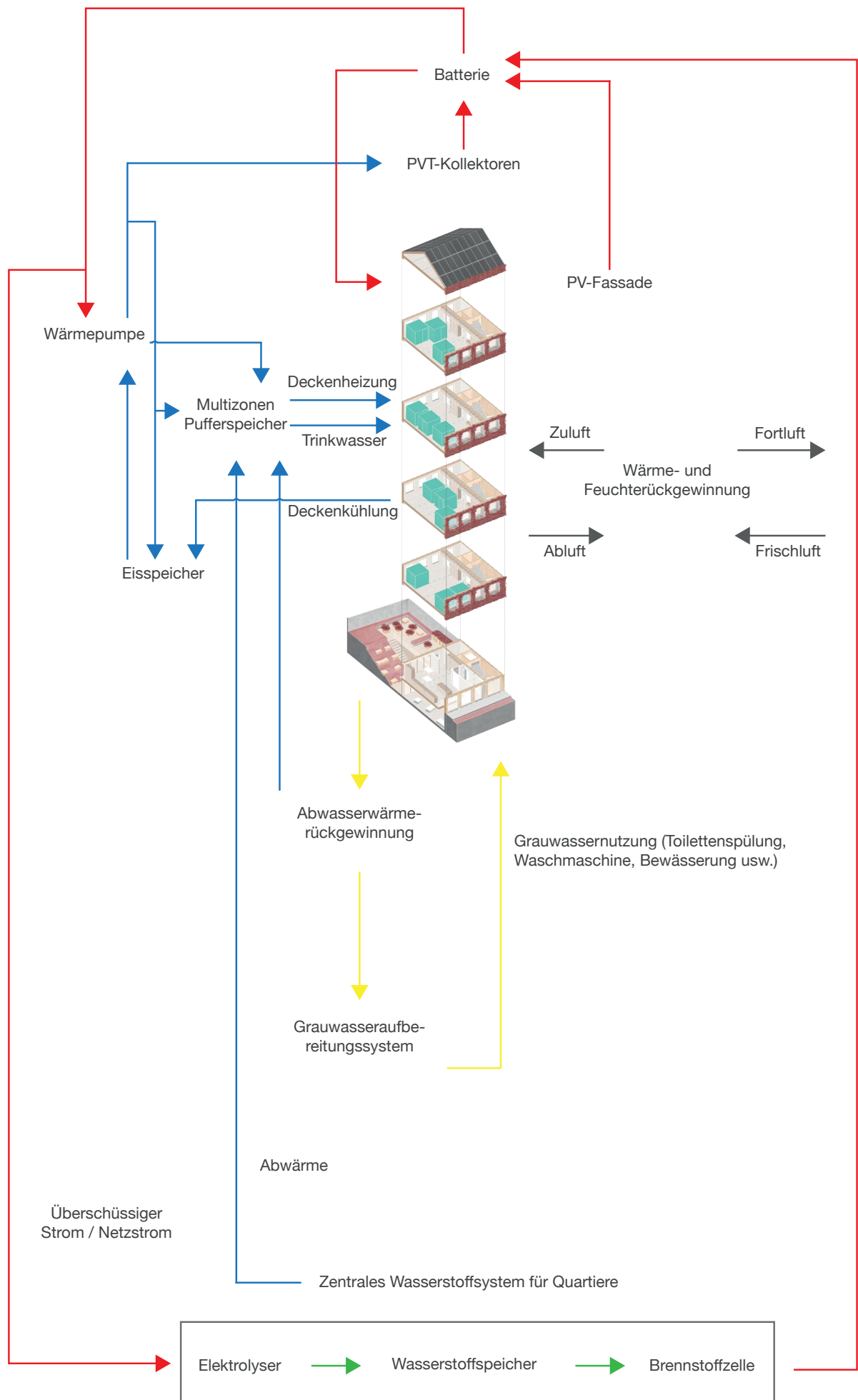


Abb. 177: Energiekonzept Design Challenge





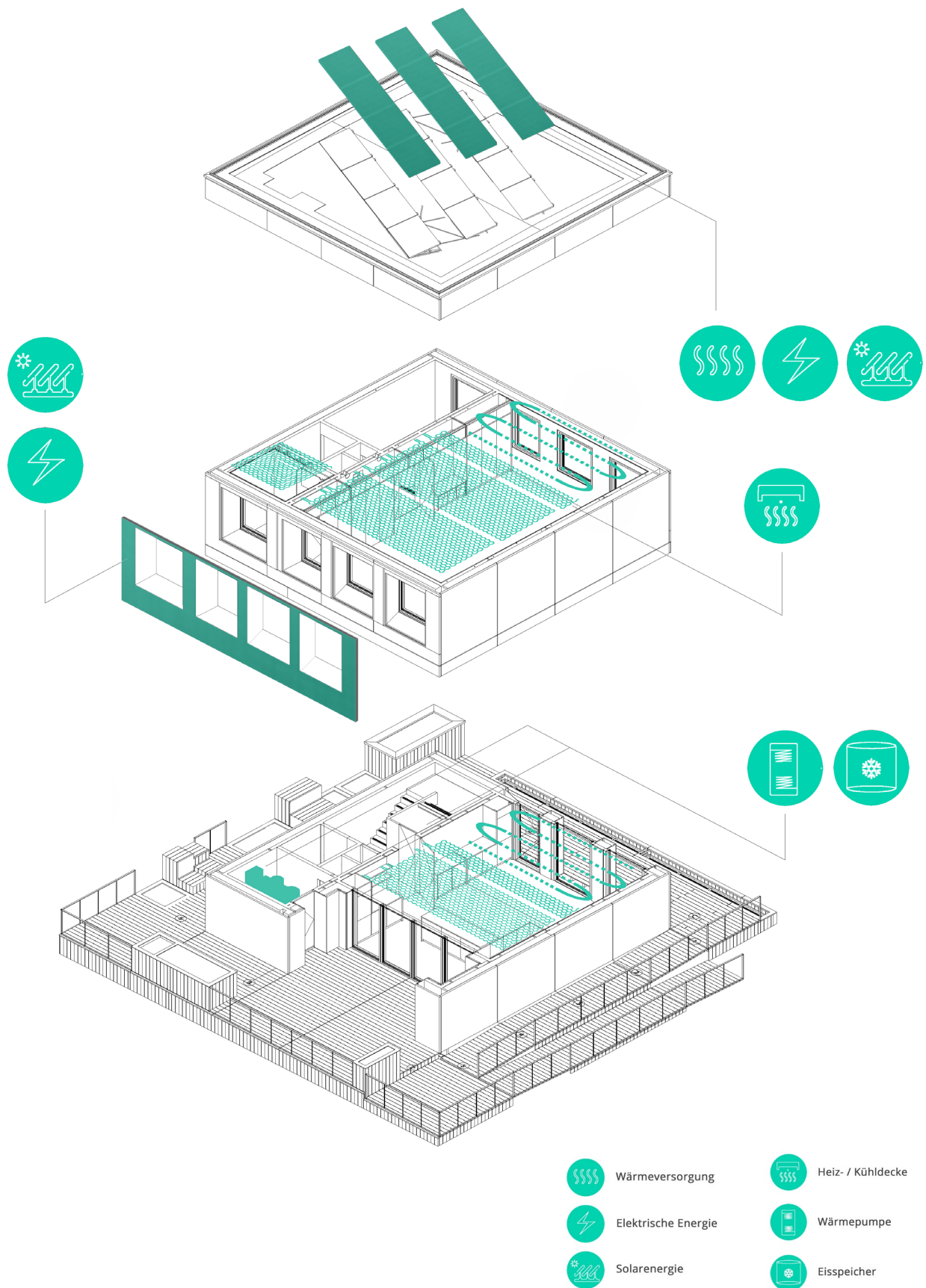
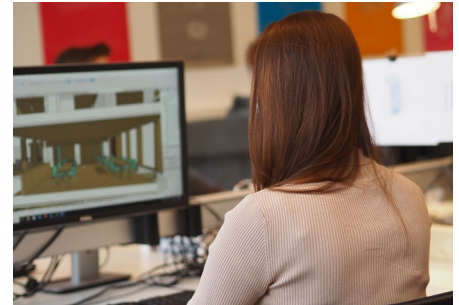
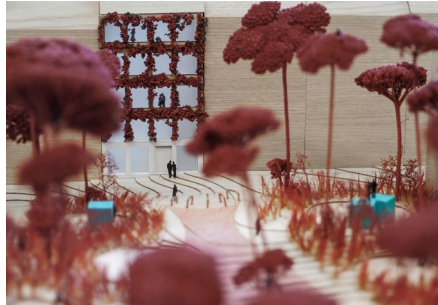


Abb. 179: Energiekonzept HDU

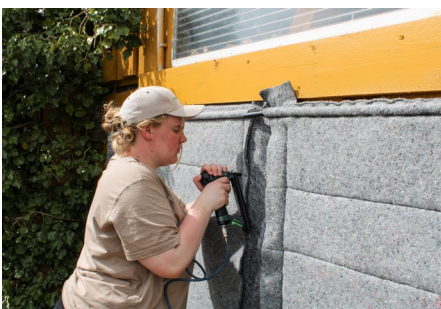
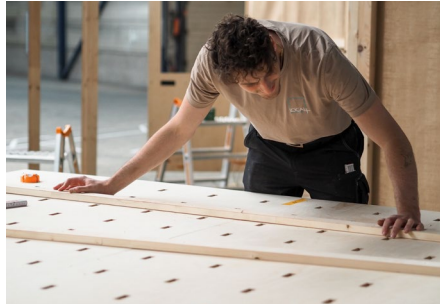




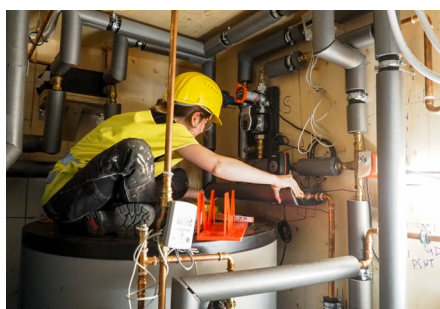
Foto: Martin Braun



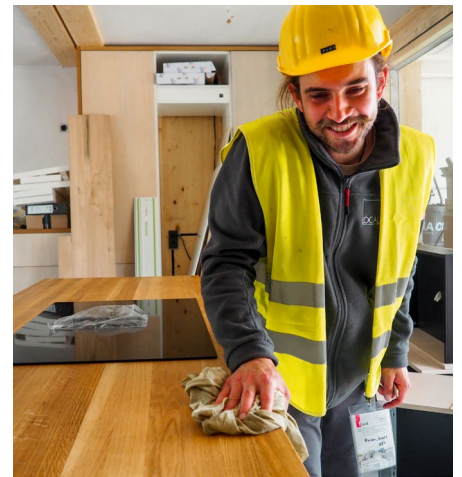
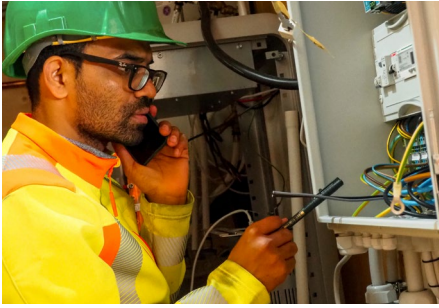












**Hochschule Düsseldorf – HSD**

**MIMO**

**Düsseldorf**



# Aufstockung und Sanierung

Café Ada

Wuppertal

## MIMO: Minimal Impact Maximum Output

### Unsere Vision

Das Team der Hochschule Düsseldorf ist angetreten, um unter dem Leitgedanken „Minimal Impact – Maximum Output“, kurz MIMO, eine Lösung für ganzheitlich ressourceneffiziente Gebäude im urbanen Kontext aufzuzeigen. Der Leitgedanke beinhaltet, dass nur das getan werden soll, was dem Ort einen Mehrwert bietet und maximalen Nutzen bei minimalem Eingriff schafft.

Konkretes Handlungsfeld des Teams MIMO war die umsichtige Sanierung und Aufstockung eines existierenden Lagerhauses in Wuppertal Mirke von 1905, das heute vom überregional bekannten Café Ada als Catering-, Tanz- und Eventlocation genutzt wird. Ziel und Leitmotiv für die Umgestaltung des Bestands ist daher vor allem der Aspekt der Erhaltung – sowohl Sicherung der baulichen Geschichte des Objekts als auch Wahrung der Atmosphäre, da diese genau das ist, was die Besucher:innen am Café Ada schätzen.

Eines der übergeordneten Ziele des Teams MIMO bestand darin, ein soziales Gewebe zwischen den Bewohner:innen über den individuellen Wohnraum hinaus entstehen zu lassen. Zudem sollten konsequent ökologische, recycelte und vor allem wiederverwendbare Materialien im Sinne der Konsistenz genutzt werden und die traditionelle Maxime des Wettbewerbs, die Energieeffizienz, um den Aspekt der Suffizienz durch minimalen privaten Wohnraum und Sharingmodelle ergänzt werden.

### Das Team

Das interdisziplinäre Team MIMO hat 18 Professor:innen, ca. 70 Studierende und zehn Mitarbeiter:innen aller sieben Fachbereiche (Architektur, Design, Elektro- und Informationstechnik, Maschinenbau und Verfahrenstechnik, Medien, Sozial- und Kulturwissenschaften, Wirtschaftswissenschaften) vereint, um in allen Wettbewerbskategorien bestehen zu können.

Während die Projektleitung und Gebäudeplanung für die Design Challenge und House Demonstration Unit (HDU) im Fachbereich Architektur zusammenliefen, haben Studierende des Fachbereichs Sozial- und Kulturwissenschaften die Klientel des Mirker Quartiers untersucht und ihre Überlegungen zur Planung der Apartments eingebracht. Gemeinsam mit Studierenden der Wirtschaftswissenschaften wurde die Realisierbarkeit der Aufstockung nachgewiesen. Mitglieder des Fachbereichs Maschinenbau und Verfahrenstechnik sowie des Fachbereichs Elektro- und Informationstechnik entwickelten Strategien für die Energieversorgung und das Lastmanagement und setzen diese mit Partnern aus der Wirtschaft erst im Labor und dann in der HDU um. Studierende der Fachbereiche Design und Medien vollzogen die komplette Öffentlichkeitsarbeit inklusive Informationskonzept und einer Darstellung über Augmented-Reality-Modelle.



Hochschule Düsseldorf  
University of Applied Sciences







Abb. 180: Team MIMO am Finaltag – Foto: Team MIMO



Abb. 181: Team MIMO am Tag der Bauabnahme – Foto: Marvin Hillebrand



## Design Challenge

### Konzept

#### Viel Gemeinschaftsraum umgeben von einer Klimahülle

Gemäß dem Leitbild des Teams wird mittels einer effizienten Aufstockung ein Mehrwert für das Quartier geschaffen. Dieser besteht vor allem in einer Wohnraumalternative zu den überwiegend großen Wohnungen des gründerzeitlichen Quartiers Mirke. Durch behutsame Eingriffe und Erhalt des äußeren Erscheinungsbilds werden bestehende Qualitäten des Cafés und Veranstaltungszentrums funktional als auch ästhetisch geschärft und lange Schließungszeiten vermieden. Die Aufstockung entsteht auch deswegen unter der Prämisse des modularen Ansatzes. Das Aufsetzen von 26 übereinandergestapelten, vorproduzierten Vollholz-Wohnmodulen über drei Geschosse (Abb. 182) ermöglicht über digitale Planungs- und Produktionstechniken ein konsequent nachhaltiges Nutzungs-, Material- und Designkonzept, geringe Bauzeiten vor Ort und demnach eine Minimierung der mit dem Bau verbundenen Emissionen.

In 15 Wohneinheiten wird privater Wohnraum für bis zu 33 Menschen aller Altersgruppen in vier verschiedenen Wohnungstypen bereitgestellt. Durch Versatz und Drehung der Module sowie eine darübergestülpte sogenannte Klimahülle entstehen Zwischen- und Lufträume, die die Erschließung, aber vor allem gemeinschaftlich genutzte Co-Working-Bereiche, Lounges und einen urbanen Dachgarten aufnehmen. Der gemeinschaftliche Bereich wird als thermischer Pufferraum über die intelligente Fassade weitestgehend natürlich klimatisiert. Weitere Module nehmen bspw. gemeinsam genutzte Waschmaschinen und Gästezimmer auf. Der im Sinne der Suffizienz reduzierte private Wohnraum (ca. 20 m<sup>2</sup> Wohnfläche pro Person) wird hierüber im Prinzip „wer teilt, hat mehr“ erweitert. Die aufgesetzte Struktur trennt Neu- und Altbau und setzt städtebaulich eine klare Kante mit Signalcharakter.

Team:	MIMO <a href="http://mimo-hsd.de">mimo-hsd.de</a>
Universität:	Hochschule Düsseldorf – HSD
Herkunft:	Düsseldorf, Deutschland
Situation:	Aufstockung + Renovierung
Geschosse DC:	6
Bebaute Fläche:	510 m <sup>2</sup>
Individuelle Wohnfläche:	649 m <sup>2</sup>
Gemeinschaftsfläche:	740 m <sup>2</sup>
Fläche/Person DC:	Ø 41,5 m <sup>2</sup>
Wohneinheiten:	15 Wohnungen
Bewohner:innen:	33 Personen

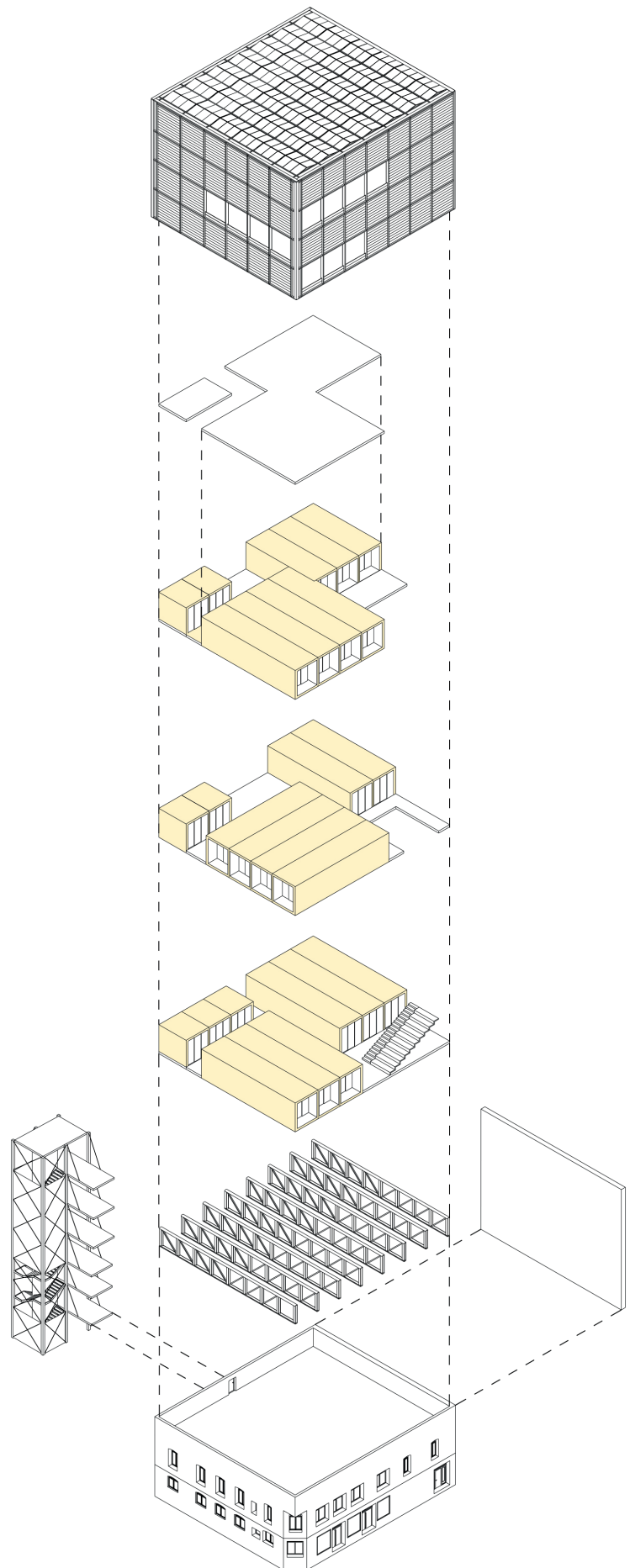


Abb. 182: Konzept der Aufstockung



## Bestandsgebäude

Die Renovierung des Bestandsgebäudes erfolgt weniger im Sinne eines rein ästhetischen Ansatzes, sondern vielmehr im Sinne einer maximalen Verbesserung der bestehenden Strukturen unter so wenig Eingriffen wie möglich (Abb. 183). Die Eingriffe sollen die bisherigen Qualitäten unterstreichen bzw. diese funktional und räumlich verbessern. Dies erfolgt insbesondere durch den Einsatz modularer, flexibler Möbel in Verbindung mit einem Licht- und Trennwandkonzept. So soll das Café Ada weiterhin als zentraler Treffpunkt für das Quartier Mirke fungieren und verschiedene Freizeit- und Lernangebote für unterschiedliche Zielgruppen bieten. Das Raumkonzept ermöglicht viel Stauraum für die verschiedenen benötigten Utensilien und ermöglicht es zudem, den Raum flexibel einzuteilen, sodass auch Aktivitäten parallel zueinander statt finden können. Die Angebote reichen von Kochkursen über Mal- oder Tanzkurse bis hin zu Nachhilfeunterricht für Jugendliche (Abb. 184 ff.).

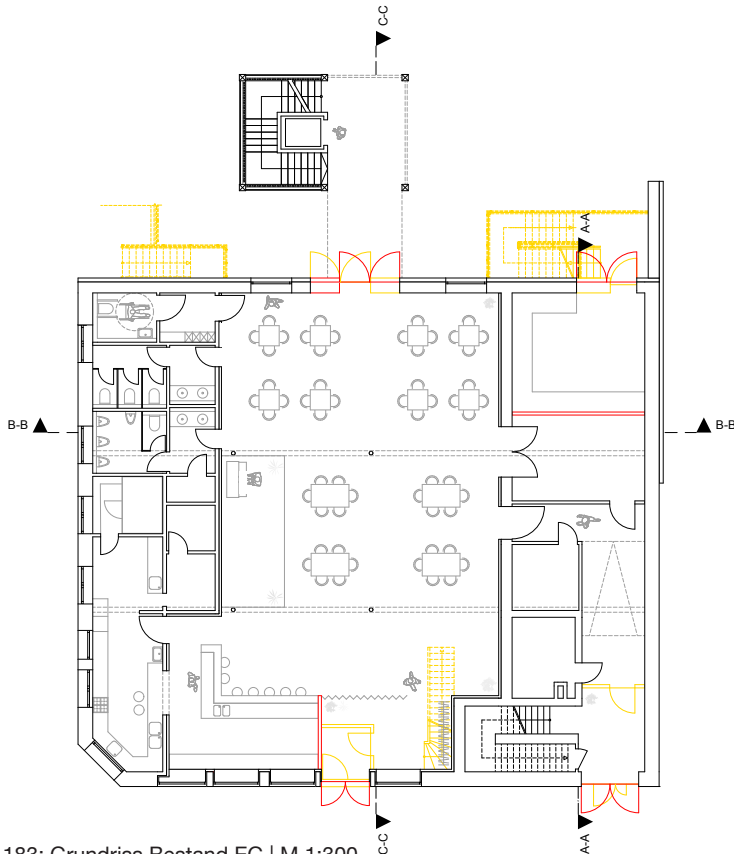


Abb. 183: Grundriss Bestand EG | M 1:300

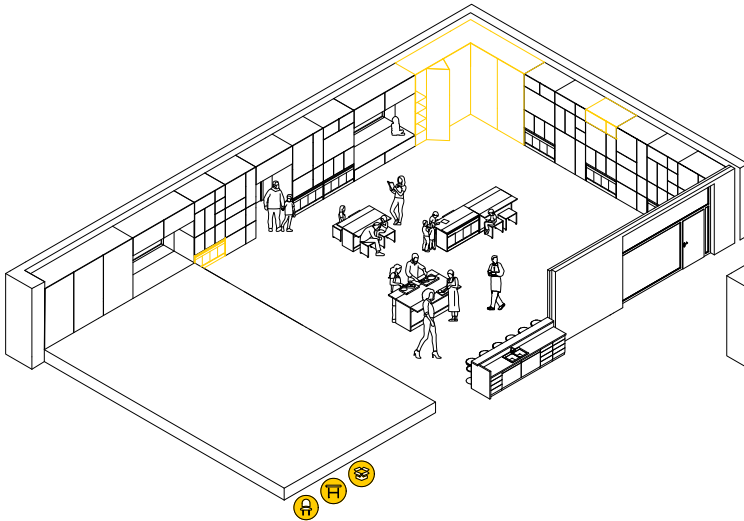


Abb. 184: Nutzung 1: Mittagsbetreuung für Schüler:innen

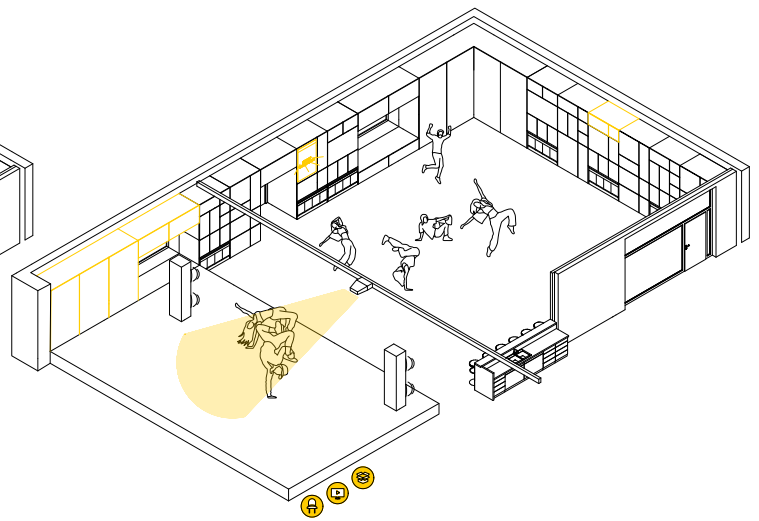


Abb. 185: Nutzung 2: Tanzschule

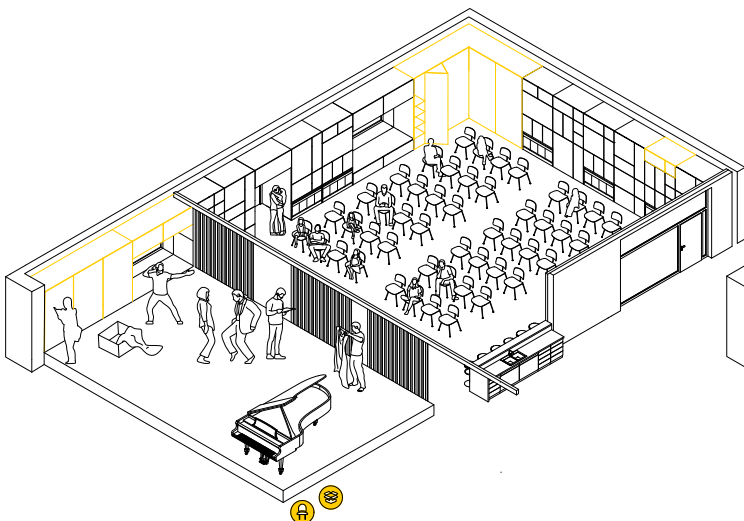


Abb. 186: Nutzung 3: Theaternutzung

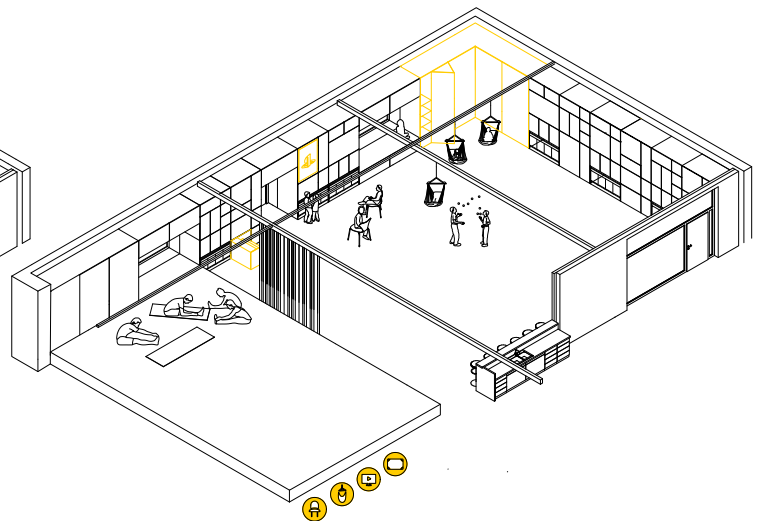


Abb. 187: Nutzung 4: freie Verfügung

## Aufstockung

Die vier neu errichteten Geschosse wurden so gestaltet, dass der private Wohnraum so kompakt und klein wie möglich gehalten wird, während im Gegenzug große Flächen für die Gemeinschaft bereit gestellt werden. Diese Flächen teilen sich alle Bewohner:innen gleichermaßen, sodass jeder einzelne ein Raumangebot erhält, das üblicherweise nicht für einzelne Personen finanzierbar wäre. Gleichzeitig fördern diese halböffentlichen Bereiche den sozialen Austausch zwischen den Anwohner:innen.

Das modulare Bauen ermöglicht Wohnungen unterschiedlicher Größen, sodass verschiedene Nutzergruppen angesprochen werden. So wird ein lebendiges und diverses Wohnumfeld geschaffen. Die Wohnungstypen decken Größen für eine Person bis hin zu kleinen Familien ab (Abb. 195 ff.). Auf größere Wohnungen wurde bewusst verzichtet, da der Bestand in Mirke bereits zahlreiche größere Wohnung aufweist und eher ein Mangel an kleineren Apartments besteht.

Die Idee des gemeinschaftlichen Wohnens reicht weit über die halböffentlichen Flächen hinaus. Sowohl die Außenfläche hinter dem Gebäude als auch die Dachterrasse mit urbanem Garten fordern die Nachbar:innen explizit dazu auf, das Gebäude ebenfalls zu nutzen. So führt das Zusammenspiel von privaten, halb-öffentlichen und öffentlichen Bereichen zu einem lebendigen Austausch zwischen dem neuen Gebäude und der gesamten Nachbarschaft, was den Grundstein für eine Akzeptanz des Projekts im Stadtteil Mirke darstellt.

## Außenraum

Eine von Studierenden des Fachbereichs Sozial- und Kulturwissenschaften durchgeführte Befragung der Bewohner:innen des Quartiers Mirke ergab, dass in dem Stadtteil ein wesentlicher Bedarf an öffentlichen Räumen in einem grünen Kontext besteht. Somit entstand als übergeordnetes Ziel der Planung, den Gebäudekomplex als kulturelles und soziales Zentrum zu aktivieren.



Abb. 188: Ansicht Süd | M 1:500



Abb. 189: Ansicht West | M 1:500



Abb. 190: Ansicht Nord | M 1:500

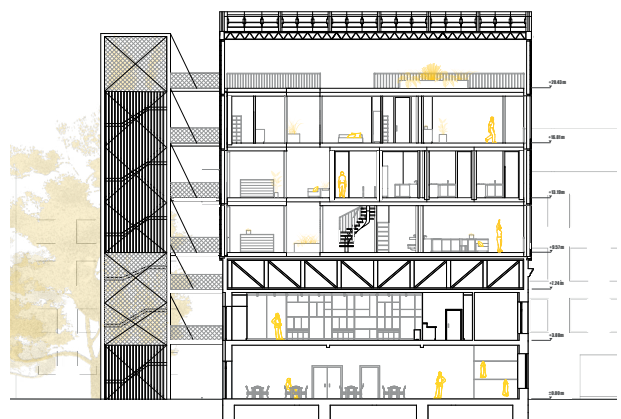


Abb. 191: Schnitt | M 1:500



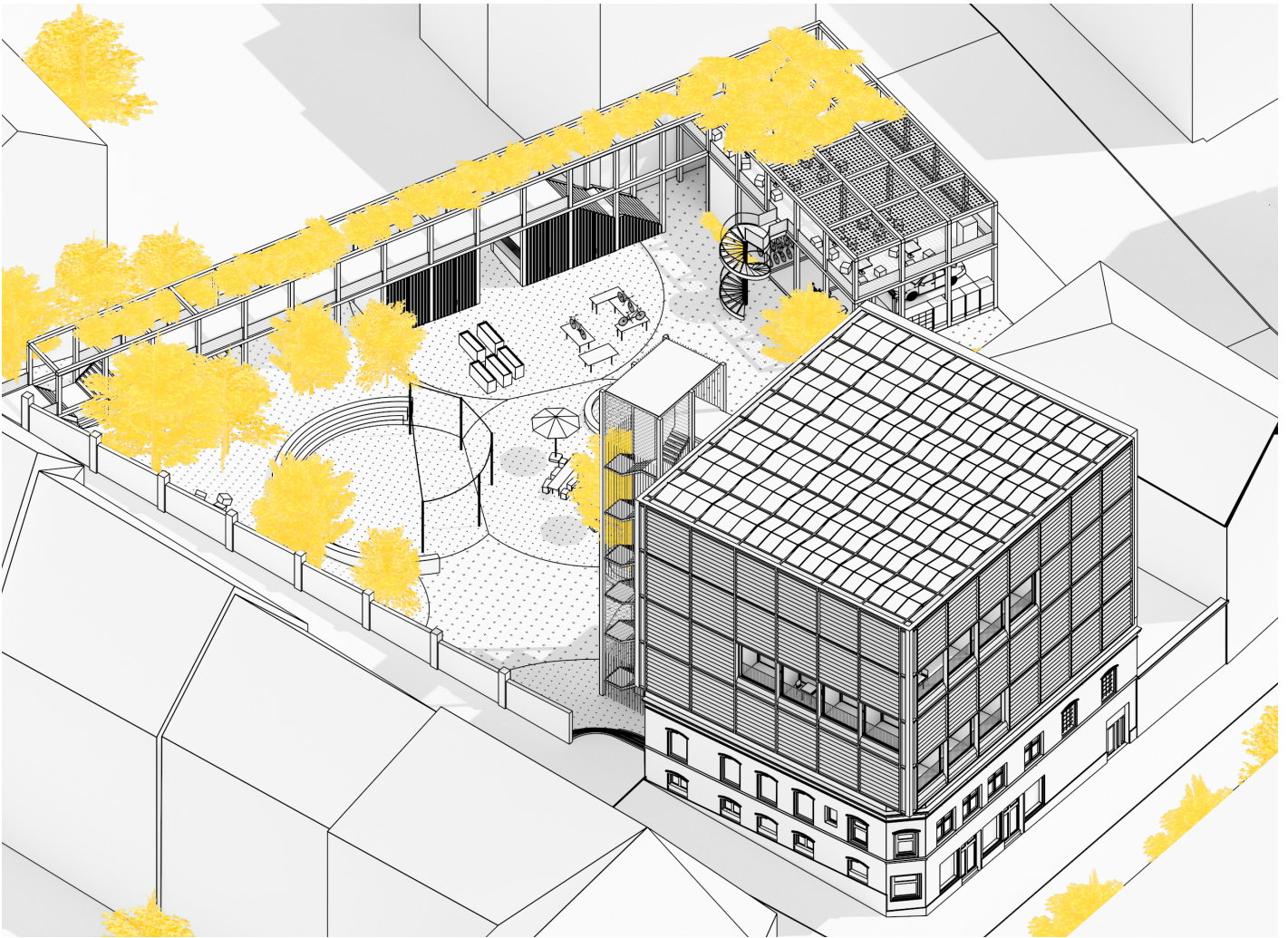


Abb. 192: Isometrie



Abb. 193: Grundriss 2. OG | M 1:300

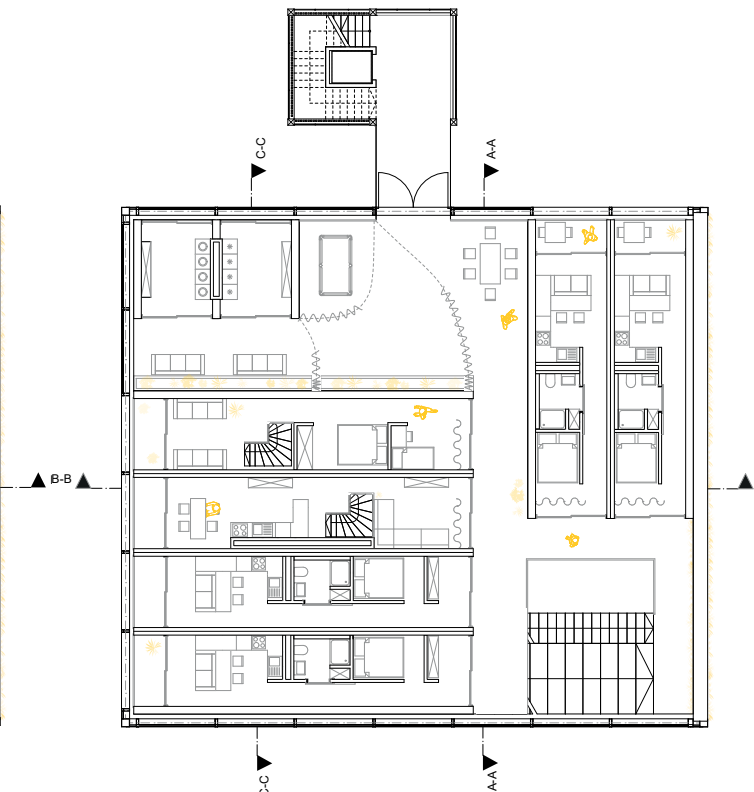


Abb. 194: Grundriss 3. OG | M 1:300

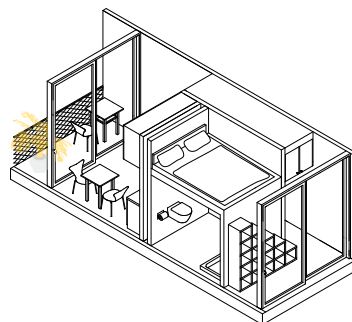


Abb. 195: Singlemodul, 21,5 m<sup>2</sup>

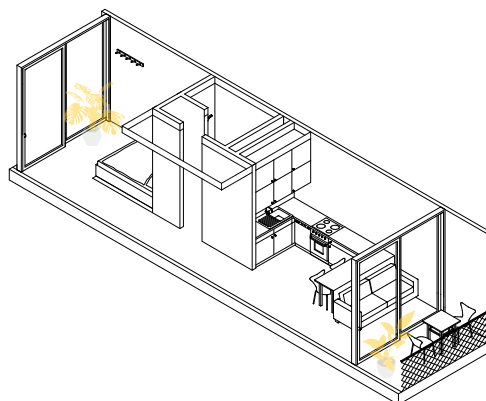


Abb. 196: Doppelmodul, 36,5 m<sup>2</sup>

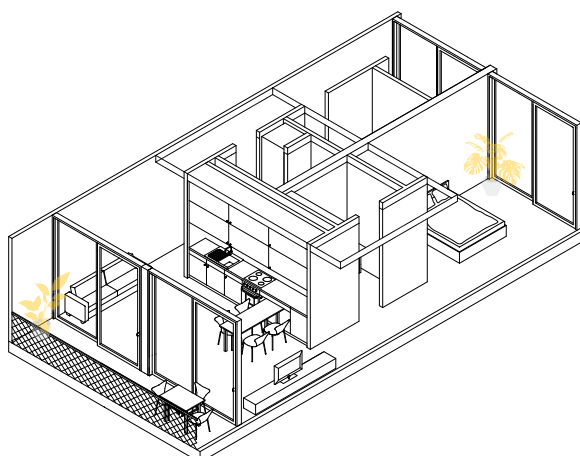


Abb. 197: Familienmodul, 73 m<sup>2</sup>

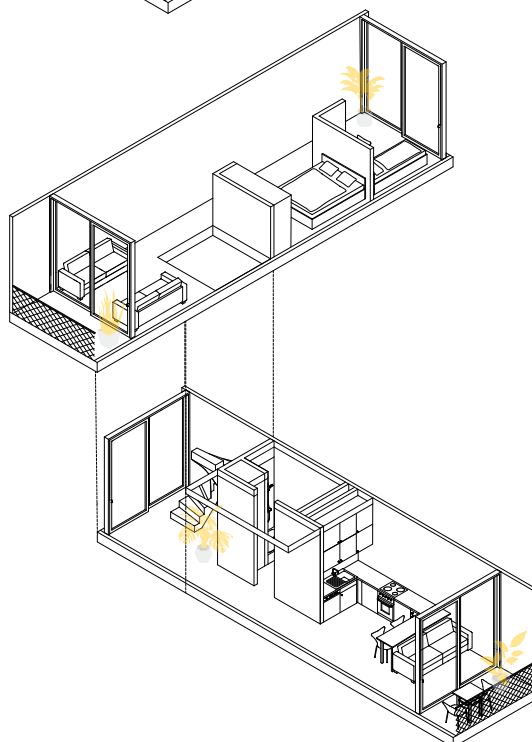


Abb. 198: Maisonettewohnung, 73 m<sup>2</sup>



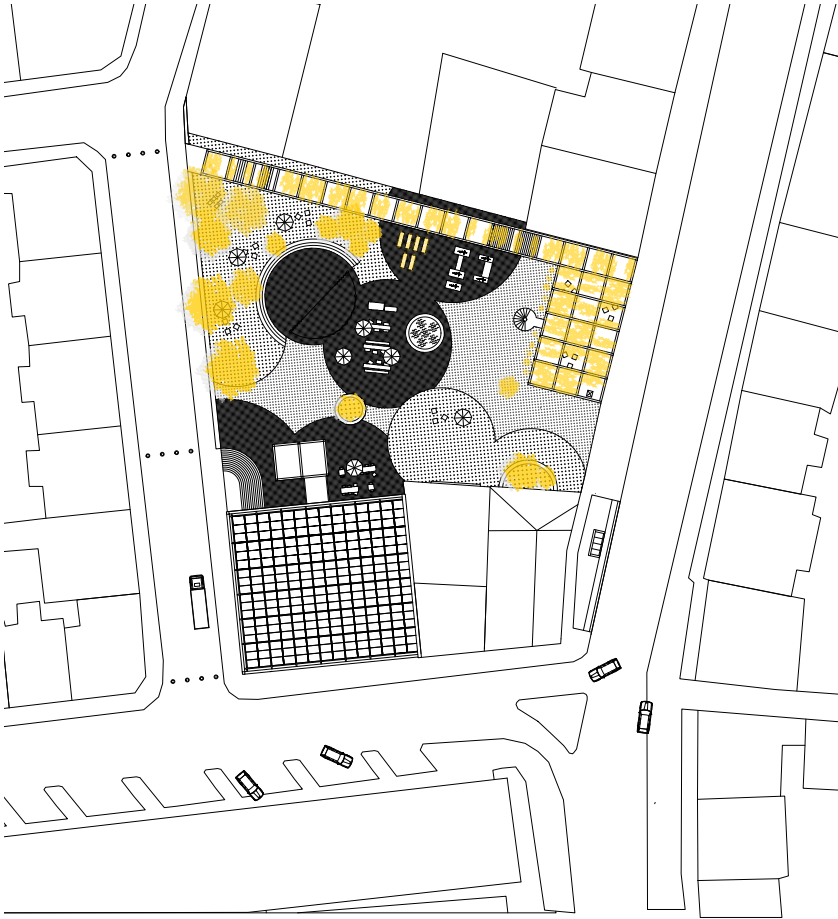


Abb. 199: Lageplan | M 1:1000

Die Gestaltung der Freianlagen wird zum einen durch die sich kreuzenden Kreissegmente und zum anderen durch die begehbare pergolaartige Holzrahmenstruktur im nordöstlichen Grundstücksbereich bestimmt. Die rundlichen Bodenbeläge stellen einen Kontrast zu dem strengen orthogonalen Raster des übrigen Entwurfs dar und markieren „Zonen“, die eine multifunktionale Nutzung ermöglichen. Die Holzpergola hingegen geht auf die Struktur der Fassade ein und verbindet die Frohweinstraße mit der Uellendahler Straße (Abb. 192). Sie schafft mehrere unterschiedlich nutzbare Bereiche, wie Stauraum, einen überdachten Parkplatz für diverse E-Mobile der Hausgemeinschaft und einen darüber liegenden Aufenthaltsbereich. Alle Bereiche des Außenraums sind unterschiedlich begrünt und überwiegend nicht versiegelt (Abb. 199). Die teilweise bestehende Bepflanzung wird hinsichtlich des Biodiversitätsgedankens und der Klimaresilienz ausgewählt und erweitert.

Um für die gesamte Nachbarschaft einen Mehrwert zu schaffen, werden verschiedene Attraktionen angeboten. Die Flächen können für Veranstaltungen wie Theater, Konzerte oder Festivals genutzt werden. Zusätzlich sollen sie mit Spielzeugverleihen, Urban Gardening, einer Fahrradwerkstatt und mehreren Selbstbedienungsautomaten belebt werden. Urban Gardening findet außerdem auf der Dachterrasse der Aufstockung seinen Platz. Durch Vermietung einzelner Beetflächen an Personen, die nicht über dem Café Ada wohnen, kann so ein halb-öffentlicher Bereich geschaffen werden. Ein barrierefreier Zugang wird über den außenliegenden neuen Treppenhausturm geschaffen (Abb. 192).

### Mobilitätskonzept

Das Mobilitätskonzept bezieht sich auf das gesamte Quartier Mirke. Der Hauptgedanke ist, dass bestehende Strukturen für das Car-sharing verbessert werden, aber auch ein neues funktionales Mobilitätssystem, das eng mit dem mobilen Sharing-Dienst auf dem Areal verbunden ist, zu schaffen. Mehrere „Mobility Hubs“ werden an verschiedenen Orten der Mirke platziert, die zum einen eine Parkmöglichkeit für die (E-)Fahrräder bieten, zum anderen aber auch einen Ort zum Ausruhen für die Nutzer darstellen. Die Interventionen stellen bewusst nur einen kleinen Eingriff in die Strukturen der Stadt Wuppertal dar.

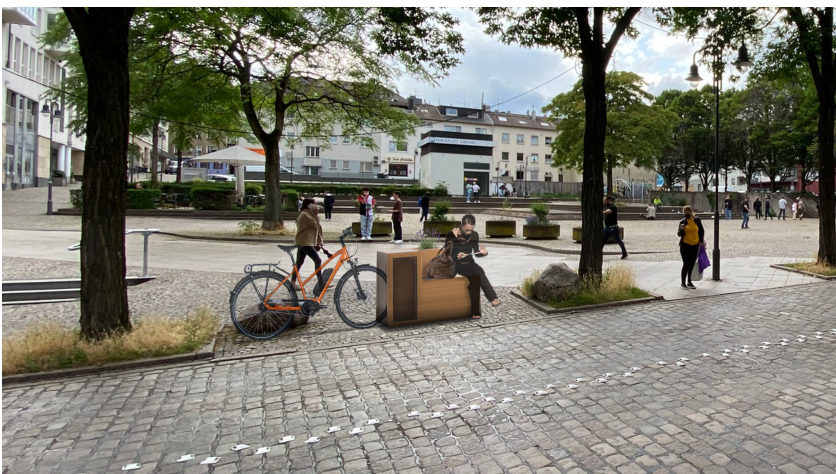


Abb. 200: Beispiel eines kleinen Mobility Hubs in der Stadt – Foto: Team MIMO





Abb. 201: Wohnbereich des Familienmoduls



Abb. 202: Blick in ein Doppelmodul



Abb. 203: Schlafbereich des Doppelmoduls





Abb. 204: Außenansicht



Abb. 205: Gemeinschaftsfläche in der Klimahülle





Abb. 206: Die HDU des Team MIMO zum Start des Wettbewerbsfinales in Wuppertal - Foto: Marvin Hillebrand



## Building Challenge

Die House Demonstration Unit repräsentiert das ganzheitliche Konzept der Design Challenge auf einem Baufeld von 18 x 18 m. Die Vorgabe der sogenannten Solar Envelope ließ hierin einen Baukörper von maximal 10 x 10 m bei einer Höhe von max. 7 m zu. Analog zur Aufstockung der Design Challenge zeigt die HDU des Teams MIMO hierin exemplarisch zwei auf ca. 8 m verkürzte kompakte Wohnmodule sowie ein TGA-Modul, die gesperrt gegeneinander und über zwei Ebenen aufeinandergestellt sind sowie von der Klimahülle umgeben werden. Auf den zwei Ebenen befinden sich somit jeweils ein im Sinne der Suffizienz reduziertes Wohnmodul sowie unterschiedliche Gemeinschaftsbereiche wie eine große Küche samt Essbereich (Abb. 229), eine Lounge und ein Erschließungsmöbel samt Stauraum.

Der Haupteingang führt Bewohner:innen und Besucher:innen quer unter dem Obergeschoss-Wohnmodul durch den gemeinschaftlichen Küchenbereich. Dieser ist durch doppelt gewebte Vorhänge räumlich und akustisch vom übrigen Raum getrennt. Hierüber und durch unterschiedliche Heizkreise kann der Küchenbereich in den Wintermonaten als Wärmeinsel mit einem höheren Temperaturniveau einzeln genutzt werden. Beim Übergang in den zweigeschossigen Hauptraum spannt sich ein lichter, weit und über viele Fensterflächen geöffneter Raum auf (Abb. 208). Hier findet das gemeinschaftliche Leben statt, erschließt eine raumbildende Treppe die obere Lounge und bietet verdeckten Stauraum.

Beide Wohnmodule beinhalten neben jeweils einem Bad im Mittelteil zwei unterschiedlich nutzbare Wohnräume. Im Erdgeschossmodul wird mittels eines Multifunktionsmöbels ein Wohn-Schlafraum sowie eine kleine Küche vorgestellt (Abb. 231). Beide Wohnmodule durchstoßen mit ihren Hauptwohnräumen die Klimahülle, um den Bewohner:innen über vollflächige Hebe-Schiebetüren Außenzugang und eine hohe Tageslichtversorgung zu ermöglichen. Der jeweils andere Wohnraum mündet ebenfalls über raumhohe und öffentbare Verglasungen in den Gemeinschaftsbereich. Vorhänge bieten innen Blendfreiheit, Verdunklung sowie Privatheit und dienen außen als Sonnenschutz.



Abb. 207: Dachterrasse – Foto: Marvin Hillebrand



Abb. 208: Blick in den Luftraum  
Foto: Marvin Hillebrand

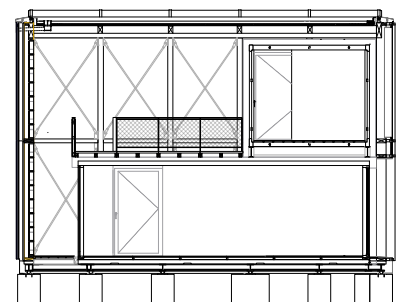


Abb. 209: Schnitt | M 1:200

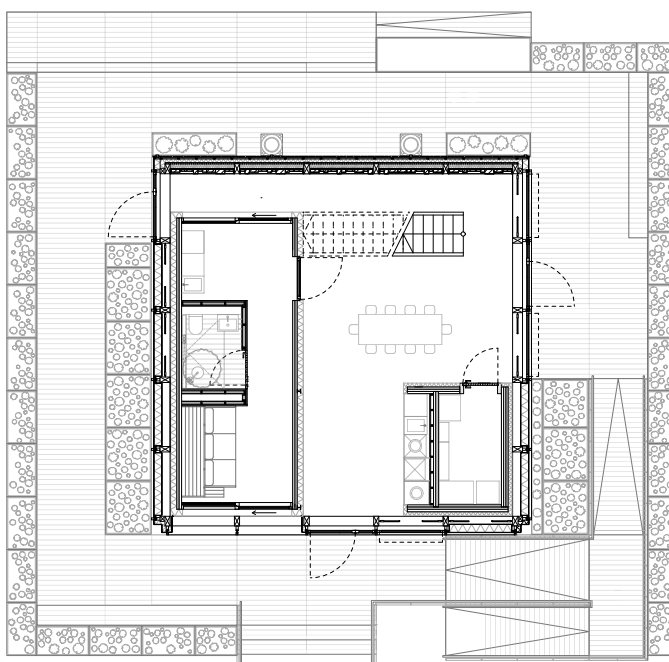


Abb. 210: Grundriss EG | M 1:200

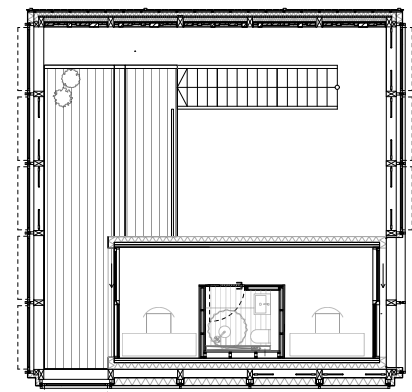


Abb. 211: Grundriss 1. OG | M 1:200

## TGA-Konzept

Die den Gemeinschaftsraum und die Wohnmodule umgebende sogenannte Klimahülle bildet über großflächige, öffenbare Dachfenster und Glas-Lamellen in der Fassade einen thermischen Pufferraum. Während in den privaten Wohnräumen eine Wandheizung in den Badkernwänden und eine mechanische Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung für übliche (Temperatur) bzw. sehr gute (Luftqualität) Raumluft- und Komfortansprüche sorgen, weist der Gemeinschaftsbereich aus Effizienzgründen eine deutlich flexiblere Komfortspanne auf. Er wird rein natürlich be- und entlüftet sowie passiv gekühlt und kann ein Temperaturniveau zwischen 15 und 35 °C annehmen (Abb. 212 – Abb. 214). Erst bei sehr geringen Außentemperaturen werden die solaren Wärmegevinne über die großflächigen Verglasungen um Heizwärme aus einer Fußbodenheizung ergänzt (Abb. 216).

In die Fenster eingebettete Photovoltaikzellen sorgen für Stromertrag und Schattenwurf. Sie erreichen eine Gesamtleistung von 8,2 kWp. Ihre Anordnung ist hinsichtlich der Ein- und Ausblicke sowie des Energieertrags, der Verschattung und Tageslichteinfalls parametrisch abgestimmt. Die BIPV-Gläser erzielen durch hochtransparente Gläser, die Verwendung hocheffizienter monokristalliner, bifazialer Zelltechnologien und eine spezielle Silikoneinbettung höchste und langfristig stabile Energieerträge und eine hervorragende Schalldämmung. Ein sensorbasiertes Managementsystem steuert die Öffnung der transparenten Fassadenelemente gemäß der Komfortanforderungen. Dabei werden deren Neigung gegenüber solarer Einstrahlungswinkel zur Vermeidung möglicher Verschattung der PV-Zellen sowie Innenraumtemperatur, Luftfeuchte und CO<sub>2</sub>-Belastung gegenüber äußerer Witterung per Sensorik und Wetterstation abgewogen. Die intelligente Fassade übernimmt damit sowohl Aufgaben des winterlichen Wärmeschutzes (Lamellen geschlossen) als auch des sommerlichen Wärmeschutzes (Lamellen teilweise geöffnet, PV-Module als Sonnenschutz) und nutzt passiv wie aktiv solare Energie (Abb. 215 – Abb. 216).

Das vollständig vorgefertigte und vorinstallierte Technikmodul grenzt an die Gemeinschaftsküche und beherbergt sämtliche Systeme für die Energieversorgung und das Management des Gebäudes. Neben Wechselrichtern und Batteriespeichern für die Solarstromanlagen sowie elektrischer und thermischer Unterverteilung ist hier das in-

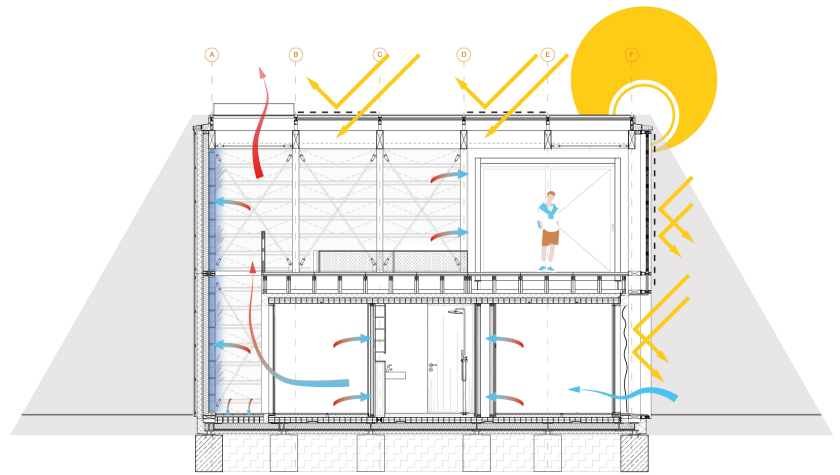


Abb. 212: Effizienzkonzept am Sommertag

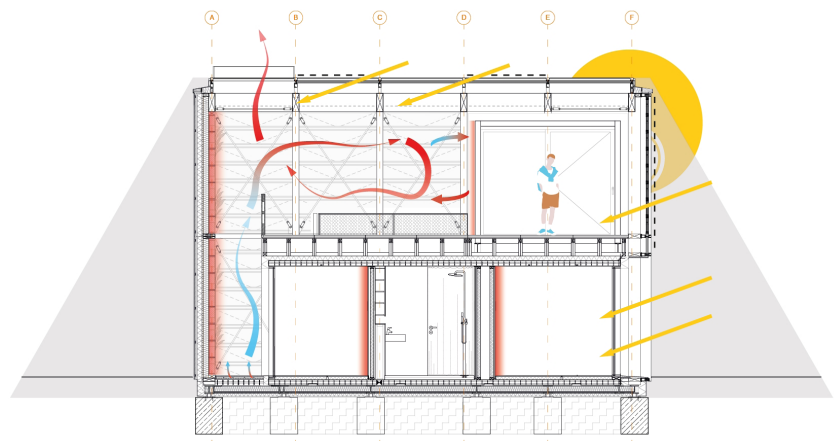


Abb. 213: Effizienzkonzept im Winter

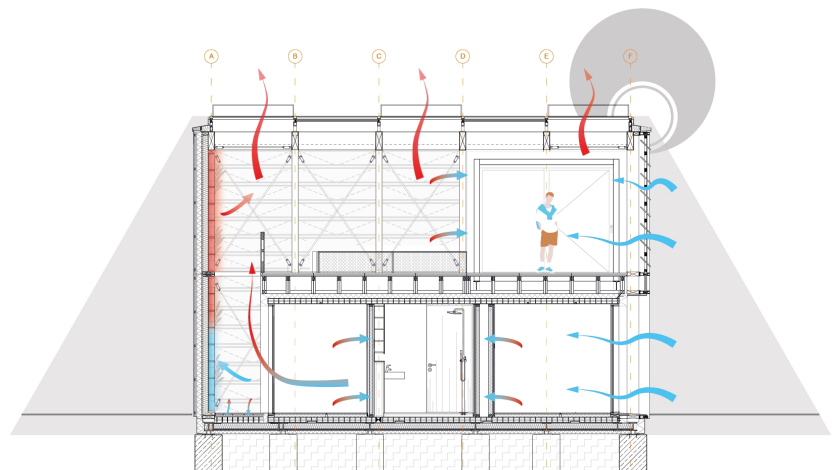


Abb. 214: Konzept der passiven Lüftung während der Sommernacht





Abb. 215: Lamellenfassade im Westen – Foto: Marvin Hillebrand

novative und an der Hochschule Düsseldorf entwickelte energiBUS-System verortet. Im Sinne des Gemeinschaftsprinzips koppelt dieses die Haushaltsgeräte über eine intelligente Wärmeverteilung mit zentralen Wärmespeichern und der Wärmepumpe samt Eisspeicher. Während die Wärme auf einem niedrigen Temperaturniveau, z. B. den Kühlschränken, entzogen wird, steht diese den Wärmeverbrauchern wie der Waschmaschine auf einem höheren Temperaturniveau über das Leitungsnetz zur Verfügung. Hierzu werden Waschmaschinen, Trockner oder Gefrierschränke zentral und nicht in den Wohnungen aufgestellt und können ohne eigene Wärmepumpe auskommen. Neben der reduzierten Anzahl und Anschaffungskosten (Suffizienz) ergeben sich Stromeinsparungen von 30 % im Gesamtsystem (Effizienz).

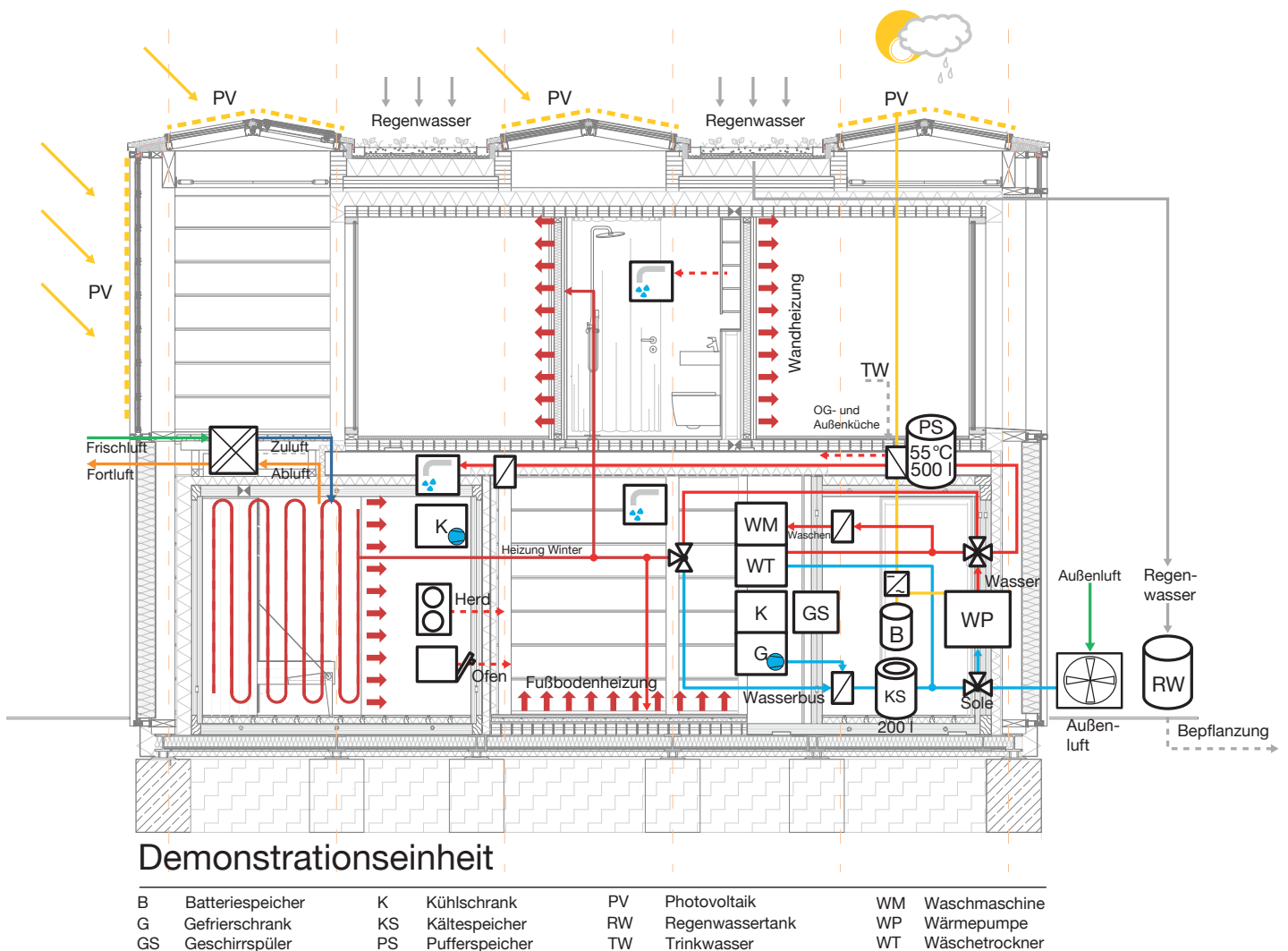


Abb. 216: Funktionsweise des energiBUS-System und Haustechnikkonzept

## Konstruktion und Bauteilaufbau

Aufgrund des im Vergleich zur Design Challenge schlechten Verhältnisses von Außenhülle zu Raumvolumen ( $A/V$ ) und der großen Glasflächen wurden sehr gute U-Werte für die Hüllflächen ausgeführt. Der Fußbodenaufbau erreicht einen U-Wert von  $0,154 \text{ W/m}^2\text{K}$ , der im Wesentlichen durch 200 mm Mineralwolle, eine 20 mm Hochleistungswärmedämmplatte sowie die 120 mm starke, leimfreie Holzstapeldecke erreicht wird. Hierauf ist die Fußbodenheizung gemäß des allgemeinen Materialkonzepts schwimmend und in Trockenbauweise aus den ökologischen Materialien Basalt und Lava verlegt. Dank des direkten Kontakts der Heizrohre mit dem Holzbodenbelag entstehen trotz hoher Speicherfähigkeit (Rohdichte  $1\,600 \text{ kg/m}^3$  bei spezifischer Wärmekapazität von  $1\,000 \text{ J/kgK}$ ) und niedriger Vorlaufemperaturen weder thermische Trägheit noch lange Wärmeverlaufzeiten. Schnelle Regulierung und kurze Reaktionszeiten entsprechen der genannten temporären Nutzung.

Die Module basieren auf massiven, leimfreien Vollholz-Wand- und Deckenelementen, die zu Raummodulen vorgefertigt und vollständig installiert auf den Solar Campus in Wuppertal transportiert wurden. Die Wandaufbauten bzw. -stärken sind hinsichtlich der Statik sowie des Schall-, Brand- und Wärmeschutzes auf 12 bzw. 18 cm optimiert und werden mit Kork gegenüber dem Gemeinschaftsbereich mit potenziell anderem Temperaturniveau gedämmt ( $U\text{-Wert } 0,208 \text{ W/m}^2\text{K}$ ). Hierüber entsteht ein homogener, leimfreier und auf Basis von nur zwei Baustoffen stark vereinfachter Wandaufbau. Die Korkdämmplatten werden lediglich verschraubt, wobei die Schraubenköpfe unsichtbar versenkt werden.

Die innenliegenden Badkerne werden als komplett leimfreie Holzständerkonstruktion im Leichtbauprinzip ausgeführt und dienen über die eingesetzte Diagonalschalung aus leimfreien GFM-Platten (GFM = Glue Free Massiv) dennoch zur Aussteifung der Wohnmodule.

Auch das Haupttragwerk und Dach der Klimahülle wird als Holzkonstruktion ausgeführt. Zwischen den knapp 10 m langen Trägern ermöglicht eine 200 mm dicke Dämmschicht aus Biomasse, Recyclingmaterialresten und Muschelkalk mit einer Wärmeleitfähigkeit von  $0,024 \text{ W/mK}$  einen U-Wert von  $0,102 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Die beiden opaken Flachdachbereiche werden als  $0^\circ$ -Dach ausgeführt und kommen durch den Einsatz einer rollen-nahtgeschweißten Abdichtung aus nichtrostendem Edelstahl ohne übliche Folien und Bitumenabdichtungen aus. Dieser Aufbau ist leicht, wurzelfest, wartungsfreundlich und resistent gegen stehendes Wasser. In Kombination mit einer

extensiven Dachbegrünung entsteht eine hohe Wärmereflexion und UV-Strahlungssicherheit.

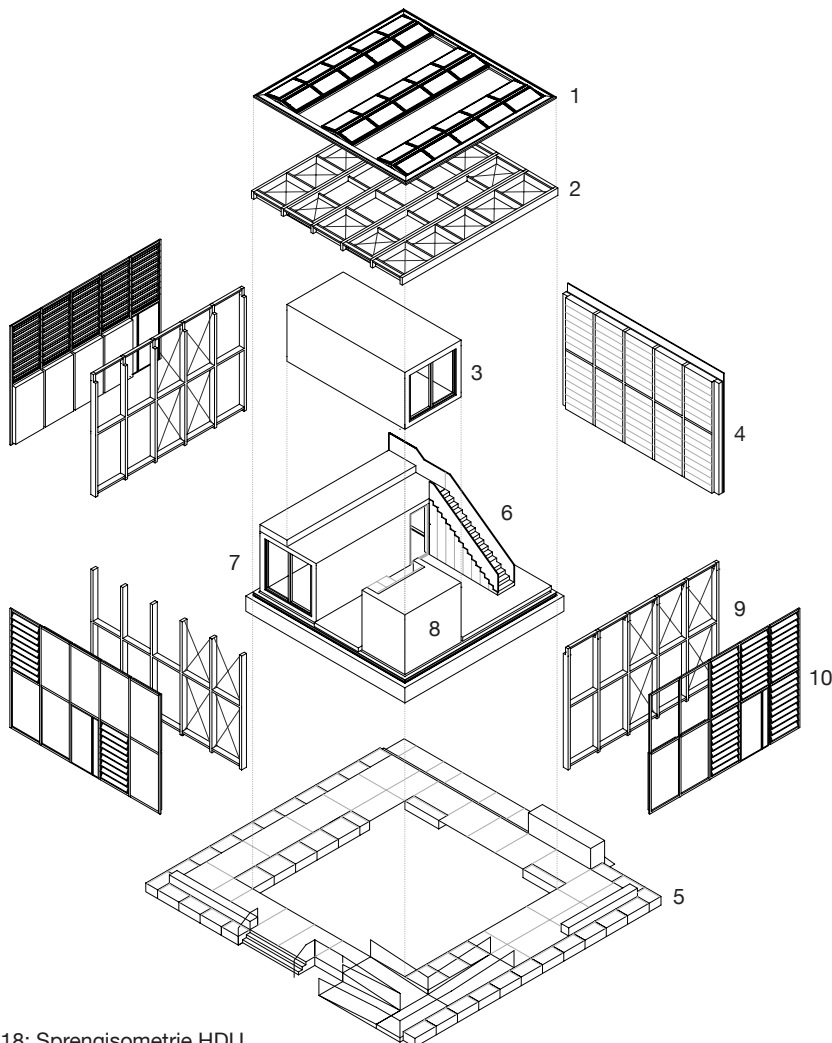
Die opake Nordwand wird als klassische Holz-Ständerkonstruktion mit Dämmung ausgefacht und außenseitig mit Holzfaserdämmung unter der vertikalen Schalung vollflächig gedämmt ( $U\text{-Wert } 0,138 \text{ W/m}^2\text{K}$ ). 30 mm dicke, leim- und schadstofffreie sowie rein mechanisch verbundene GFM-Holzplatten (GFM = Glue Free Massiv) werden diagonal als aussteifende Beplankung und Dampfdichtheits- sowie Luftdichtigkeitsschicht eingesetzt. Somit kann auch hier auf Folien und Klebebänder verzichtet werden.

Die opaken Sandwich-Fassadenelemente in der Aluminium-Pfosten-Riegelfassade der Klimahülle erreichen durch dampfdicht verbaute recycelte Mineralwolle ebenfalls gute Wärmedämmeigenschaften ( $U\text{-Wert } 0,156 \text{ W/m}^2\text{K}$ ). Testweise wird ein kleiner Teil der opaken Hülle mit einer eigens hergestellten Dämmung aus Pilzmyzel versehen und im Verlauf des anschließenden Forschungsvorhabens Living Lab NRW untersucht. Aufgrund der vielen Stoßpunkte der Fassadenlamellen werden diese als Dreifachverglasung ausgeführt (in der Design Challenge ist eine Zweifachverglasung vorgesehen) und erreichen über eine Argonfüllung im 12 mm Scheibenzwischenraum einen  $U_g\text{-Wert}$  von  $0,800 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Der Gesamtenergiedurchlassgrad wird zugunsten des sommerlichen Wärmeschutzes durch Low-E-Beschichtungen reduziert ( $g\text{-Wert}$  der Verglasung von 0,6 bei einer Lichtdurchlässigkeit von 0,64), aber vor allem durch die in das Glas eingesetzten PV-Zellen. Auf dem Dach beträgt dieser Wert im Durchschnitt 0,26 bei den Dachfenstern mit unterschiedlichen Dichten von PV-Zellen. In der Fassade wird in Kombination mit einem inneren Vorhang, der die Einstrahlung auf thermisch aktivierbare Flächen reduzieren soll, ein Gesamtenergiedurchlassgrad von 0,16 erreicht. Eine entscheidende Komponente zur Reduzierung der sommerlichen Temperaturen ist die enorm effektive Fensteröffnungsfläche von über 30 % durch Fassadenlamellen und Oberlichter sowie eine Erhöhung der thermischen Speichermassen auf knapp  $110 \text{ Wh/m}^2\text{K}$  vor allem durch die opake Nordwand, die ca.  $60 \text{ m}^2$  unverkleidete Lehmziegel aufnimmt. Diese stellt die Brandwand der Design Challenge dar, puffert tagsüber Wärmespitzen ab und führt diese während der Nachtlüftung ab. Die Anordnung als Mosaik löst die Massivität der Wandscheibe auf, vergrößert die Oberflächen, darüber die Wärmeaufnahme- sowie -abgabefähigkeit und bietet erhöhte Schallabsorption (Abb. 226).





Abb. 217: Versatz des oberen Vollholzmoduls – Foto: Team MIMO



1. Dach mit Photovoltaikmodulen
2. Dachkonstruktion
3. Modulelement OG
4. Brandwand
5. Terrasse
6. Modulelement Treppe
7. Modulelement EG
8. Modulelement Technik
9. Konstruktion Klimahülle
10. Klimahülle mit Photovoltaikmodulen

Abb. 218: Sprengisometrie HDU





Abb. 219: Westfassade der HDU des Team MIMO in Wuppertal – Foto: Marvin Hillebrand



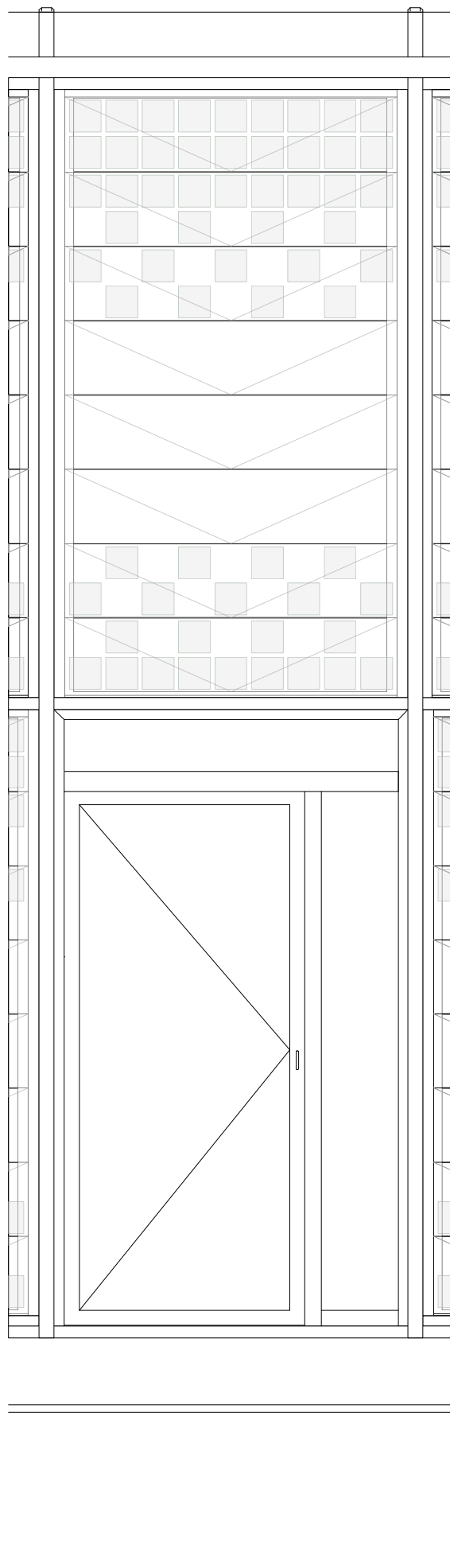


Abb. 220: Ansicht West | M 1:30

Schueco FWS 60.SI Green  
Dachträger BSH

85 mm  
18 x 40 cm

EuroIam STG ISO BT 60  
Schueco FWS 60.SI Green  
hohes Andruckprofil ohne Stoß  
Schueco ADS 75 HD.HI  
mittlerer Riegel KVH/Vollholz  
Vollholzstütze / KVH

184 x 310 cm  
105 mm  
60 mm  
184 x 310 cm  
10 x 26 cm  
14 x 26 cm

Blech gekantet  
trittfeste Dämmung  
Schueco FWS 60.SI Green  
unterer Riegel KVH/Vollholz  
ggf UK unterfüßt  
Vollholzstütze / KVH

50 mm  
105 mm  
7,5 x 26 cm  
14 x 26 cm

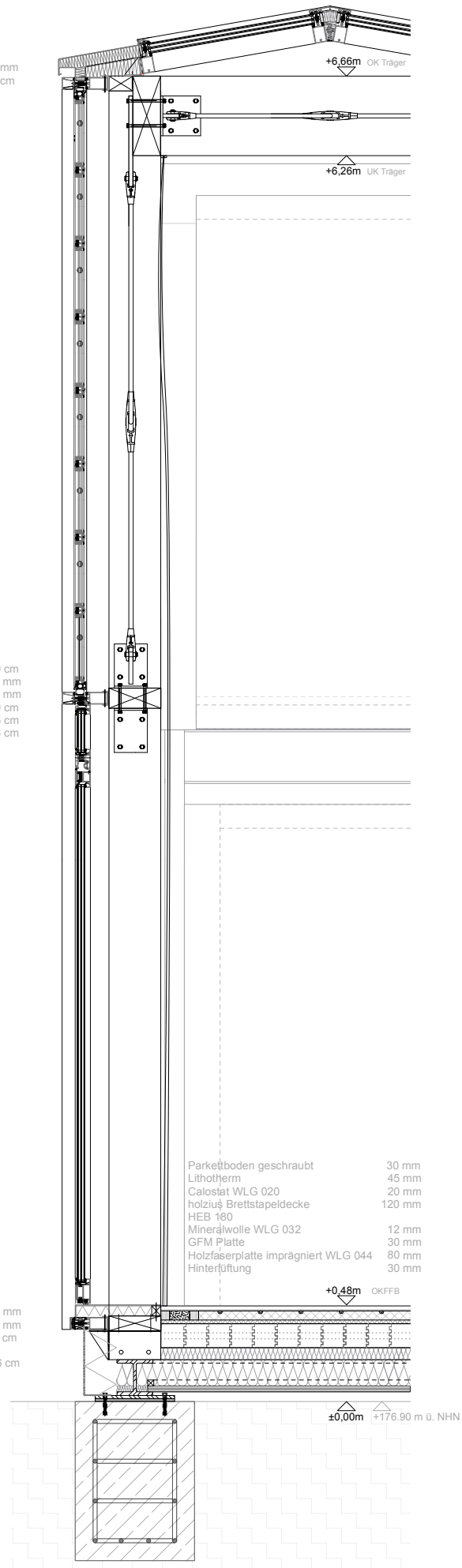


Abb. 221: Fassadenschnitt West | M 1:30

+6,66m OK Träger

+6,28m UK Träger

Parkettboden geschraubt 30 mm  
Lithotherm 45 mm  
Calostat WLG 020 20 mm  
holzius Brettstapeldecke 120 mm  
HEB 180  
Mineralfolie WLG 032 12 mm  
GFM Platte 30 mm  
Holzfaserplatte imprägniert WLG 044 80 mm  
Hinterlüftung 30 mm

+0,48m OKFFB

±0,00m +176,90 m ü. NHN

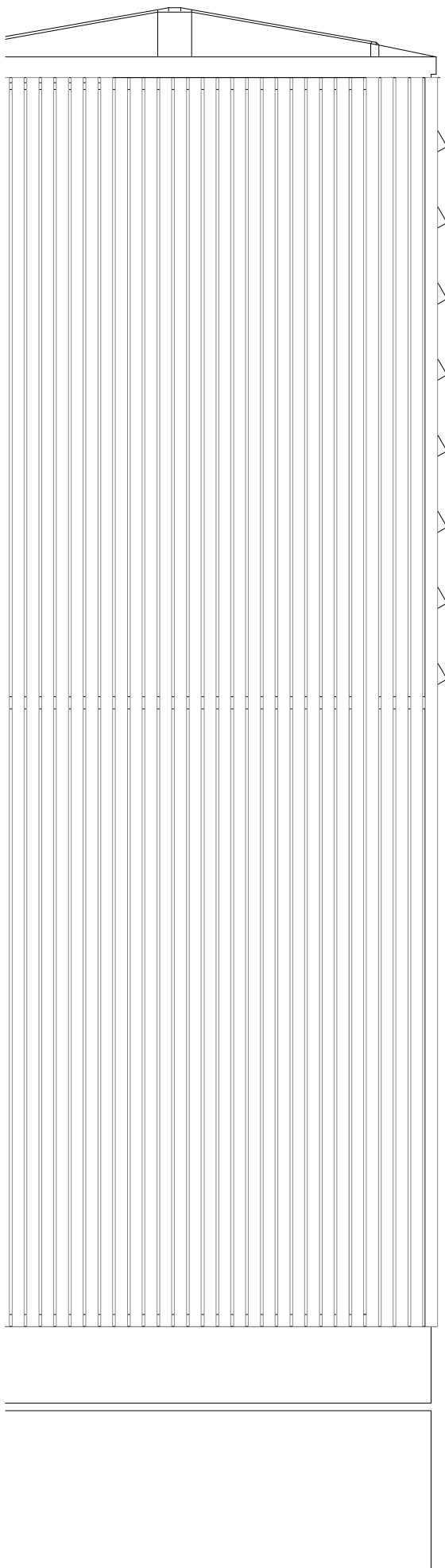


Abb. 222: Ansicht Nord | M 1:30

Schueco FWS 60.SI Green  
Extensive Dachbegrünung  
Edelstahldach  
BauderEco S WLG 024  
Brettsperholz 4 x 3  
Dachträger BSH

85 mm  
150 mm  
20 cm  
12 cm  
18 x 40 cm

Holzlatzung  
Unterkonstruktion hinterlüftet  
Holzfaserdämmplatte WLG 044  
Queraussteifung GFM  
Mineralwolle WLG 032  
Lehmsteine leicht  
mittlerer Riegel KVH/Vollholz

2 cm  
10 cm  
3 cm  
12 cm  
NF1200 NF800  
2x 5 x 26 cm

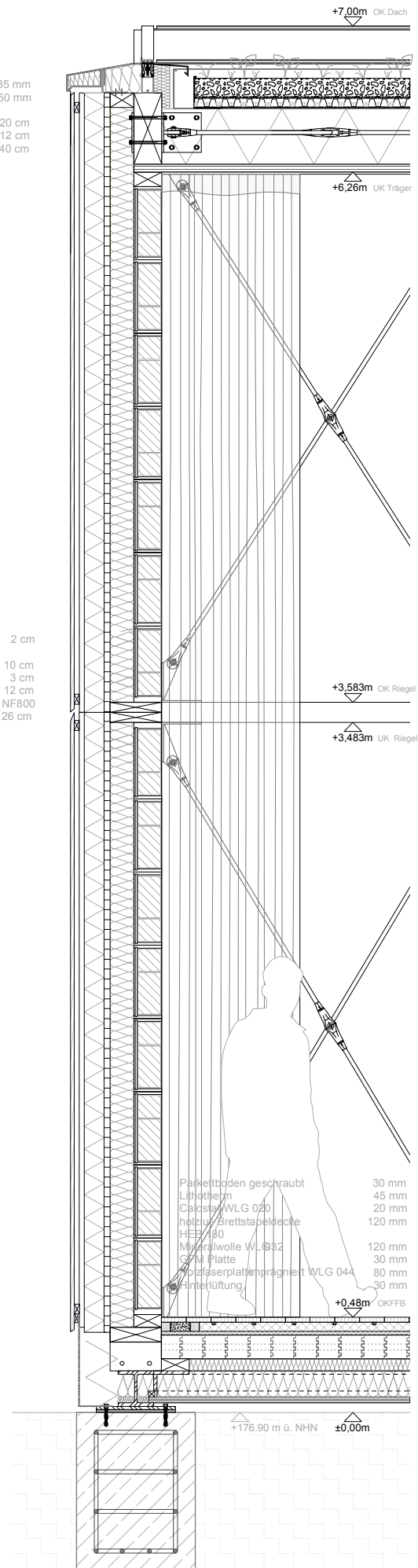


Abb. 223: Fassadenschnitt Nord | M 1:30

Parkettboden geschraubt 30 mm  
Lithotherm 45 mm  
Calcis WLG 020 20 mm  
holzplus Brettstapeldecke 120 mm  
HER 180  
Mineralwolle WLG 032 120 mm  
GFM Platte 30 mm  
Holzfaserplattenragniert WLG 044 80 mm  
Hinterlüftung 30 mm





Abb. 224: Westfassade der HDU des Team MIMO in Wuppertal – Foto: Marvin Hillebrand



## Materialität

Der primäre Baustoff des Teams MIMO ist Holz. Es wird sowohl für die Konstruktion als auch den Möbelbau verwendet. Dabei werden traditionelle Verbindungen verwendet, um auf Leim zu verzichten. Je nach Anwendungsbereich wurde auf Kiefer oder Lärche zurück gegriffen und im Bad wurden aufgrund der Feuchte Akazie (Boden) sowie Edelkastanie (Möbel) eingesetzt.

Neben leimfreiem Holz ist Lehm wichtigster Naturbaustoff im Projekt. Während die lediglich eingestellten Lehmsteine der Nordfassade vor allem als thermische Speichermasse und zusätzlicher Schallabsorber dienen, sind die Badkerne der beiden Wohnmodule innen wie außen vollflächig mit Lehm verputzt, um seine Vorteile hinsichtlich Wärmespeicherung, Feuchteregulierung, Schalldämmung und Schadstofffreiheit einbringen zu können. Er bekleidet ebenfalls in Lehmbauplatten eingelegte Wandflächenheizungen, die darunterliegenden Lehmbauplatten und die hier zur Aussteifung eingesetzte Diagonalschalung aus leimfreien GFM-Platten.

Je nach Anwendungsbereich wurden verschiedene Dämmstoffe genutzt. Kork wird als nachwachsender Rohstoff ohne Zuschlag von Fungiziden oder Flammschutzmitteln zur Dämmung der Module verbaut und erwirkt durch seine Offenporigkeit eine hohe Schallabsorption im Gemeinschaftsbereich. Die Klimahülle wird mit Holzfaserdämmung und Steinwolle gedämmt. Außerdem wird testweise auch Myzeldämmung eingesetzt.

Weitere verwendete Materialien sind Basalt und Lava, mit Harz gebundenes Recyclingpapier, Edelstahl als Alternative zu einer Dachfolie und für die Pfosten-Riegel-Fassade aus statischen Gründen Aluminium.



Abb. 225: Blick in das Bad des Wohnmoduls im Obergeschoss – Foto: Marvin Hillebrand



## Vollholz

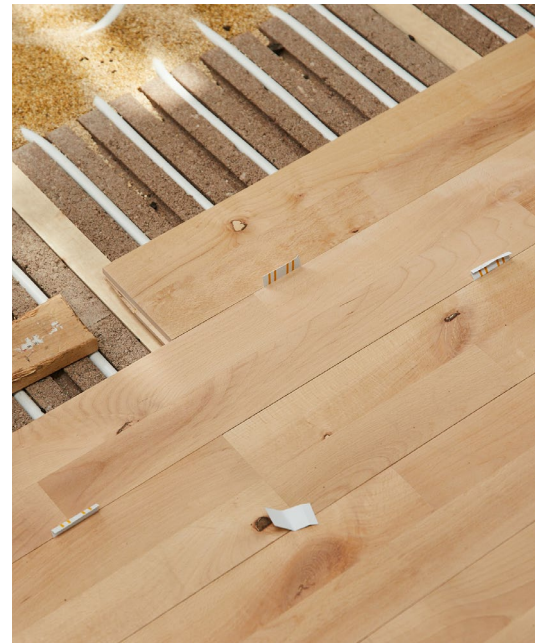
### Wände und Decken

- Herkunft: Südtirol, Italien  
Herstellung: Massivholzbohlen werden mit einer Nut-Feder-Verbindung miteinander befestigt. Die einzelnen Lagen werden durch eine schwalbenschwanzförmige Massivholzgratleiste untereinander verbunden. Die Nut-Feder-Verbindung schafft ein luftdichtes Element, sodass kein Abdichten mit Hilfe einer Folie mehr nötig ist.  
Eigenschaften: komplett leimfrei; feuchteregulierend; verbessert den Innenraumkomfort; frei von jeglichen Zusatzstoffen  
CO<sub>2</sub>-Bilanz: -3,6 kg CO<sub>2</sub> Äquivalent/m<sup>3</sup>  
Kreislauf: kreislauffähig und geschlossener Kreislauf  
Zertifizierung: PEFC  
Anwendung: Wand-, Decken- und Bodenaufbau Wohnmodule



### Parkett

- Herkunft: Deutschland  
Herstellung: Das Holz wird in Trockenkammern über mehrere Monate getrocknet, sodass das Quell- und Schwindverhalten verringert wird. Die Bretter werden auf die gewünschte Größe zugeschnitten und beim Verlegen in einem Steckverfahren miteinander verbunden.  
Eigenschaften: lange Haltbarkeit, kann bei Verschmutzung mehrere Male geschliffen werden; relativ formstabil; einfach zu verlegen; lassen sich austauschen oder rückbauen; geringe elektrische Leitfähigkeit; verbessert das Raumklima  
CO<sub>2</sub>-Bilanz: -14,5 kg CO<sub>2</sub> Äquivalent/m<sup>3</sup>  
Kreislauf: kreislauffähig und geschlossener Kreislauf  
Anwendung: Bodenbelag Klimahülle und Wohnmodule



### GFM-Platten

- Herkunft: Schwarzwald, Deutschland  
Herstellung: Massive Dielen werden mit traditionellen Schwalbenschwanzverbindungen zusammengefügt. Im Plattenstoß wird werkseitig ein Quellband eingelegt, um für eine dauerhaft luftdichte Verbindung zu sorgen.  
Eigenschaften: mechanisch verbunden; massiv (GFM = glue free massiv); hohe Luftdichtigkeit; diffusionsoffen; aussteifende Wirkung  
CO<sub>2</sub>-Bilanz: -6,71 kg CO<sub>2</sub> Äquivalent/m<sup>3</sup>  
Kreislauf: Kreislauffähig und geschlossener Kreislauf  
Anwendung: Holzständerwände Badkerne, Nordfassade







## Lehm

### Steine und Plattenware

- Herkunft:** Viersen, Deutschland
- Herstellung:** Im Pressverfahren wird der Lehm in Holz- oder Lehmformen gedrückt. Die Oberfläche wird abgezogen, die Form entnommen und der Lehm getrocknet.
- Eigenschaften:** natürliches Material von abiotischem Ursprung; nicht kompostierbar, aber dennoch kreislauffähig; unendlich oft wiederverwendbar, hohe Haltbarkeit
- CO<sub>2</sub>-Bilanz:** 0,12 kg CO<sub>2</sub> Äquivalent/m<sup>3</sup>
- Kreislauf:** kreislauffähig und geschlossener Kreislauf
- Anwendung:** Lehmsteine in der Nordwand, Platten als Beplankung der Ständerwände (anschließend mit Lehmputz verkleidet)



### Wandheizung

- Herkunft:** Göttingen, Deutschland
- Herstellung:** Die Platten werden in einem innovativen Flächenpressverfahren hergestellt. Die Zugabe von hochaktiven Tonmineralien wirkt als Binder und Sorptionsverstärker (Anteil > 35 %). Für die Verlegung der Systemrohre sind bereits Rillen vorgesehen.
- Eigenschaften:** kurze Reaktionszeit; kostengünstig durch automatisierte Fertigung und Reduzierung der Trocknungszeiten; hoch verdichtet; saugstark, formstabil, rissbildungsfrei ohne Verwendung von Gittergewebe; 100 % bio und 100 % recyclebar
- CO<sub>2</sub>-Bilanz:** nahezu CO<sub>2</sub> neutral
- Kreislauf:** kreislauffähig
- Anwendung:** Wandheizung Wohnmodule



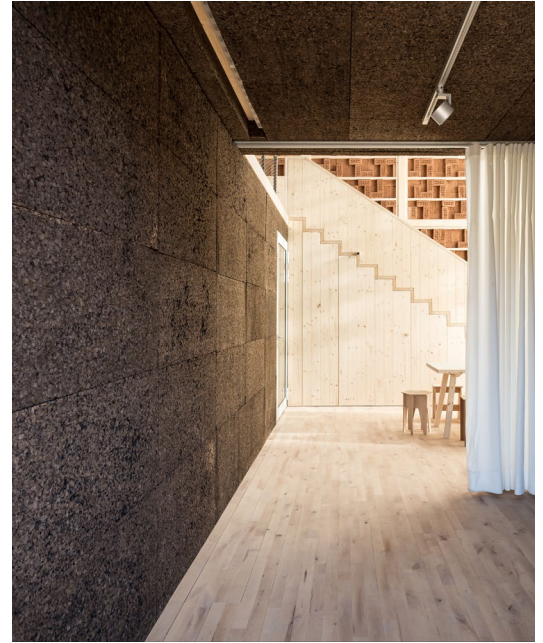
### Basalt Lava Stein

- Herkunft:** Uhler, Deutschland
- Herstellung:** Lavasplitt, Kalksplitt und Blähtonsplitt werden vermengt und zu der gewünschten Form zusammengepresst
- Eigenschaften:** kurze Reaktionszeit; Wärmespeicherung; Schall- und Trittschallreduzierung; unkomplizierter Einbau; kurze Arbeitszeit; in Trockenbauweise schwimmend verlegt; Verbindung mit Nut und Feder; vorgegebene Fugen für Systemrohre; 100 % bio und 100 % recyclebar
- CO<sub>2</sub>-Bilanz:** nahezu CO<sub>2</sub> neutral
- Kreislauf:** kreislauffähig
- Anwendung:** Fußbodenheizung Klimahülle



## Kork

- Herkunft:** Portugal
- Herstellung:** Nach dem 25. Lebensjahr kann der Korkeiche alle neun Jahre die Rinde entnommen werden. Die geerntete Rinde wird in 2 mm bis 5 mm große Teile zermahlen und mit Heißdampf aufgebläht. Bei diesem Prozess entweichen dem Kork natürliche Harze, die als Bindemittel dienen. So entsteht Plattenware zwischen 10 und 320 mm.
- Eigenschaften:** geringes Gewicht; schall- und wärmedämmend; verschleißfest und feuchteunempfindlich; natürlicher Schutz gegen Brand, Schimmel und Schädlinge
- CO<sub>2</sub>-Bilanz:** 16 kg CO<sub>2</sub> Äquivalent/m<sup>3</sup>
- Kreislauf:** kreislauffähig und geschlossener Kreislauf
- Zertifizierung:** LEED, BREEAM, EFD, Blauer Engel
- Anwendung:** Dämmung innen, teilweise außen; Verkleidung Küche



## Holzfaser

- Herkunft:** Schwarzwald, Deutschland
- Herstellung:** Nachdem die Holzfasern, die größtenteils aus Restholz bestehen, getrocknet wurden, wird Polyurethanharz (PUR) hinzugegeben. Das Gemisch wird geschüttelt, gepresst und im Trocknungssofen durch ein Dampf-Luft-Gemisch ausgehärtet.
- Eigenschaften:** flexibel bis druckfest; schall- und wärmedämmend; kann Feuchtigkeit aufnehmen und wieder abgeben; baubiologisch unbedenklich für die Umwelt
- CO<sub>2</sub>-Bilanz:** -91,1 kg CO<sub>2</sub> Äquivalent/m<sup>3</sup>
- Kreislauf:** kreislauffähig und geschlossener Kreislauf
- Zertifizierung:** PEFC, naturePlus, EMAS
- Anwendung:** Wand innen, Boden und Decken innen



## Calostat

- Herkunft:** Hanau, Deutschland
- Herstellung:** Die Dämmung besteht aus amorphen (=nichtkristallinem) synthetischem Siliciumdioxid. Dieses wird bis in die Poren hydrophobiert, bis es kein Flüssigwasser mehr aufnehmen kann, aber dampfdiffusionsoffen bleibt.
- Eigenschaften:** Hochleistungsdämmstoff ( $\lambda$ -Wert von nur 0,019 (W/mK); keine Fungizide, Algizide oder Pestizide; keine Binde- oder Flammschutzmittel; nicht brennbar; dampfdiffusionsoffen
- CO<sub>2</sub>-Bilanz:** 17,3 kg CO<sub>2</sub> Äquivalent/m<sup>3</sup>
- Kreislauf:** kreislauffähig und geschlossener Kreislauf
- Anwendung:** Wärme- und Trittschalldämmung Klimahülle





### Mineralwolle

- Herkunft:** Gladbeck, Deutschland
- Herstellung:** Stein, Kalkstein und Recycling-Formsteine werden bei 1 500 °C verschmolzen. Die flüssige Schmelze wird zu Fasern gesponnen, sodass aus nur 1 m<sup>3</sup> Rohstoff etwa 100 m<sup>3</sup> Steinwolle gewonnen werden.
- Eigenschaften:** schall- und wärmedämmend, nicht brennbar, diffusionsoffen, wasserabweisend, langlebig, garantierte Herstellerrücknahme für ein sicheres und gerechtes Recycling
- CO<sub>2</sub>-Bilanz:** 132 kg CO<sub>2</sub> Äquivalent/m<sup>3</sup>
- Kreislauf:** kreislauffähig
- Zertifizierung:** Cradle to Cradle, Blauer Engel
- Anwendung:** Fassadendämmung, Dämmung Bodenaufbau



### Myzeldämmung

- Herkunft:** Düsseldorf, Deutschland
- Herstellung:** Ein vorher luftdicht verschlossenes Substrat wird in eine gewünschte Form gegeben und mit einer Folie mit kleinen Löchern abgedeckt. Nach drei bis fünf Tagen Wartezeit wird das Myzel weiß und kann anschließend bei 80 °C im Ofen gebacken werden. Im Anschluss hört das Myzel auf zu wachsen.
- Eigenschaften:** kann in beliebige Form gebracht werden; nicht brennbar; frei von jeglichen Zusätzen; 100 % bio und 100 % recyclebar
- CO<sub>2</sub>-Bilanz:** negativ (N/A)
- Kreislauf:** kreislauffähig und geschlossener Kreislauf
- Anwendung:** Fassade (vorerst testweise in einem Abschnitt)



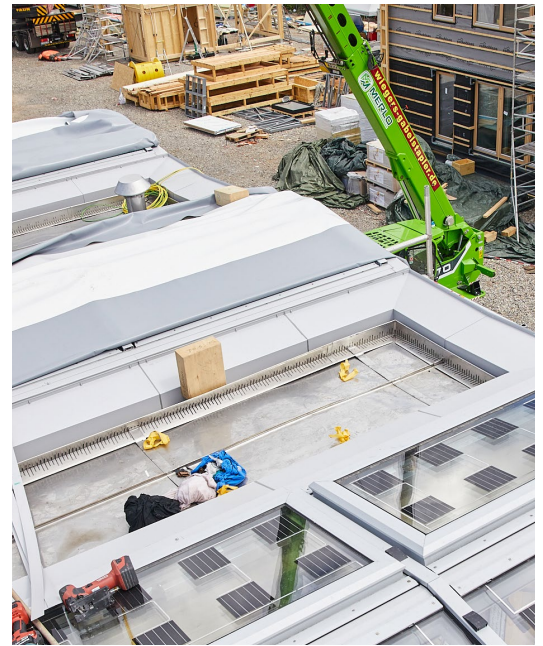
### Aluminium

- Herkunft:** Bielefeld, Deutschland
- Herstellung:** Aluminium wird aus dem Erz Bauxit gewonnen. Durch ein chemisches Reinigungsverfahren wird daraus zunächst Tonerde (Aluminiumoxid) und anschließend in einem elektrolytischen Verfahren Reinaluminium hergestellt. Im Bauwesen wird insbesondere auf Aluminiumlegierungen mit Mangan, Magnesium, Silizium und Zink zurückgegriffen.
- Eigenschaften:** hohe Flexibilität; 40–80 % Recyclinganteil: in Kombination höchstwärmedämmte Lösung für variantenreiche Fassaden und Lichtdächer; im System integrierte Bauteilkomponenten haben Anteil aus nachwachsenden Rohstoffen (z. B. Dichtungen oder Andruckprofile)
- CO<sub>2</sub>-Bilanz:** 95,3 kg CO<sub>2</sub> Äquivalent/m<sup>3</sup>
- Kreislauf:** kreislauffähig und geschlossener Kreislauf
- Anwendung:** Fassade und Lichtbänder Dach



## Edelstahl

- Herkunft: Ingolstadt, Deutschland
- Herstellung: Edelstahl wird durch eine Legierung aus Stahl hergestellt. Im Falle des Projekts wird dünnes Edelstahlblech geformt, gefaltet und geschweißt und so eine große, dichte Fläche hergestellt.
- Eigenschaften: Alternative zu Folienabdichtung auf dem Dach; rollnahtgeschweißt und gefaltet; resistent gegen Säuren und Laugen; wurzelfest; voll recyclebar und bereits zu 80 % recycelt; keine Absonderung von Schwermetallen; lange Lebensdauer; nahezu wartungsfrei
- CO<sub>2</sub>-Bilanz: 2,99 kg CO<sub>2</sub> Äquivalent/m<sup>3</sup>
- Kreislauf: kreislauffähig und geschlossener Kreislauf
- Anwendung: Dachabdichtung



## Papier-/Harzplatte

- Herkunft: Langerwehe, Deutschland
- Herstellung: Papierrollen werden mit einem duroplastischen Harz gesättigt und anschließend gestapelt. Die Richtung des Papiers wird während des Stapelns geändert. Die Stapel werden unter gleichmäßiger Hitze und Druck gepresst, sodass sich die Papierschichten verbinden und das Harz aushärtet. Nach dem Abkühlen erzeugt die ausgehärtete Platte eine feste und stabile Materialschicht.
- Eigenschaften: hohe Schlagfestigkeit; Durchbiegungs- und Biegefestigkeit; extrem langlebig; dicht, konsistent und ohne Hohlräume, daher einfach zu bearbeiten; besteht aus recyceltem Material; in jeglichen Farben, Größen oder Dicken erhältlich
- CO<sub>2</sub>-Bilanz: 68 kg CO<sub>2</sub> Äquivalent/m<sup>3</sup>
- Kreislauf: kreislauffähig
- Zertifizierung: GREENGUARD, FSC® und Waste-to-Energy
- Anwendung: Küchenmöbel



## Möbelbau

Wie bei der Konstruktion wird auch im Innenausbau auf Leim- und Schadstofffreiheit und somit Rückbaubarkeit geachtet. Der Fokus wurde auf die Verwendung nachhaltiger und lokaler Materialien und auf die Konstruktion mit traditionellen Zapfenverbindungen gelegt. Alle Möbel wurden von den Studierenden in Zusammenarbeit mit dem Werkstattteam der Peter Behrens School of Arts der HSD entwickelt und in der hochschuleigenen Werkstatt gebaut.

Um den Wohn- und Schlafraum multifunktional nutzen zu können, wurde ein eigens angefertigtes Möbel entwickelt, das durch einen Klappmechanismus unkompliziert von einem Sofa in ein vollwertiges Bett transformiert werden kann (Abb. 227 und Abb. 228). Das Bad ist ebenfalls vollständig aus Holz konstruiert und durch die Verwendung von Akazie (Holzboden im Bad) und Edelkastanie (Möbiliar) folgt es der Leitlinie des leimfreien Bauens und es kann auf Kleber, Leim und Silikone fast vollständig verzichtet werden (Abb. 230).

Eingefräste Ablaufrillen münden in einer Rinne aus Holz. Eine übliche Badabdichtung, die später nicht von anderen Komponenten zu trennen ist, wurde durch eine recycelte Folie, die im Wandbereich lediglich hinter den Lehmbauplatten mechanisch fixiert wird, ersetzt. Um die Lehmwände vor Spritzwasser der Dusche zu schützen, kommen eine freistehende Duscharmatur und ein raumhoher Duschvorhang zum Einsatz (Abb. 225). Das schafft nicht nur eine besondere Atmosphäre, sondern ermöglicht durch die besondere Integration der Dusche eine Rollstuhlgerechtigkeit bei minimierter Fläche. So kann das gesamte Erdgeschoss mit dem Rollstuhl genutzt werden (Abb. 210).

Die Treppe ermöglicht nicht nur den Weg in das obere Geschoss, sondern bietet zusätzlich viel Stauraum für die Bewohner:innen. Lediglich zwei Elemente stechen mit ihrer Materialität heraus. Sowohl die Kitchenette mit Möbelcharakter im Wohnmodul, die sich auf das Wesentliche (Spüle, Mi-

nibar, Ofen und zweiflammiger Herd) beschränkt, als auch die Gemeinschaftsküche, die alle Haushaltsgeräte aufnimmt und mit dem energi-BUS-System verknüpft ist, basieren auf einer äußerst langlebigen Verbindung von Recyclingpapier und Harz und bilden vollständig monolithische Kontraste zu den vielen Naturbaustoffen (Abb. 229 u. Abb. 231). Die mobile Herd-Ofenkombination kann über eine 400 V-Steckdose im Gemeinschaftsbereich, in der privaten Wohnküche und auf dem äußeren Terrassendeck genutzt werden. Letzteres nimmt die in der Design Challenge behandelten Themen Biodiversität, Mikroklima, Urban Gardening und E-Mobilität exemplarisch durch eine Vielzahl heimischer Zier- und Nutzpflanzen sowie eine Mobility-Box als Lastenradverleihstation auf.



Abb. 226: Blick in den Gemeinschaftsraum – Foto: Marvin Hillebrand





Abb. 227: Multifunktionales Möbel als Sofa – Foto: Marvin Hillebrand



Abb. 228: Multifunktionales Möbel als Bett – Foto: Marvin Hillebrand



Abb. 229: Gemeinschaftsküche – Foto: Marvin Hillebrand



Abb. 230: Bad – Foto: Marvin Hillebrand



Abb. 231: Küche im Wohnmodul – Foto: Marvin Hillebrand



## Lichtplanung

### Tageslicht

Für das Wohlbefinden der Bewohner:innen eines Gebäudes spielt die Ausstattung der Räume mit Tageslicht eine essenzielle Rolle. Als Orientierung für eine belastbare Planung wurde die DIN EN 17037 verwendet, die sich mit Tageslicht in Gebäuden befasst. Sie betrachtet die Ausstattung der Räume anhand von Tageslichtquotienten und Beleuchtungsstärke, die horizontalen Sichtwinkel und Außensichtweite der Nutzer:innen und die Besonnungsdauer von Fensteröffnungen anhand des Sonnenbahndiagramms.

Ziel war es, die durch die Normen skizzierten Mängel zu vermeiden und möglichst ohne technisch aufwändige Mittel die bestmöglichen Empfehlungsstufen zu erreichen. Grundlegende entwerferische Entscheidungen wie die Ausrichtung der Wohnmodule zur Sonnenbahn, die Platzierung durchlässiger Bereiche für Ausblicke und Lichteinfall innerhalb der Fassade wurden mittels der Überprüfung durch die Norm bekräftigt. Die Wechselwirkungen der hochfunktionalen Fassade mit dem Innenraum wurden fortwährend überprüft.

Durch unterschiedlich dichte Belegung der horizontalen Fassadenlamellen mit PV-Zellen sollen Lichteinfall und Energieeintrag in den Innenraum des Gebäudes gesteuert werden. Die endgültige Fassadenbelegung basiert auf der Ermittlung des Ertrags der Photovoltaik-Anlage, der Gestaltung von freigelassenen Bereichen der Lamellen und den Abminderungen des g-Wertes der Verglasung.

Im Entwurf der House Demonstration Unit sind Gemeinschaftsbereiche im Mittel mit einem Tageslichtquotienten von 12 % ausgestattet. Innerhalb der Wohnmodule beträgt der Zielquotient 6 %.

Die hohen Ansprüche an das Entwerfen mit Tageslicht spiegeln sich in der gebauten Realität wider. Die durch den direkten Lichteinfall in den Innenraum einfallenden Stimmungen erfüllen die Wünsche an die technische Umsetzung des gestalterischen Entwurfsgedankens. Die Gemeinschaftsbereiche der Klimahülle bilden eine Zwischenzone von Innen- und Außenbereich. Der variierende Einsatz von dichter und freier belegten Bereichen der Fassade schafft es, den Energieeintrag durch das Sonnenlicht zu regulieren, ohne zu große Flächen des Innenraums zu verschatten.



Abb. 232: Tageslicht im Innenraum – Foto: Marvin Hillebrand

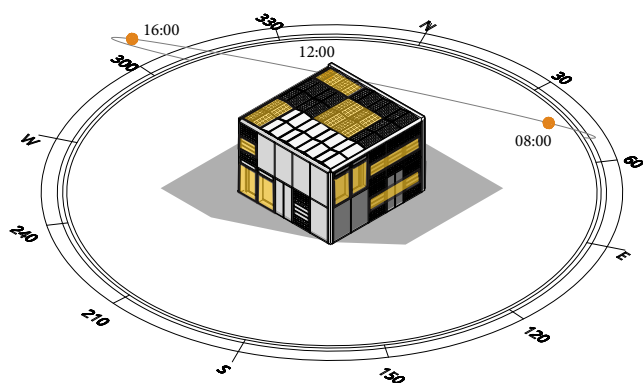


Abb. 233: Isometrie: Sonnenverlaufsdigramm mit Kennzeichnung der relevanten durchlässigen Bereiche



Abb. 234: Fassadengestaltung: Ermittlung des Lichtdurchlasses der Dachflächenfenster

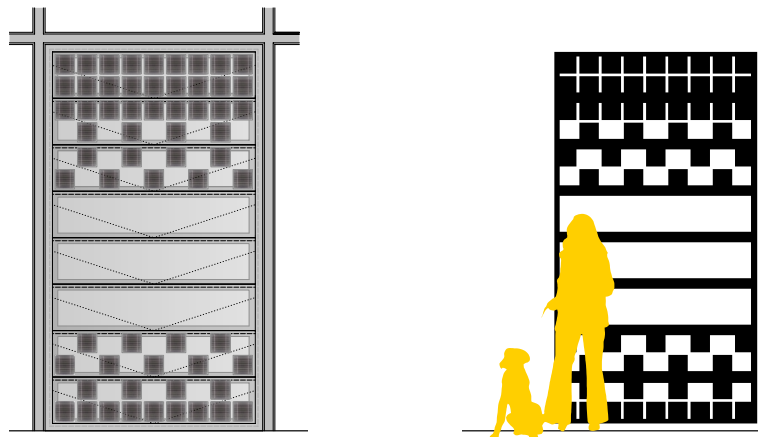


Abb. 235: Fassadengestaltung: Ermittlung des Lichtdurchlasses der Fassade

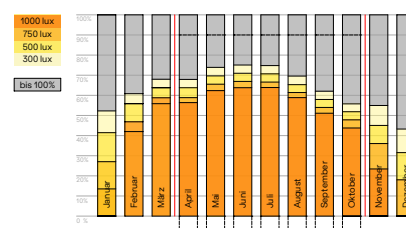


Abb. 236: Tageslichtbetriebszeit in Prozent [%]

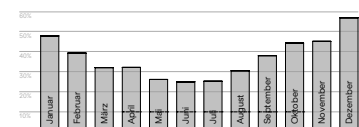


Abb. 237: Kunstlichtbetriebszeit in Prozent [%]



## Kunstlichtkonzept

Die Kunstlichtgestaltung legt den Fokus auf den Komfort der Nutzer:innen. In den Gemeinschaftsbereichen entsteht eine warme und freundliche Atmosphäre, in den Wohnmodulen ist es hell und gleichermaßen gemütlich. Das Gebäude als solches leuchtet von innen heraus nach außen, ohne dabei zu stark in die Umgebung zu strahlen. Die Zuwegungen im Außenbereich bieten ausreichend Licht, um das sichere Betreten des Gebäudes zu ermöglichen, ist dabei jedoch nicht zu aufdringlich. Gestalterische raumprägende Elemente wie die Lehmziegelwand oder die dunkle Oberfläche der naturbelassenen Korkdämmung werden zusätzlich zur Grundbeleuchtung des Raums in Szene gesetzt. Um Lichtverschmutzung zu vermeiden, gibt es im gesamten Konzept keine Leuchte, die nach oben oder auf eine reflektierende Oberfläche gerichtet ist.

Bei der Auswahl der Leuchtmittel wurde vor allem Rücksicht auf den oftmals zu hohen Energieverbrauch und die geringfügige Lebensdauer genommen. Die Wahl eines modularen Leuchtschienensystems unterstützt die Wandelbarkeit der Raumnutzungen und ermöglicht es, zukünftige Entwicklungsschritte durch Austausch der Leuchten innerhalb des Systems mitzugehen. Durch die Integration der analog dimmbaren Leuchten in das Smart-Home-System verwenden die Nutzer:innen hohe Leuchtstärken nur bei Bedarf, während in der Standardkonfiguration die Räume zurückhaltend ausgeleuchtet sind.



Abb. 238: Kunstlicht im Innenraum – Foto: Marvin Hillebrand



Abb. 239: Kunstlicht Außenansicht – Foto: Team MIMO

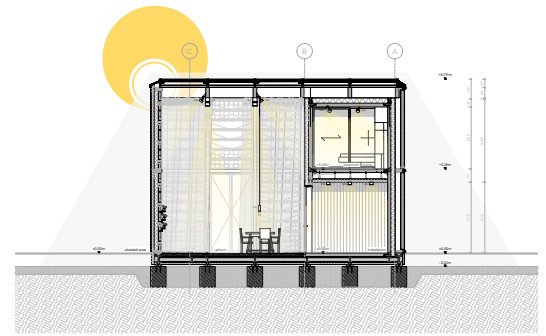


Abb. 240: Schnittdarstellung Kunstlichtkonzept

Beleuchtungsstärkesimulationen  
in Falschfarbendarstellung

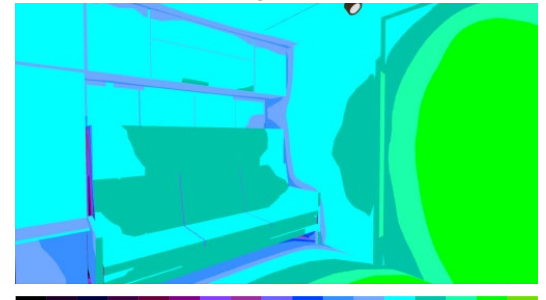


Abb. 241: Innendarstellung EG Wohn-Schlafraum

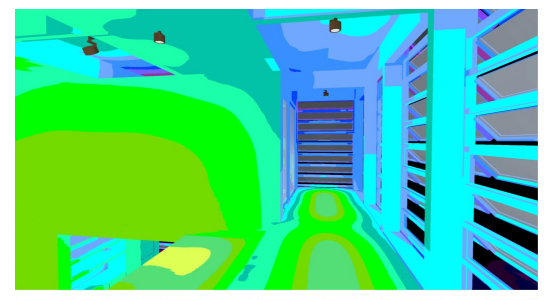


Abb. 242: Innendarstellung OG Deck

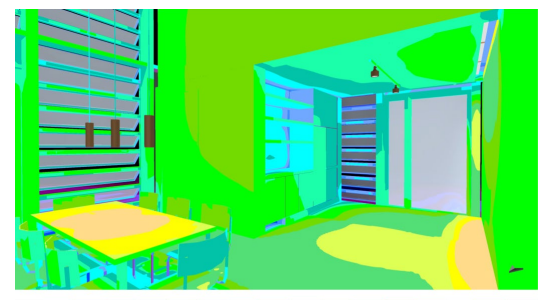


Abb. 243: Innendarstellung EG Atrium und Entrée

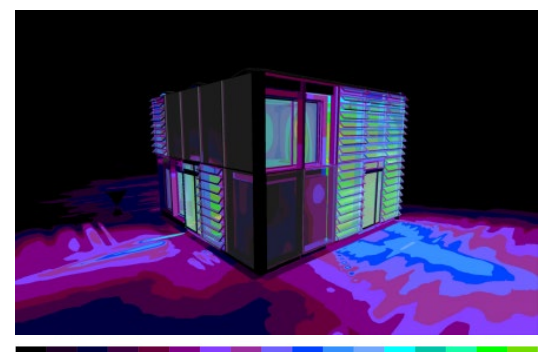


Abb. 244: Außendarstellung





Abb. 245: Team MIMO bei der Preisverleihung in der Disziplin Affordability & Viability mit der Jurorin Anne Lacaton – Foto: Team MIMO



Abb. 246: Team MIMO bei der Preisverleihung in der Disziplin Communication, Education & Social Awareness mit den vier Jurymitgliedern – Foto: Team MIMO

## Ergebnisse

Das Team MIMO hat in der Gesamtwertung mit 775 von möglichen 1 000 Punkten abschließend den vierten Rang belegt. Auf dem Weg dorthin wurde die Wertung Communication, Education & Social Awareness gewonnen und im Bereich Affordability & Viability der zweite Platz belegt. Drei vierte Plätze in Engineering & Construction, Urban Mobility und Architektur runden das gute Gesamtergebnis ab. Der Abstand des Teams MIMO zum ersten beträgt 39 Punkte, weniger als 5 % der erreichten Punktzahl. Dies zeigt die hohe Gesamtqualität des Teams MIMO. Darüber hinaus wurde der erste Platz im außerhalb des Wettbewerbs vergebenen Applied Mobility Sciences Award und der zweite Platz im Building for Future Award belegt.

Das Team der HSD ist bestplatzierte Hochschule, zweitbestes Newcomer und konnte acht Teams hinter sich lassen, die bereits mindestens einmal an einem Solar Decathlon teilgenommen haben.

## Aussicht und Weiterverwertung

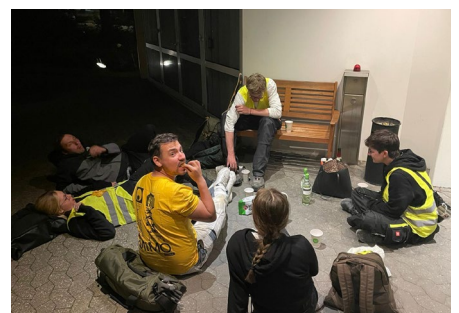
Die HDU des Teams MIMO wird im Rahmen des Living Lab NRW für drei Jahre auf dem Solar Campus in Wuppertal als Forschungsobjekt genutzt. Das Living Lab NRW ist die zentrale Forschungs- und Bildungseinrichtung des Landes NRW für klimaneutrales Bauen und nachhaltiges Wohnen in der Stadt der Zukunft. Das Living Lab NRW wird vom Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes NRW (MWIDE) gefördert. Weitere Nutzungsoptionen über die Zeit des Reallabors hinaus werden bereits durch die HSD und das Team eruiert. Es wird eine dauerhafte Nutzung im Sinne der Demonstration nachhaltiger Aspekte für die Energiewende im Bauwesen angestrebt.



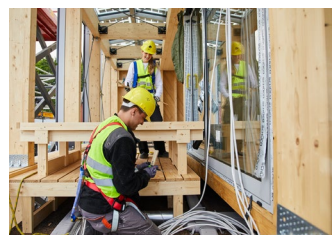
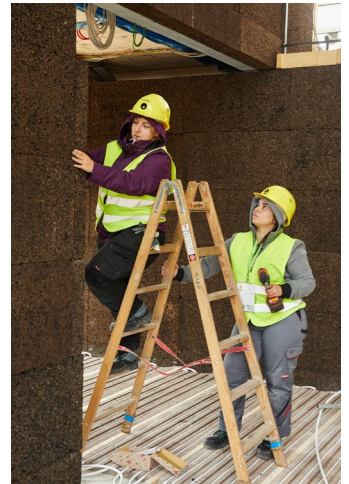
Abb. 247: Das glückliche Team MIMO nach dem großen Finale – Foto: Team MIMO



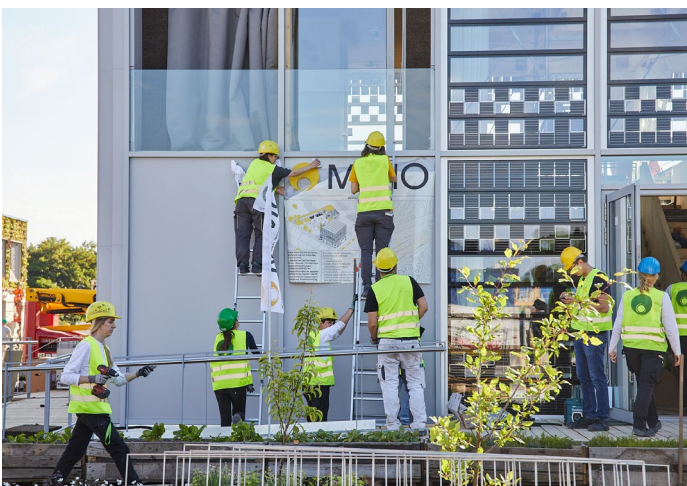
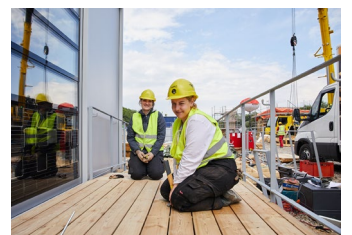
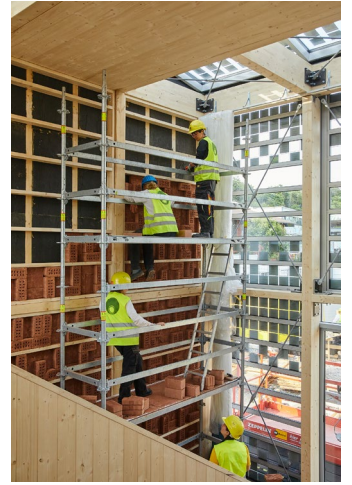


















Karlsruher Institut für Technologie

**RoofKIT**

Karlsruhe



Renovierung & Erweiterung

Café ADA

Wuppertal



## Team RoofKIT

Das Karlsruher Institut für Technologie (KIT) hat sich 2022 erstmalig mit dem Projekt RoofKIT am Solar Decathlon Wettbewerb beteiligt. RoofKIT steht für ein großes interdisziplinäres Team aus Studierenden der Fachrichtungen Architektur, Bauingenieurwesen, Wirtschaftswissenschaften und Maschinenbau, geleitet durch die Professuren für Nachhaltiges Bauen (Prof. Dirk E. Hebel) sowie Bauphysik und Technischer Ausbau (Prof. Andreas Wagner) der KIT-Fakultät für Architektur. Unterstützt wurden die Studierenden von zahlreichen wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern sowie Professorinnen und Professoren des KIT und anderer Hochschulen, externen Fachexperten, Technikerschülern und beteiligten Firmen. Ein Kernteam, bestehend aus 15 Studierenden sowie zwei wissenschaftlichen Mitarbeitenden, war für die Projektleitung und Koordination verantwortlich.

## Unsere Motivation

Architektur hat in Zeiten des Klimawandels und der Ressourcenknappheit neben ihrem traditionellen Verständnis von Schönheit, Langlebigkeit und Funktionalität auch eine immer größer werdende Verantwortung gegenüber der Gesellschaft. Das Projekt RoofKIT ist ein Leuchtturmprojekt, das die traditionelle und die zeitgenössische Sichtweise unserer Disziplin in Zeiten des Klimawandels, der sozialen Entfremdung und der Ressourcenknappheit als Entwurfsparameter versteht und verantwortungsbewusst behandelt.

Wenn wir die Verantwortung für unseren Planeten und die auf ihm lebenden zukünftigen Generationen übernehmen wollen, müssen wir im Einklang mit unseren existierenden natürlichen Kreisläufen entwerfen und den Akt des Bauens als integralen sozialen Ansatz verstehen. Dies erfordert einen Bewusstseinswechsel in der Art und Weise, wie wir unsere gebaute Umwelt verstehen und konstruieren: weg von linearen temporären Lösungen hin zu einem endlos zirkulären und sozialen Ansatz der Integration, Partizipation, der Schönheit, Langlebigkeit und Kreislaufgerechtigkeit.

Wir müssen unsere unbewusste Abfallproduktion aufgeben und eine Ebene der Verantwortung erreichen, auf der Gebäude zu Produzenten eines sozialen Miteinanders, erneuerbarer Energien und Materialbanken der Zukunft werden.



Team:	RoofKIT <a href="https://roofkit.de">roofkit.de</a>
Universität:	Karlsruher Institut für Technologie
Herkunft:	Karlsruhe, Deutschland
Situation:	Aufstockung + Renovierung
Geschosse DC:	5
Bebaute Fläche:	456 m <sup>2</sup>
Individuelle Wohnfläche:	396 m <sup>2</sup>
Gemeinschaftsfläche:	308 m <sup>2</sup>
Fläche/Person DC:	Ø 32 m <sup>2</sup>
Wohneinheiten:	8 Wohnungen
Bewohner:innen:	24 Personen



„We want to change the world!  
To put it roughly.“









## Design Challenge

### Vorgefundene Situation

Urbanisierungsraten in Europa haben bereits die 75 %-Marke erreicht, Tendenz steigend. Dieser enorme Erfolg des urbanen Lebens in der europäischen Stadt hat allerdings Vor- und Nachteile. Während sozialer Austausch und Kontakte, Sicherheit, Integration und kurze Wege als positive Ergebnisse angesehen werden können, stehen unsere Städte auch vor mehreren dringenden Herausforderungen. Diese reichen von negativen Auswirkungen der beschriebenen sozialen Dichte über immer gravierendere Mobilitätsprobleme und fehlende bzw. veraltete Infrastruktur bis hin zu bezahlbarem Wohnraum auch für eine zunehmend ältere Bevölkerung. Hinzu kommen städtische Wärmeinseleffekte, ein Gebäudebestand, der nicht für eine klimaneutrale Nutzung geeignet ist, und als Abfall deklarierte oder sogar toxische Baumaterialien. Wir müssen diese geänderten Bedingungen für den architektonischen Produktionsprozess anerkennen, um in Zukunft relevante gesellschaftliche Akteure zu sein und die von der Politik gesetzten europäischen Green-Deal-Ziele zu erfüllen.

Dabei ist es offensichtlich, dass ein einfach „weiter so“ ökologisch und ethisch nicht mehr vertretbar ist. Wir müssen unsere bestehenden Städte neu erfinden, sie umbauen zu sozialgerechten Wohn- und Arbeitsräumen mit gesundheitlich unbedenklicher Atemluft, zu biologisch intakten Lebensräumen für Fauna, Flora und den Menschen gleichermaßen. Die Stadt muss Produzent regenerativer Energie werden, um mit Immobilien die Mobilität zu versorgen, sie muss ein Materiallager der Zukunft sein und sich von innen heraus immer wieder ständig erneuern können, ohne den Irrweg eines linearen Systems des „Take-Make-Waste“ weiter zu beschreiten.

### Sozialer Kontext

RoofKIT ist als Aufstockung eines bestehenden Gebäudes geplant, ohne dabei neue innerstädtische Fläche zu versiegeln. Das Projekt schlägt im Gegensatz dazu eine Entsiegelung der umgebenden Flächen vor, um die Konsistenz mit gegebenen biologischen Kreisläufen wieder zu ermöglichen. Eine Energieproduktion auf Dach- und Außenflächen bis hin zu neuartigen Solarbäumen sind ebenso integrativer Bestandteil dieses Konsistenzgedankens, um ein gemeinschaftliches regeneratives Mobilitätssystem zu speisen. Die Aufstockung schafft in dem gegebenen Quartier zudem einen Mehrwert durch die Bereitstellung gemeinschaftlicher Flächen und Räume und kreiert Wohnraum für alle sozialen Schichten und Altersgruppen. Die Grundrisse des zweigeschossigen Wohnteils oberhalb eines großen Gemeinschaftsraums sind flexibel und auf Kommunikation und ein soziales Miteinander ausgelegt, und wollen eine Verbindung sowohl zum städtischen Raum als auch den bestehenden Funktionen des Café Ada und seinen internationalen Besuchern als anerkanntes künstlerisches Zentrum für latein-amerikanische Tänze und Musik bereitstellen.

Dafür geben wir den Gästen mehr Raum, schaffen im ersten Obergeschoss Gästezimmer und Wohnungen für temporäre Belegungen und schlagen darüber einen neuen Gemeinschaftssaal vor, in dem getanzt, gespielt, musiziert, gefeiert, geheiratet und diskutiert werden kann. Eine soziale Verbindung zum Quartier erlaubt ein Außenraum, der einmal um den Saal herum verläuft. Es soll ein Ort für alle sein, ein Katalysator für die öffentlichen Funktionen im Quartier, des Cafés und dem internationalen Kulturlabor einerseits und für die privaten Funktionen des Wohnens und Erholens andererseits.

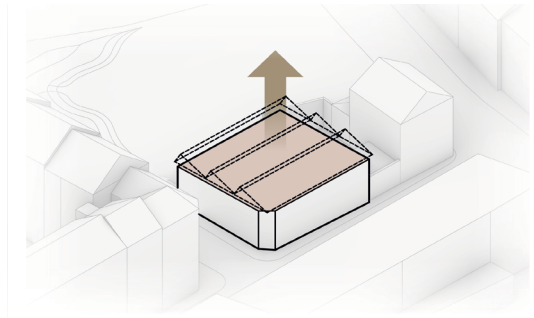


Abb. 248: Erste Phase der Aufstockungsstrategie  
Demontage der Dachkonstruktion

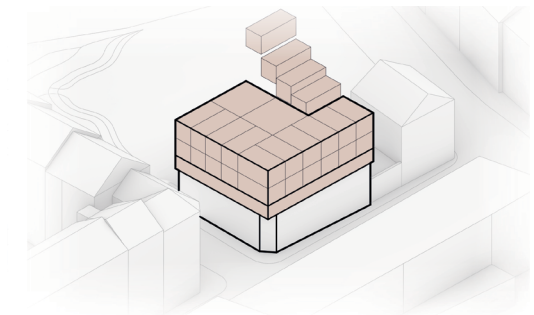


Abb. 249: Zweite Phase der Aufstockungsstrategie  
Aufbau der Wohnmodule

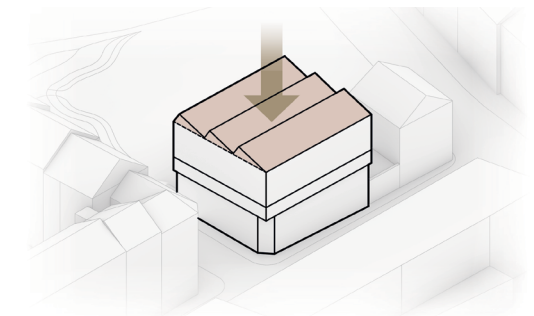


Abb. 250: Dritte Phase der Aufstockungsstrategie  
Aufbau der neuen Dachkonstruktion

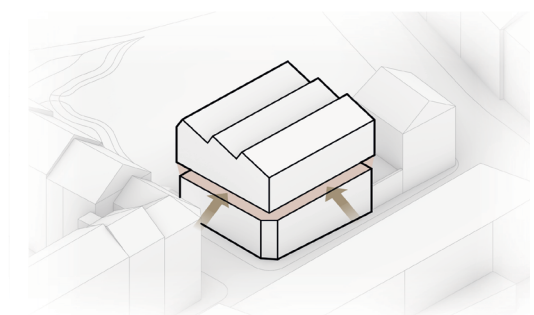


Abb. 251: Vierte Phase der Aufstockungsstrategie  
Fokussierung der „urban gap“

## Urbane Einbettung

Die Freifläche nördlich des Cafés Ada ist derzeit ein gemischt genutzter städtischer Restraum und folgt keinem übergreifenden Konzept. In seinem jetzigen Zustand bietet das Gelände vor allem eine mit Betonsteinen versiegelte Außenfläche für das Café, ein Forum aus Betonelementen sowie einige Parkplätze. Atmosphäre wurde bisher, wenn überhaupt, nur durch Außensitzflächen und Sonnenschirme des Cafés Ada selbst geschaffen sowie durch einige verbliebene und gefühlt vergessene Bäume auf dem trostlosen Gelände. Es ist ein typischer urbaner Restraum, nicht geplant, nicht geliebt und daher auch wenig gepflegt. Der Platz wird begrenzt durch die Froweinstraße im Osten und die kahlen Brandmauern der Nachbargebäude im Norden sowie dem Café Ada im Süden.

RoofKIT möchte daher ähnlich dem Konzept der Aufstockung den Raum wieder dem Quartier und seinen Bewohnern als attraktive Begegnungs- und Erholungsfläche zurückgeben. Die Fläche soll zum einen entsiegelt und intensiv begrünt werden, um als innerstädtische Lunge zu dienen, und andererseits durch ein intaktes natürliches Wassermanagement auch als lokale natürliche Kälteinsel fungieren. Durch eine vorgeschlagene Rasterung sollen zudem individuelle Möglichkeiten geschaffen werden, um gemeinschaftliche Nutzungen, Kollaborationen, Ausstellungen, Veranstaltungen, Workshops, Musikinterpretationen, Aneignungen und Freiheiten zu erlauben, die weit über die derzeitige Planung hinausgehen. Daher erscheint uns die Rasterung, die Felder definiert und zur Aneignung frei gibt, ein geeignetes flexibles architektonisch-politisches Mittel. Auch plant RoofKIT die Möglichkeit einer baulichen Nachverdichtung auf dem Grundstück mit ein, die im Anschluss an die Brandwand im Norden erfolgen kann oder sogar im Sinne der Innenverdichtung erfolgen sollte.

## Mikroklima und Energie

Zur Verbesserung des Mikroklimas und damit der Aufenthaltsqualität wird die bestehende Tribüne im Außenbereich des Café Ada in einen Permakulturgarten verwandelt, der mit diversen Pflanzenarten, die in verschiedenen Höhen und unterschiedlich schnell wachsend den Garten zu allen Jahreszeiten zu einem Erlebnisort werden lassen, für saubere Luft und Kühlung durch Beschattung und Verdunstung sorgt. Zusätzliche Urban-Gardening-Elemente machen den Außenbereich zu einem sozialen Gemeinschaftsprojekt.

Da im Mehrgeschossbau grundsätzlich ein Missverhältnis zwischen solarer Gewinnfläche auf dem Dach und Nutzfläche im Gebäude besteht, das im innerstädtischen Kontext wegen gegenseitiger Verschattung nur bedingt durch Solarsysteme an Fassaden ausgeglichen werden kann, wird in dem Entwurf zusätzlich das Außengelände in die solare Energiegewinnung einbezogen. „Solarbäume“ erzeugen neben kühlendem Schatten gleichzeitig Strom, der – zusammen mit dem Solarstrom vom Dach des Mobility Hubs – dem Gebäude als auch dem Quartier zum Laden von elektrischen Fahrrädern zur Verfügung gestellt wird.

Das Beleuchtungskonzept für den Außenbereich schafft mit einem Wechselspiel aus punktuellen Lichtinseln und linearen Elementen eine stimmungsvolle und einladende Aufenthaltssituation am Abend und setzt die Solarbäume in Szene. Gleichzeitig wird unnötiges Licht nach oben und damit Lichtverschmutzung vermieden und mit blendfreien Lichtquellen, reduzierter Lichtleistung und Dunkelzonen wird auch die Vielfalt von Flora und Fauna berücksichtigt.

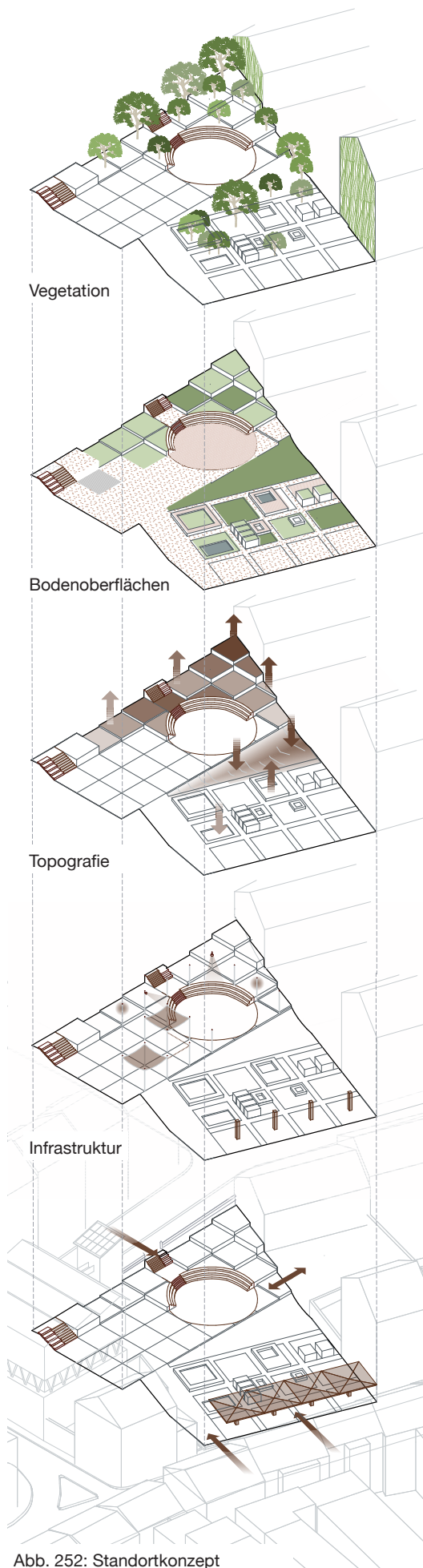
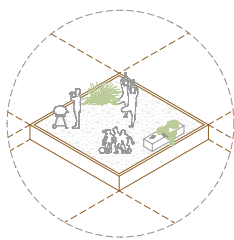


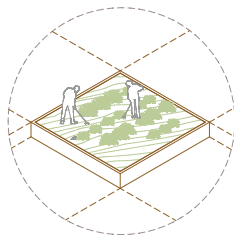
Abb. 252: Standortkonzept



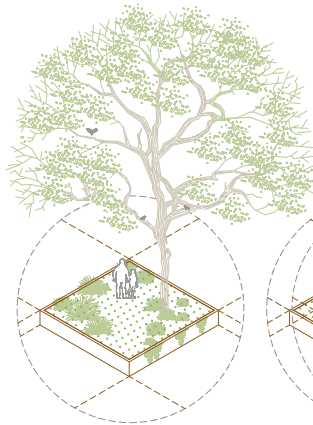
Die Außenraumplanungsstrategie schafft ein Feld von Möglichkeiten



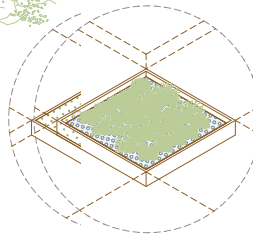
Gemeinschaftsraum



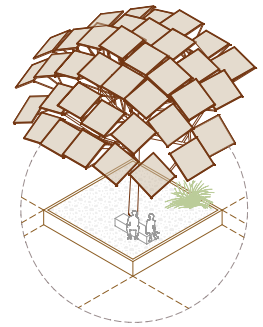
Anpflanzung von Gemüse



Grünraum



Biowell



Solarbaum

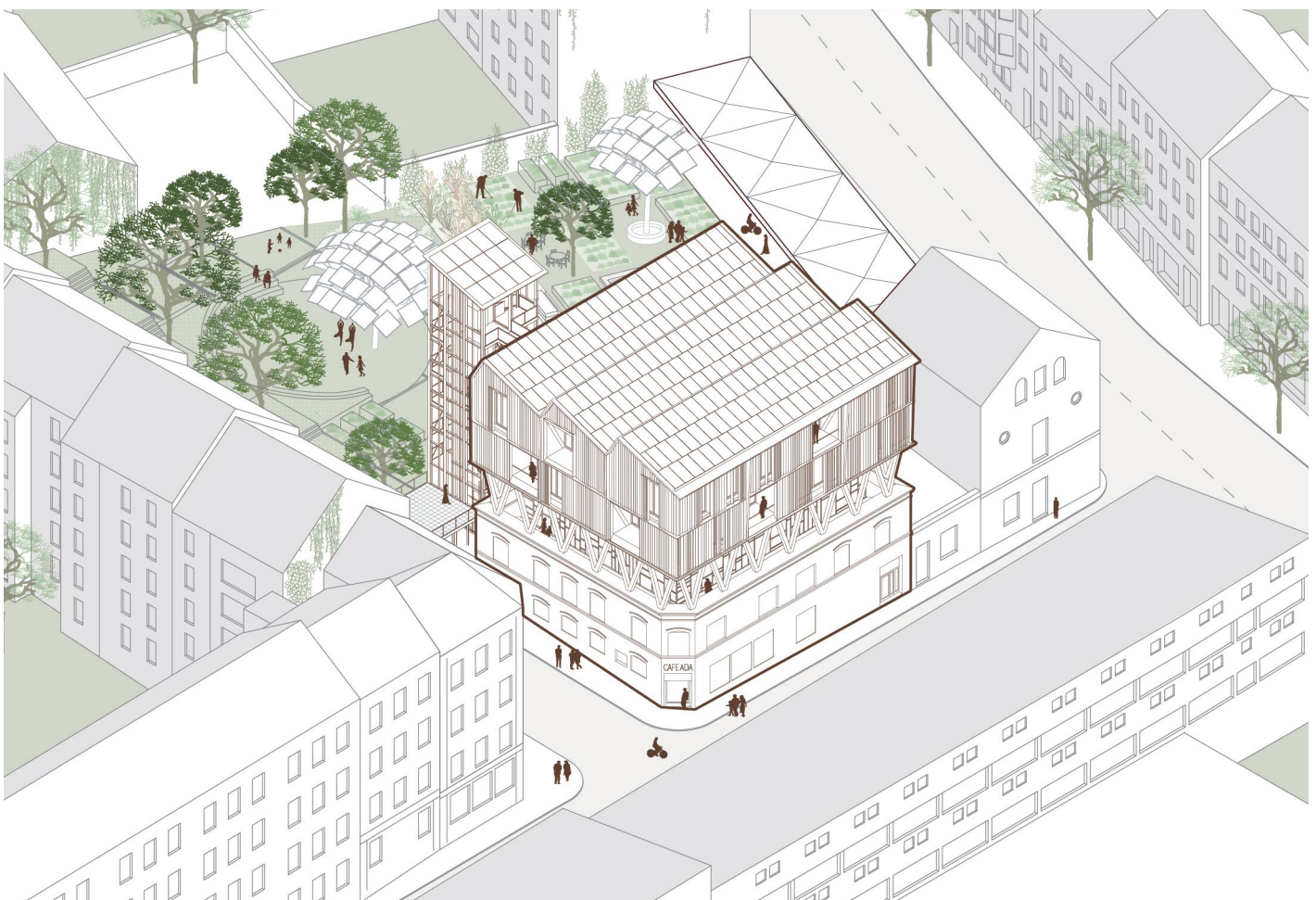


Abb. 253: Das RoofKIT-Aufstockungsprojekt im Quartier Mirke mit Außenraumgestaltung

## Mobilität

Durch das Verbot der Einfahrt von Privatautos in den Bezirk Mirke und die Neuorganisation der städtischen Mobilität wird sich die Gestalt von Mirke verändern. Die Mobilität innerhalb des Stadtteils wird zu Fuß, mit dem Fahrrad und autonomen Kleinbussen erfolgen, während der Transport über größere Entfernungen mit öffentlichen Bussen und Seilbahnen durchgeführt wird. In Anlehnung an das Wuppertaler Klimaschutzprojekt „Kurze Wege für den Klimaschutz“ wird Mirke immer fahrrad- und fußgängerfreundlicher werden.

Durch Mobilitätsknotenpunkte wird ein Netz von wichtigen Punkten geschaffen, um die Art des Verkehrs in der ganzen Stadt zu verändern. Die Mobilitätsknotenpunkte in Mirke selbst können in zwei Typen unterschieden werden: Die Mobilitätsknotenpunkte innerhalb des Stadtteils bündeln die kleine Mobilität wie Roller und Fahrräder unter Nutzung vorhandener öffentlicher Plätze. Die anderen befinden sich am Rande des Stadtteils mit direkter Anbindung an die Autobahn und verbinden Shared Cars mit öffentlichen Bussen. Am „Mirke Bahnhof“ integriert der Knotenpunkt auch die neue Seilbahnstation. Unser Entwurf der Mobilitätsintegration vor Ort dient als Beispiel für die zukünftige Umsetzung in anderen Liegenschaften in Mirke und Wuppertal.

Das Konzept unseres angewandten Mobilitätskonzepts auf Gebäudeebene basiert auf den drei Prinzipien der Nachhaltigkeit: Konsistenz, Suffizienz und Effizienz. Konsistenz wird durch die Umstellung von fossilen Brennstoffen auf einen zu 100 % gemeinsam genutzten und elektrisch betriebenen öffentlichen Verkehr erreicht, der den motorisierten Individualverkehr überflüssig macht. Effizienz wird durch die Nutzung eines Fahrzeugs durch mehrere Personen und die Bündelung ihrer Fahrten durch die autonomen Kleinbusse erreicht. Suffizienz wird durch die Schaffung einer Stadt der kurzen Wege umgesetzt, in der alles für den täglichen Bedarf in fünf Minuten zu Fuß erreichbar ist.

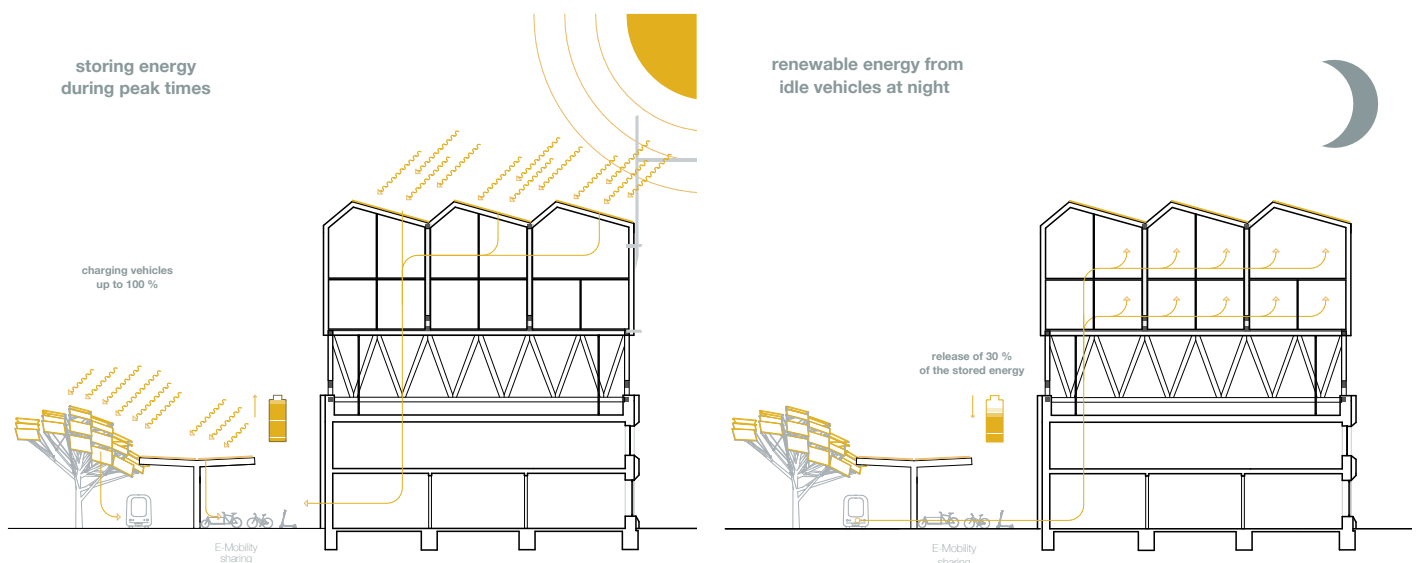
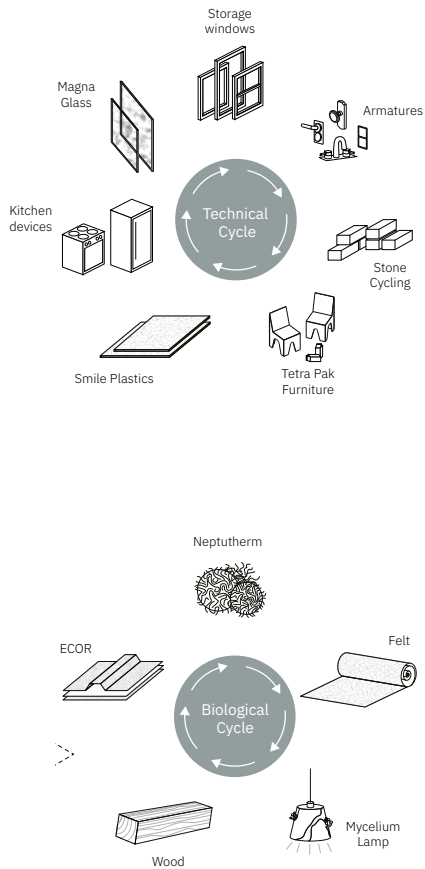


Abb. 254: Mobilitätseinheiten und das Gebäude werden als zwei engagierte Einheiten verstanden, die sich gegenseitig unterstützen





## Nachhaltigkeit

Der Gesamtentwurf des RoofKIT-Projekts bedient sehr ausgeglichen die drei Aspekte der Soziologie (Quartiersbetrachtung, Mehrwert des Bestands und Identifikation, Shared Space Idee), der Ökonomie (bezahlbarer Wohnraum, regenerative Energie von Gebäuden für Mobilität, Vorfabrikation) und der Ökologie (Lebenszyklusbetrachtungen des Bauwerks, gleichwertiger und gesunder Lebensraum für Mensch, Flora und Fauna).

Im Bauwerk selbst legt das Projekt ein Hautaugenmerk auf Energie und Ressourcen als miteinander zu entwerfende Systeme. Eine Kreislaufwirtschaft kann, um nachhaltig zu sein, nur durch regenerative Energiequellen betrieben werden. Eine weitere Entwurfsaufgabe besteht darin, konstruktive Lösungen zu präsentieren, die wieder lösbar sind und gleichzeitig alle notwendigen und wichtigen Anforderungen an Schutz und Sicherheit gewährleisten. Eine zu etablierende Kreislaufgerechtigkeit stellt für uns eine Chance dar, das Bauwesen auf neue und konsistente Füße zu stellen und gleichzeitig neuartige ökonomische und sozial gerechte Modelle zu entwickeln, die nicht mehr auf den Besitz, sondern die Nutzung von Energie und Materie abzielen.

Abb. 255: Technischer und biologischer Materialkreislauf

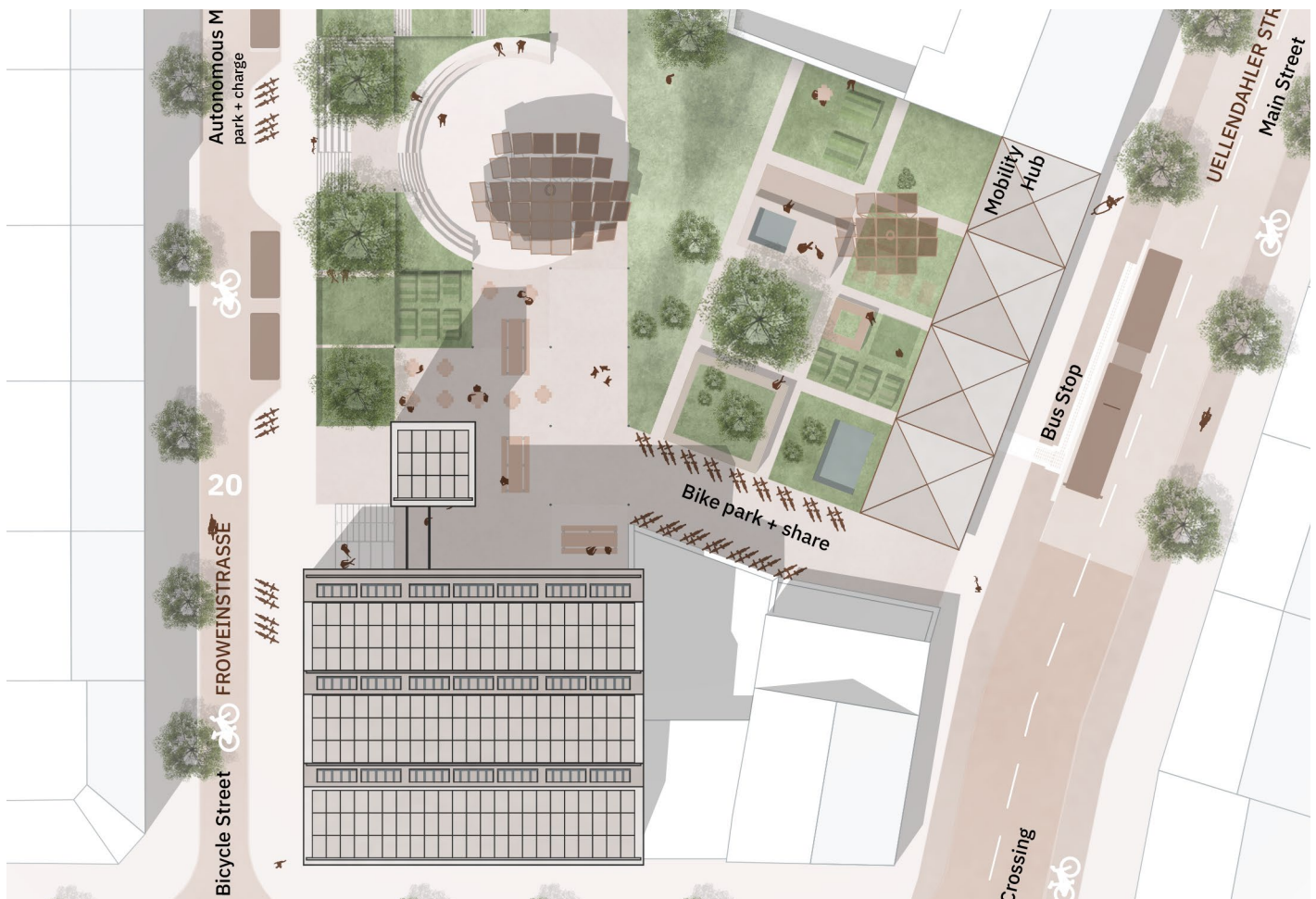


Abb. 256: Lageplan und urbanes Mobilitätskonzept

## Bauliches Gesamtkonzept

RoofKIT zeigt, dass Aufstockungen nicht nur das Potenzial haben, neuen Wohnraum in der Stadt zu schaffen, sondern bestehende Gebäude wirtschaftlich, sozial und energetisch aufzuwerten. Ausgehend von der Analyse der bestehenden Funktionen des Cafés Ada wurden Strategien entwickelt, um diesen Ansatz mit einem kommunalen Veranstaltungssaal, temporären Übernachtungsmöglichkeiten, bezahlbarem Wohnraum sowie gemeinsam genutzten und gepflegten Außenräumen zu stärken. Die vorgefundene tragende Struktur aus dem frühen 20. Jahrhundert wurde dazu weiter genutzt und teilweise verstärkt.

**Die dreigeschossige Aufstockung, die den Veranstaltungssaal und die Wohnungen beinhaltet, ist als leichte Konstruktion mit einem intelligenten Fachwerktragsystem entworfen, um einerseits die bestehende Struktur statisch nicht zu überlasten und andererseits einen effizienten Einsatz der gewählten Materialien zu erlauben.**

Das erste Obergeschoss wird zum neuen Hotelbereich für internationale, aber auch Quartiersgäste. Dabei werden die heutigen dienenden Räume wie WC und Lager verlegt und ein neuer Treppenraum geschaffen, um den Stadtraum und das Restaurant direkt an diese Nutzung und auch den Veranstaltungssaal anzubinden. Verschlussene Fenster an der Westwand werden wieder geöffnet und ihre ursprüngliche Größe wird wiederhergestellt. Der Haupteingang des Cafés Ada wird an die prominenteste Stelle der abgeschrägten Ecke im Südwesten verlegt. Flexible Elemente wie eine Bar in der Mitte des Raums, eine weitere Treppe zum Hotelgeschoss hinter der Bar und eine herausnehmbare Bühnenkonstruktion gliedern den erdgeschossigen Restaurantbereich.

Zudem wird die alte Ziegelfassade gereinigt, ausgebessert, gedämmt und mit einer neuen Schicht aus gebrauchten Ziegeln versehen, um energetisch gerecht und gleichzeitig architektonisch kohärent zu sein.

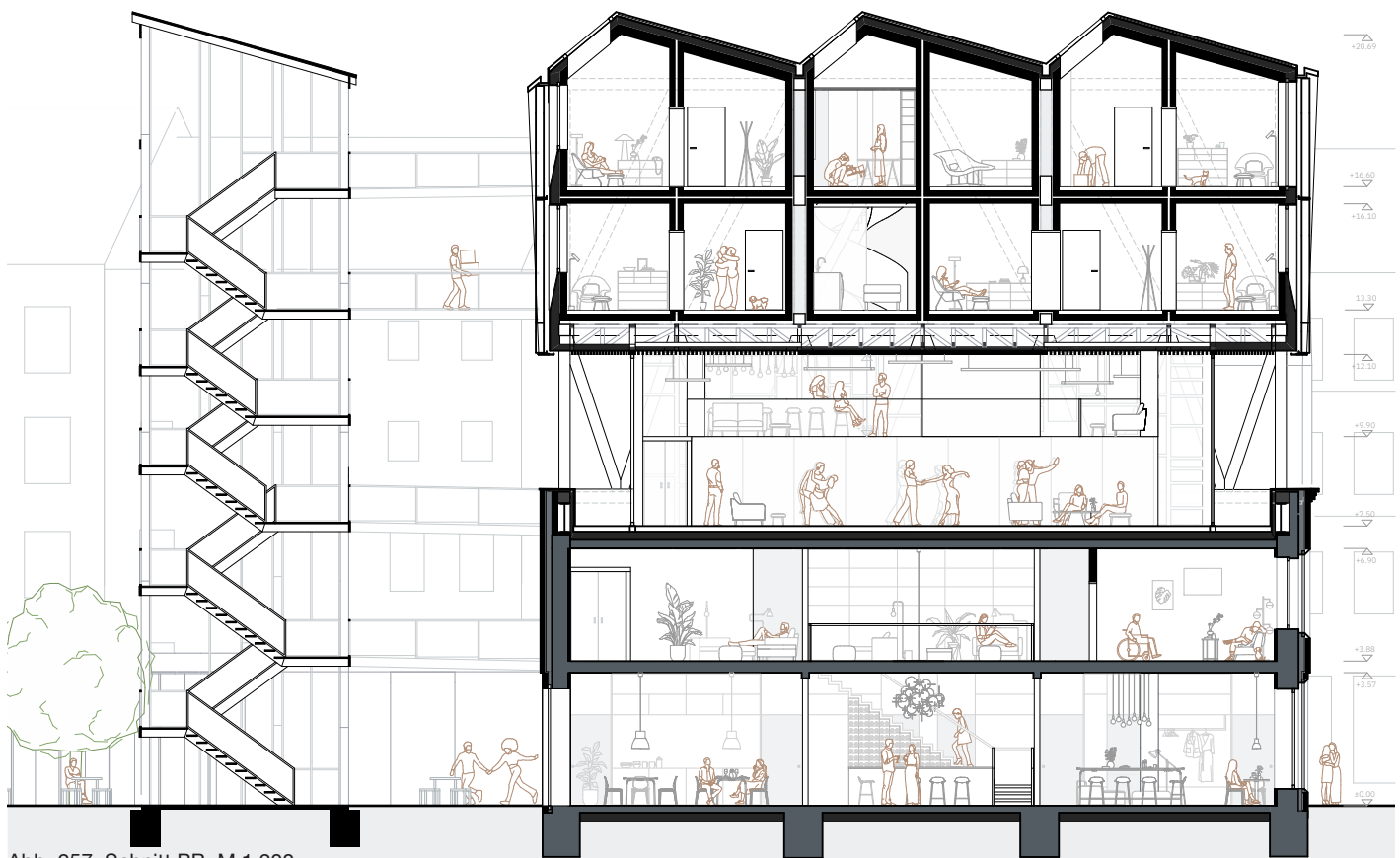


Abb. 257: Schnitt BB, M 1:200



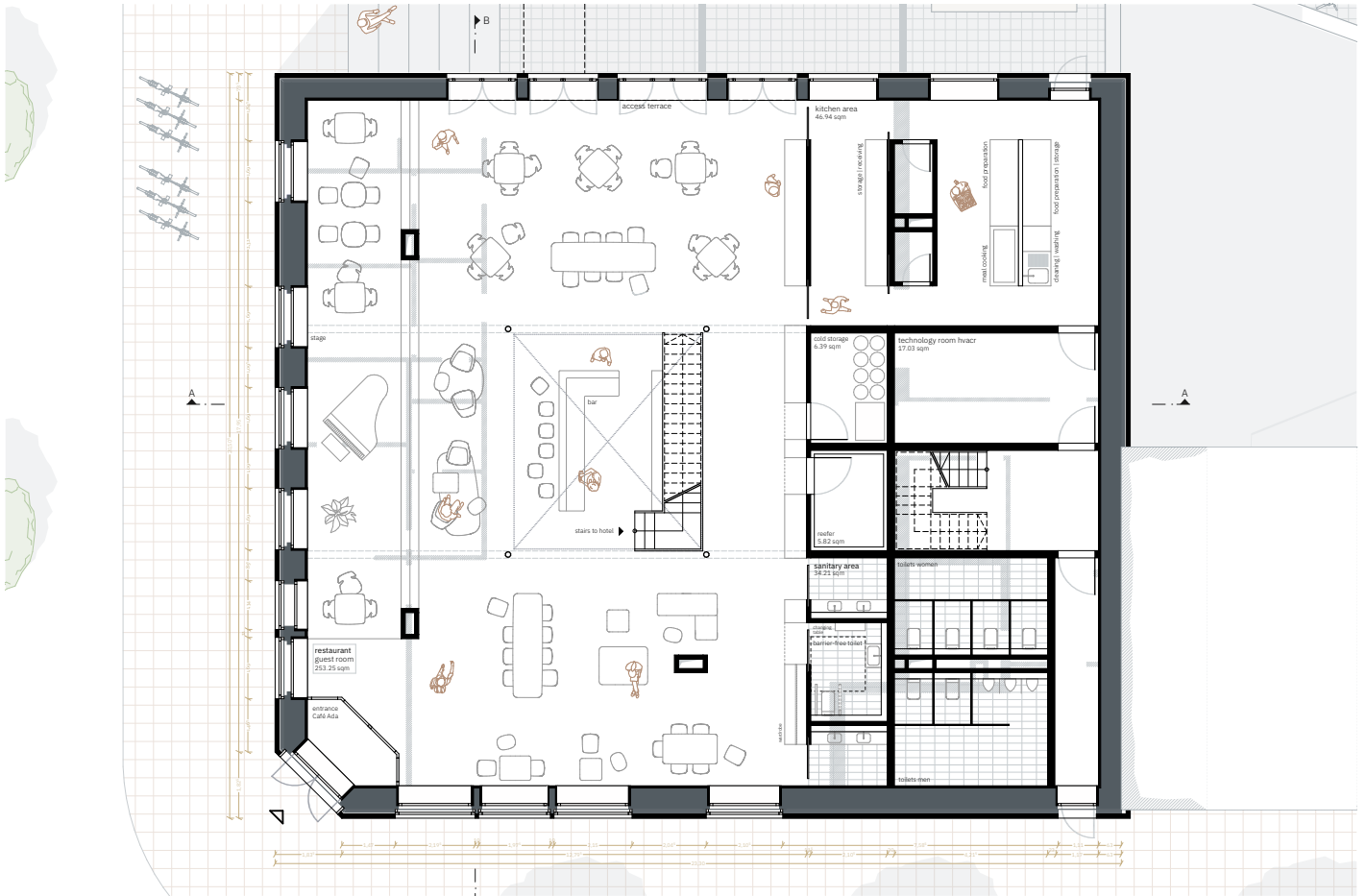


Abb. 258: Erdgeschoss | Bestand Café Ada, M 1:200

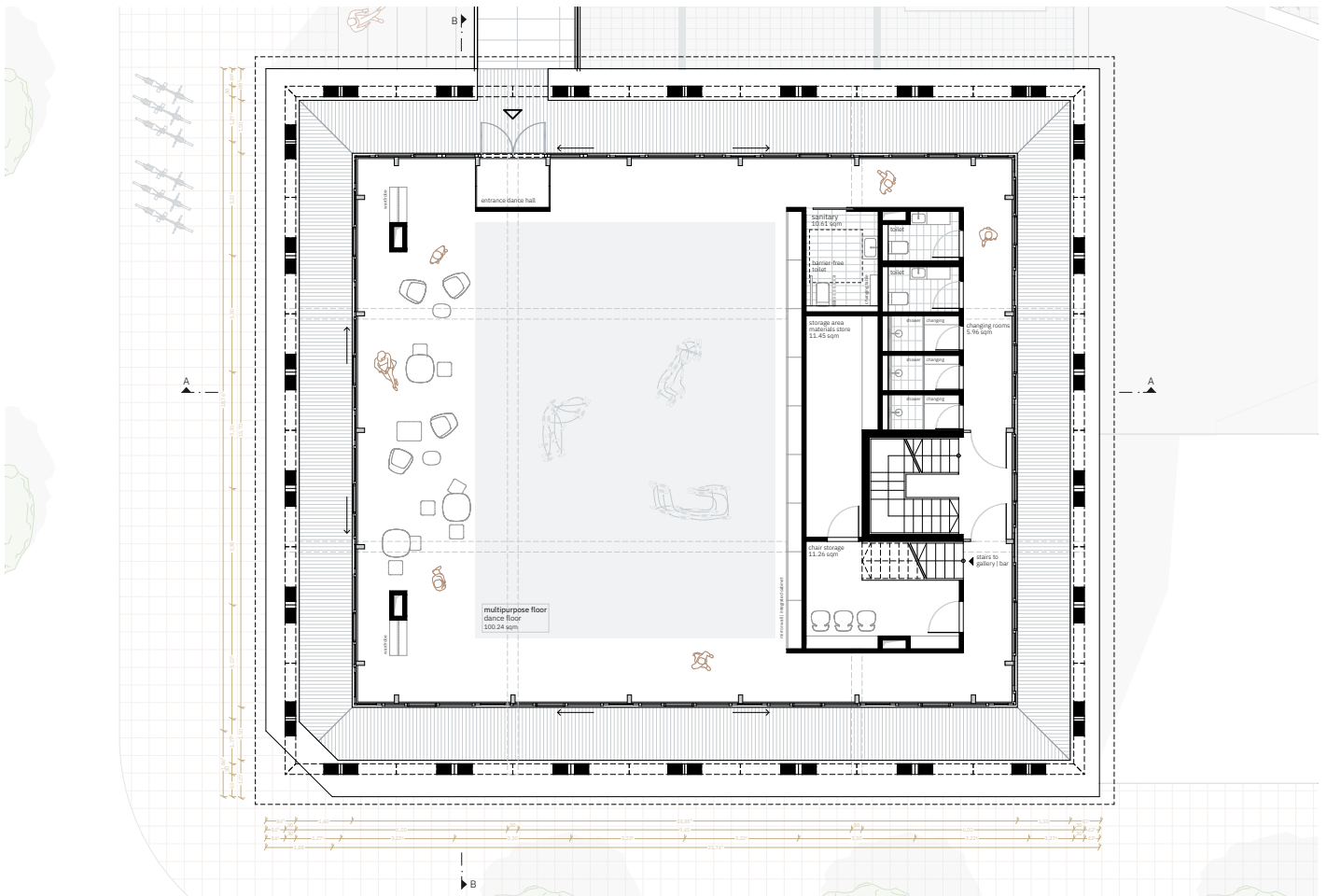


Abb. 259: 2. Obergeschoss | Urban Gap, M 1:200

Alle exponierten Tragwerkselemente sind in wiederverwendetem Stahl ausgeführt, die inneren geschützten Elemente aus Altholz der urbanen Mine. Um dieses Traggerüst herum werden Schichten platziert, die sortenrein und demontierbar sind und somit auch den unterschiedlichen Lebensrhythmen angepasst sind (innere Schichten werden öfter renoviert und ausgetauscht als äußere). Die Form des Daches ist einerseits eine Erinnerung an das bestehende heutige Sheddach, andererseits erlaubt es eine hervorragende Belichtung der darunterliegenden Wohn- und Aufenthaltsräume von Norden ohne direkten Solareintrag.

Die Funktion des Wohnens in den obersten beiden Geschossen wurde ebenfalls neu gedacht, um den Flächenverbrauch pro Person und damit den Ressourcenverbrauch zu verringern. RoofKIT arbeitet mit dem Konzept der „Shared Spaces“, d. h. der Idee verhandelbarer Räume, um die individuell zur Verfügung gestellte Fläche zu reduzieren und trotzdem einen hohen sozialen Komfort durch gemeinschaftlich genutzte Flächen zu erhalten. Einzelne Wohneinheiten sind im Wechsel mit gemeinschaftlichen Sonderräumen um ein zentrales Atrium angeordnet – letztere verbinden den zentralen Bereich mit den Außenräumen an den Fassaden. Wäscherei, Gemeinschaftsküchen, eine Bibliothek oder eine Aufenthaltslounges werden ebenso angeboten wie Co-Working-Spaces.

**Das Energiekonzept ist eine Synthese aus architektonischen Maßnahmen für eine hohe Aufenthaltsqualität und innovativen Lösungen für die Energieversorgung, die über das Jahr hinweg für CO<sub>2</sub>-Neutralität sorgen sollen.**

Eine hochwertige Wärmedämmung sowie eine zentrale Lüftungswärmerückgewinnung minimieren den Heizwärmebedarf und die konsequente Nutzung von Solarenergie und Tageslicht trägt ebenfalls zum niedrigen Energieverbrauch des Gebäudes bei. Im Sommer hält eine passive Kühlstrategie die Innentemperaturen im gewünschten Komfortbereich. Neben effektivem Sonnenschutz sorgen Lehmbauplatten in der Aufstockung für thermische Masse, um die Dynamik der Innentemperatur zu dämpfen. Eine Nachtlüftung sorgt für die Wärmeabfuhr aus der Gebäudemasse.

Die Energieversorgung des Gebäudes basiert auf PVT-Kollektoren, die gleichzeitig Solarstrom und Wärme für eine Wärmepumpe liefern. Das Energiemanagement maximiert die Netzdienlichkeit des Gebäudes durch Optimierung von Solarertrag, Strombedarf sowie Be- und Entladung von Batterien (Gebäude und E-Fahrzeug) sowie Pufferspeicher. Zudem trägt die Wärmerückgewinnung aus einem zentralen Abwasserwärmetauscher zur hohen Energieeffizienz des Gebäudes bei. Auch die Umwandlung von Bioabfällen in Biogas zum Kochen ist im Hinblick auf die Ausweitung des Gedankens der Kreislaufwirtschaft auf technische Prozesse im Gebäude berücksichtigt.

Das Tages- und Kunstlichtkonzept war ebenfalls integraler Bestandteil des architektonischen Entwurfs. Anordnung und Größe der Fensteröffnungen sorgen für gute Tageslichtversorgung und damit für hohen Wohnkomfort sowie eine angenehme Raumwirkung. Ergänzend gewährleistet die künstliche Beleuchtung eine gesunde und ästhetische Lichtatmosphäre mit melanopisch wirkendem Licht für die Grundbeleuchtung und flexiblen Leuchten, mit denen sich die Bewohner:innen für individuell beleuchtete Bereiche entscheiden können. Die Lichtlösungen sind mit aktueller LED-Technologie und nutzerorientierter Lichtsteuerung umgesetzt. Die Produkte sind dabei so ausgewählt, dass sie auch Nachhaltigkeits- sowie kreislaufwirtschaftlichen Grundgedanken entsprechen.

#### FLAT TYPE S



#### FLAT TYPE M



#### FLAT TYPE L

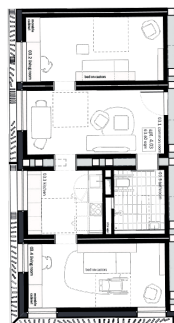


Abb. 260: Unterschiedliche Wohneinheiten



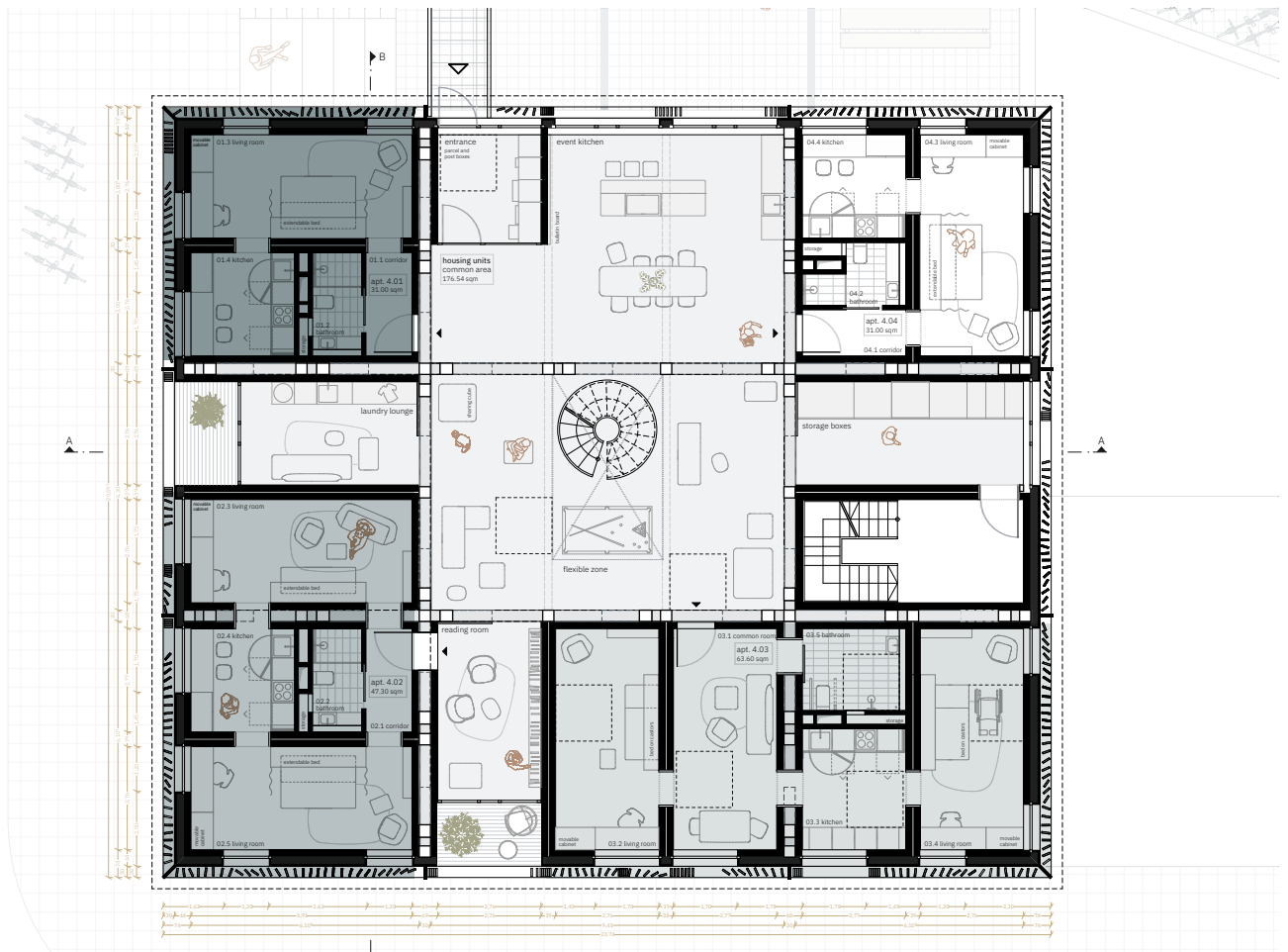


Abb. 261: 3. Obergeschoss | Wohngeschoss, M 1:200

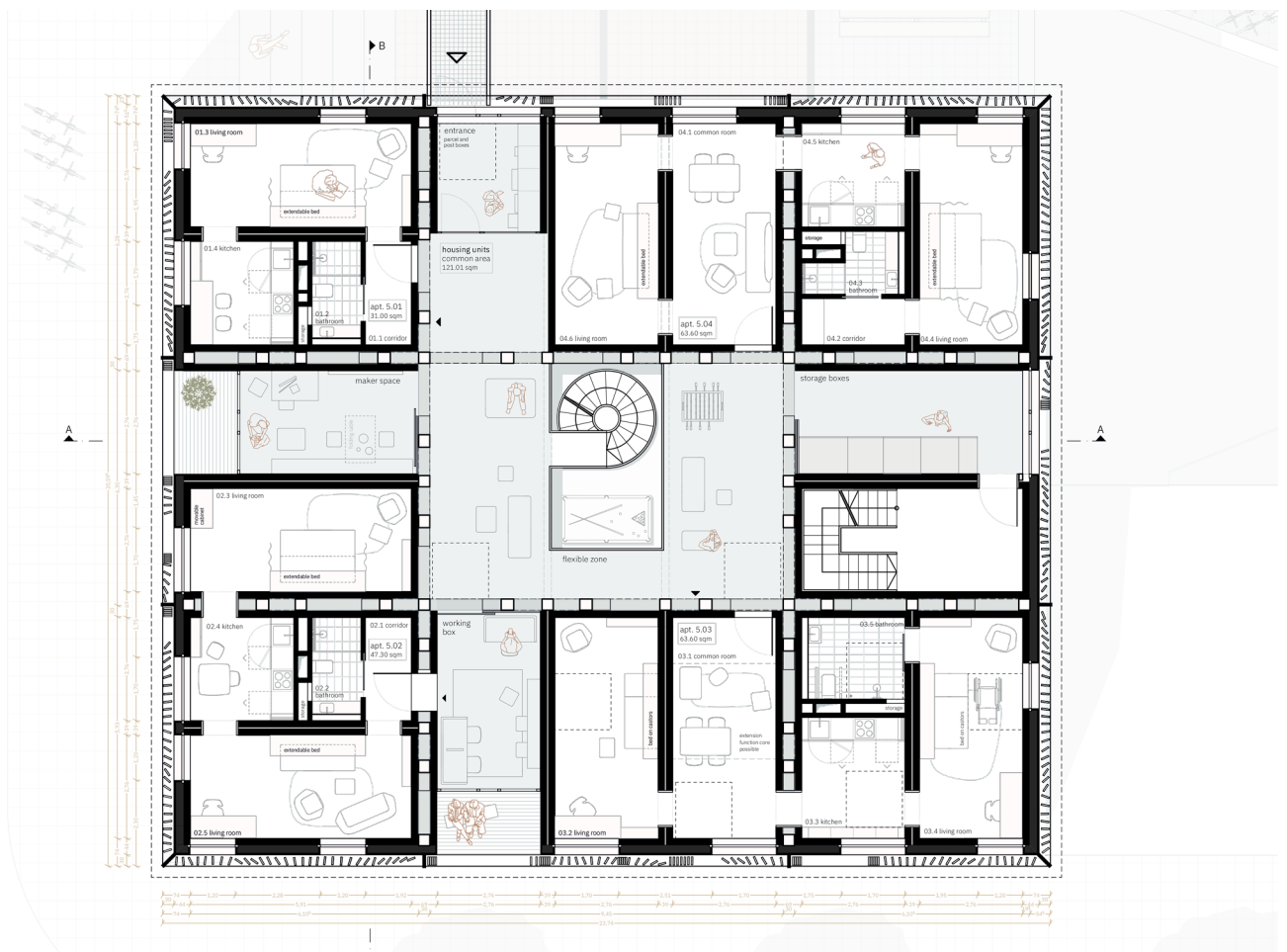


Abb. 262: 4. Obergeschoss | Wohngeschoss, M 1:200





Abb. 263: Ansicht Nordwesten – Foto: Zooey Braun



## Architektonisches Konzept und Kreislaufgerechtigkeit

Um das Konzept des Gesamtentwurfs auf die Demonstrationseinheit, die als real gebaute 1:1 Struktur für den Wettbewerb gefordert war, zu übertragen, haben wir die südwestliche Ecke unseres Gesamtentwurfs als repräsentatives „Ausschnitt“-Element gewählt. Es zeigt und kombiniert zwei Hauptmerkmale der architektonischen und energetischen Konzeption: einerseits eine an einen gemeinschaftlichen Raum angrenzende und von dort zu betretende Wohneinheit, und andererseits die energetisch wichtige Dachhaut mit der markanten städtebaulichen Form.

Der Grundriss der Hausdemonstrationseinheit (HDU) entspricht wiederum der „Shared-Space“-Idee: Der nutzbare Wohnraum ist frei und fließend um ein zentrales Kernelement angeordnet, in dem Küche, Bad, die gesamte technische Infrastruktur und Stauraum untergebracht sind. Neben der sehr konzentrierten Nutzung der Infrastruktur macht diese Idee die gewählte Konstruktion von vorgefertigten Holzmodulen sehr effektiv. Nur eines der vier in Wuppertal gezeigten und aufgebauten Module enthält größere Infrastrukturelemente, während die anderen Module nur über Stecksysteme mit dem zentralen und technisch aufgerüsteten verbunden sind. Die Vorfertigung garantiert nicht nur ein sozial und sicherheitstechnisch vorteilhaftes Arbeiten für alle Ausführenden, es garantiert zudem auch eine hohe Präzision im Konstruktionsprozess.

**Konzipiert als 100 % kreislaufgerechte Bauweise, beweist die Einheit schon heute, dass wir mit aktueller Technologie und Entwurfskapazitäten in der Lage sind, die Anforderungen des European Green Deal zur Kreislaufwirtschaft im Bauwesen zu erfüllen.**

Es wurden keine Klebstoffe, keine Imprägnierungen oder Farben, keine Schäume oder Nassabdichtungen verwendet, so dass die Kreislauffähigkeit des Gebäudes und seiner Materialien zu 100 % gewährleistet bleibt. Außerdem wurden für die Konstruktion nur Monomaterialien verwendet, es sind also keine Verbundstoffe oder Materialmischungen zu sehen. RoofKIT will aber nicht nur zeigen, was in Zukunft möglich ist: viele Bauteile und Materialien wurden bereits aus der städtischen Mine entnommen und im zweiten, dritten oder gar vierten Kreislauf verwendet – Holz aus alten Scheunen im Schwarzwald, die Eingangstür eines Gebäudes aus dem 19. Jahrhundert, Fenster aus einem abgerissenen Gebäude in Basel, Bad- und Küchenarmaturen aus Messerückbauten. Diese Strategie der Wiederverwendung ist sicher der einfachste, schnellste und direkteste Weg, eine kreislaufbasierte Bauweise zu etablieren, bedarf allerdings der Lagerfläche für die verfügbaren Bauteile. Die Vorgehensweise dreht zudem den Entwurfsprozess um: die gegebenen Teile und nicht eine idealtypische Vorstellung der Entwurfsverfasser bestimmen Gestalt und Konstruktion.

Aber RoofKIT enthält auch Materialien, die rekonfiguriert wurden, d. h. das Material wurde weiterverwertet, während die Form des ehemaligen Produkts verändert wurde. Das Dach von RoofKIT besteht aus 100 % wiedergewonnenem Kupfermaterial, die Küchen- und Badezimmerabdeckungen sind aus alten Joghurtbechern hergestellt, die Toilette und die Dusche sind mit Glaskeramik verkleidet, die aus zerbrochenem Glas hergestellt wurde, der Spiegel ist aus hochglanzpoliertem Stahl, wodurch Metall-Glas-Verbindungen wie bei herkömmlichen Spiegeln vermieden werden, der Eingangsbereich ist mit Steinen aus wiedergewonnenem Bauschutt gepflastert.

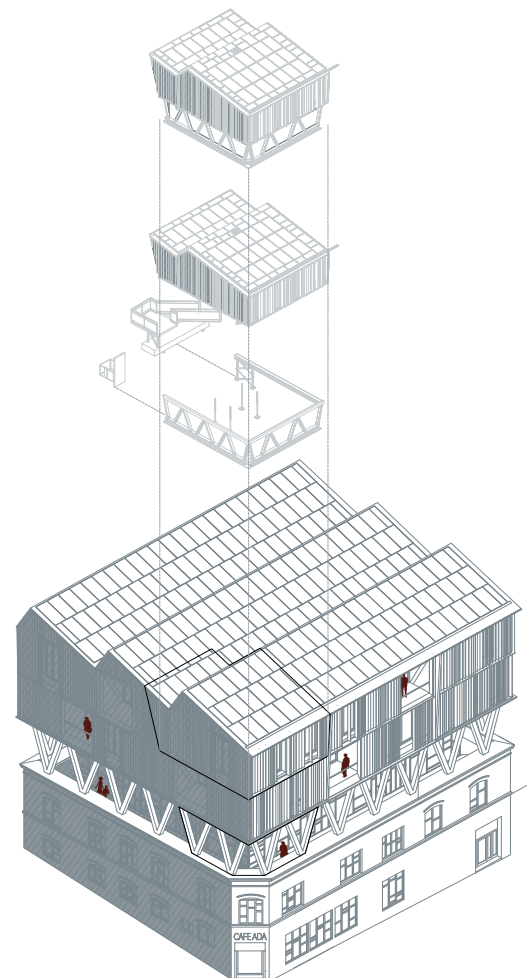


Abb. 264: Hausdemonstrationseinheit



Abb. 265: Aufbau der Module der HDU in Wuppertal

Neben diesen technischen Kreislaufmaterialien werden vor allem natürliche, biologische Baustoffe verwendet: alle Wände sind mit auf einer Lehmplatte basierendem Lehmputz versehen, um die Luftfeuchtigkeit und damit die Luftqualität innerhalb der Einheit zu kontrollieren. Der Kern der Einheit und die Decke sind mit einem 100 % natürlichen Filz verkleidet und sämtliches zum Einsatz kommende Dämmmaterial besteht zu 100 % aus getrocknetem Seegras ohne weitere Behandlung oder Zusätze. Plattenwerkstoffe und Lampenschirme aus Myzelium, dem Wurzelwerk von Pilzen, kommen zur Anwendung, sogar lebende Pilzorganismen werden als Witterungsschutz an der Unterkonstruktion der Außenfassade verwendet. Das für die Konstruktion verwendete Holz ist leimfrei und unbehandelt. Zudem wurde die Konstruktion so konzipiert, dass jegliche synthetischen Holzverbundstoffmaterialien (Kleber und Leime) vermieden werden, und es kamen digitale Fertigungsverfahren für reversible Verbindungssysteme zur Anwendung.

Um eine notwendige und sinnvolle thermische Masse innerhalb des Holzleichtbaus zu gewährleisten, wurden für das Verlegen der Fußbodenheizung luftgetrocknete Lehmsteine und -platten verwendet. Auch hier bestimmte der Aspekt der Kreislauffähigkeit den Entwurf, ohne funktionale Einschränkungen tolerieren zu müssen. Die biologischen Materialien, die den Großteil der Konstruktion im statischen wie nicht statischen Bereich ausmachen, nutzen den ältesten Kreislauf unseres Planeten: den des Kohlenstoffs. Unsere einzigartige Flora ist in der Lage, mit Hilfe der Sonnenenergie (die im einzig offenen System unserer Erde in Form von Strahlung unseren Planeten mit Energie versorgt)  $\text{CO}_2$  in Zellulose und Sauerstoff umzuwandeln. Diesen perfekten Kreislauf, der für uns Menschen, Fauna und Flora lebensnotwendig ist, gilt es zu verstehen und zu schützen und auch unser Handeln und unsere gebaute Umwelt als dessen Teil zu verstehen, zu unterstützen und nicht zu zerstören. Hieraus wird ersichtlich, dass ein zu etablierendes Kreislaufsystem im Bauwesen nur dann Sinn ergibt, wenn es mit erneuerbaren Energiequellen betrieben wird.

Die gezeigte Einheit in Wuppertal saß auf einer Gerüstkonstruktion, um ihren Charakter als aufstockende Gestaltungsstrategie zu demonstrieren. Auch hier wurde jedoch ein bereits bestehendes Rückgabesystem der Kreislaufwirtschaft genutzt: Baugerüstelemente, die nach Gebrauch wieder zurück in die temporäre Ausleihe gehen. Da auf dem Gelände in Wuppertal keine traditionellen Fundamente erlaubt waren, wurden zudem Gabionen, die nach Rückbau wieder vollständig an den lokalen Anbieter zurückgegeben werden, verwendet, um die die möglichen horizontalen Lasten aufzunehmen.

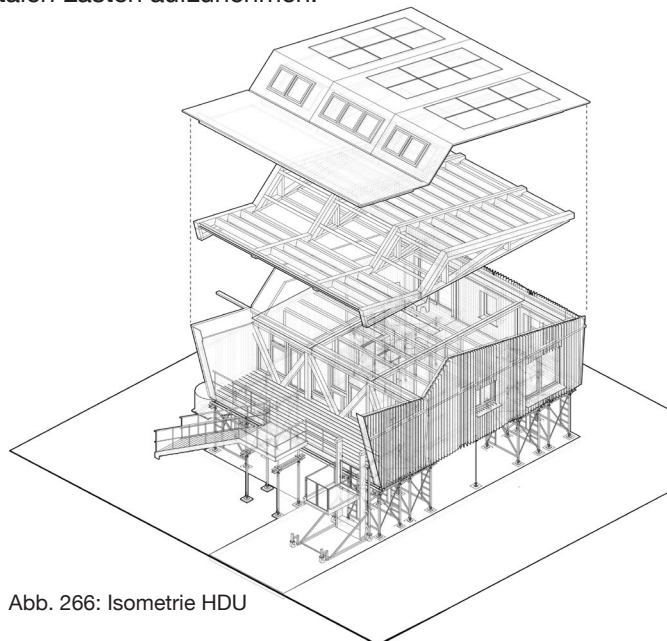


Abb. 266: Isometrie HDU





Abb. 267: Ansicht Westen – Foto: Zooey Braun

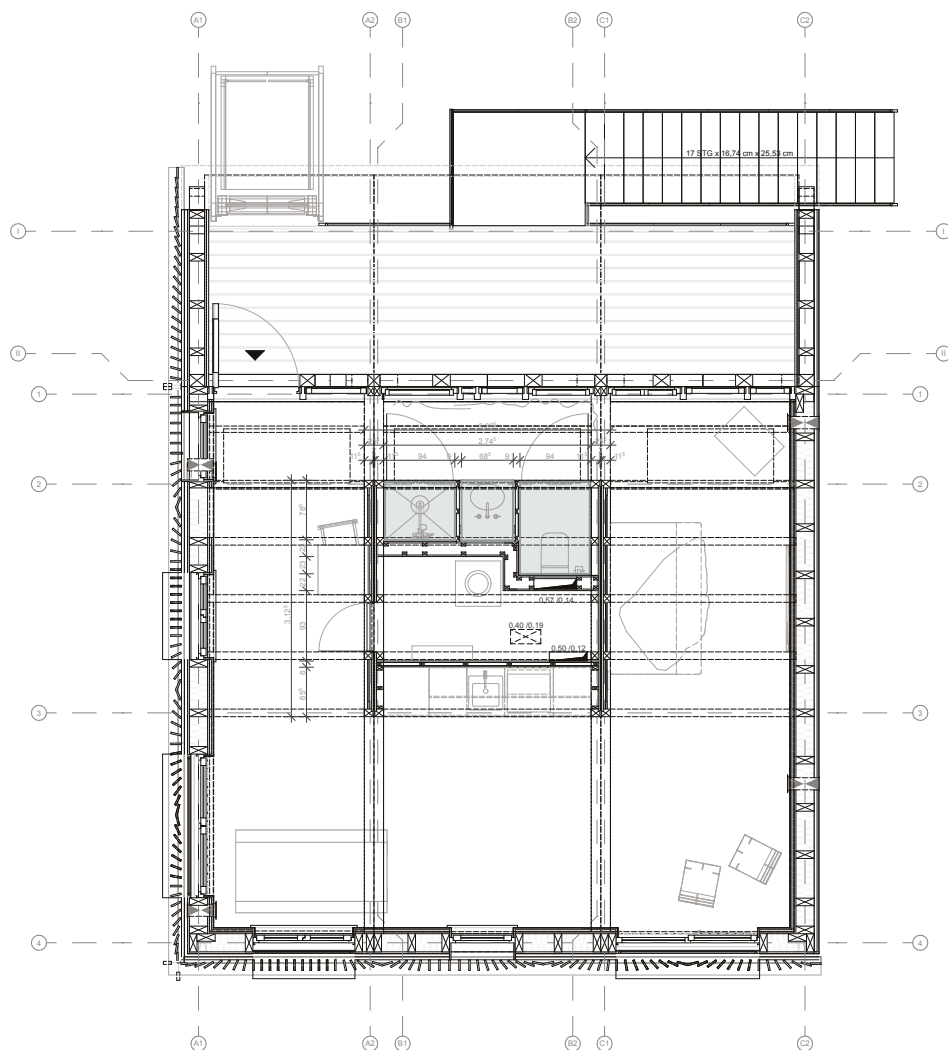


Abb. 268: HDU I Grundriss, M 1:100

## Materialien

### ALBA, Smile Plastics

Das Material wird aus einem Joghurtbecher aus der Küche hergestellt. Es ist zu 100 % recycelt und zu 100 % recycelbar und weist keine VOC-Emissionen auf. Mit seiner weißen, marmorähnlichen Oberfläche und Anklängen von Gold und Silber wird ALBA in unserem Projekt für den Küchenbereich und die Badezimmertüren genutzt.



### CLAYTECH

Alle Claytech-Materialien sind 100 % natürlich und daher im biologischen Bereich unendlich wiederverwertbar. Wir verwenden sowohl Lehmputze als auch Lehmplatten für Innenoberflächen zur Verbesserung der Luftqualität (Feuchtigkeitsaustausch, Beseitigung von möglichen Luftverunreinigungen) und um die thermische Masse im Gebäude zu erhöhen.



### NEPTUTHERM

RoofKIT verwendet ein 100 % biologisches Isoliermaterial, das nur aus Seegras besteht. Dieses wird durch den Wind zu kleinen Kugeln gerollt und benötigt keine landwirtschaftliche Fläche, keine Bewässerung, keine Düngung und keine andere Behandlung. Es werden keine chemischen oder synthetischen Zusätze verwendet, um es als Bauprodukt zu nutzen. RoofKIT verwendet es als Dämmung für die gesamte Gebäudehülle.



### MYCELIUM

Aus unserer eigenen Forschung stammend, werden Mycelium gebundene Platten in der Einheit gezeigt, um zu demonstrieren, dass bereits heute synthetische Leime zugunsten von biologischen Materialien vermieden werden können. Das Material ist zu 100 % kompostierbar.



### M&K FILZE

RoofKIT verwendet einen 100 % biologischen Wollfilz von M&K Filze für alle Decken- und Wandoberflächen des Technikerns. Bei der Herstellung werden keine synthetischen Zusatzstoffe verwendet, was ihn zu einem 100 % kompostierbaren Material macht.



### FREITAG

FREITAG ist ein Unternehmen, das alltägliche Produkte aus gebrauchten Lastwagenplanen herstellt. FREITAG belieferte RoofKIT mit solchen Planen für die Verkleidung der Ost- und Nordfassade des Gebäudes, die über Holzrahmen verschraubt werden.





## Dach

→	↳			photovoltaisch-thermischer Kollektor
→	↳	0,7 mm	↳	Kupferblechabdeckung
→	↳	30 mm	↳	Schalung
→	↳	60 mm	↳	Konterlattung
→	↳	-	↳	Dachunterlage AMANN Sucotecto 0.8
→	↳	24 mm	↳	diagonale Schalung
→	↳	240 mm	↳	Holzbalken mit Algenisolierung NEPTUTHERM
→	↳	60 mm	↳	tragende Holzlatten mit Isolierung NEPTUTHERM
→	↳	24 mm	↳	diagonale Schalung
→	↳	-	↳	PE-Dampfsperre ECOVAP blau
→	↳	26 mm	↳	Installationsbereich
→	↳	15 mm	↳	Deckenverkleidung ECOR lightcore
→	↳	2 mm	↳	Filzbespannung

## Außenwand

→	↳	2 mm	↳	Lehm Oberputz
→	↳	3 mm	↳	Lehm Unterputz
→	↳	22 mm	↳	Lehmplatte CLAYTEC Lemix
→	↳	26 mm	↳	Installationsbereich
→	↳	-	↳	PE-Dampfsperre ECOVAP blau
→	↳	24 mm	↳	diagonale Schalung
→	↳	240 mm	↳	Holzbalken mit Algenisolierung NEPTUTHERM
→	↳	24 mm	↳	diagonale Schalung
→	↳	-	↳	Fassadenbahn DOERKEN delta 50
→	↳	110 mm	↳	tragende Holzleisten, Beschichtung auf Myzelbasis schwarz
→	↳	140 mm	↳	Holzlatten, wiederverwendetes sonnenverbranntes Holz

## Außenwand

→	↳	25 mm	↳	Holzdielen, teilweise Altholz
→	↳	22 mm	↳	Lehmplatte CLAYTEC Lemix
→	↳	22 mm	↳	Lehmplatte CLAYTEC Lemix
→	↳	25 mm	↳	Holzschalung mit Fußbodenheizung
→	↳	50 mm	↳	Installationsbereich
→	↳	-	↳	PE-Dampfsperre ECOVAP blau
→	↳	24 mm	↳	diagonale Schalung
→	↳	240 mm	↳	Holzbalken mit Algenisolierung NEPTUTHERM
→	↳	-	↳	Windabdichtung TYVEK soft
→	↳	20 mm	↳	Diagonalschalung, teilweise Altholz

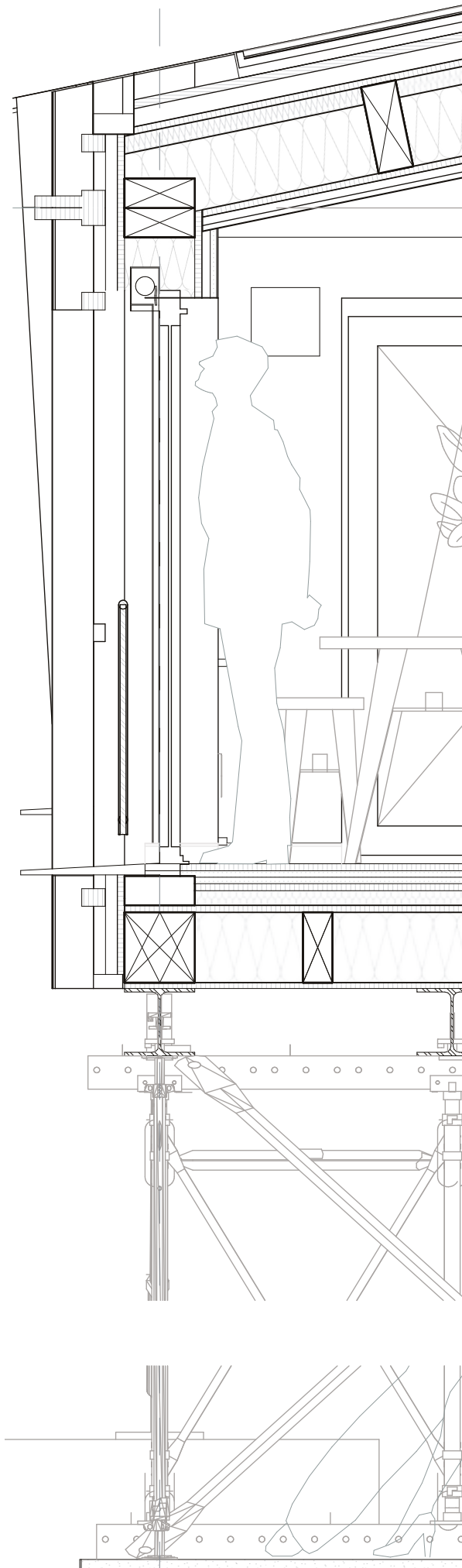


Abb. 269: Fassadenschnitt, M 1:20

## Energie

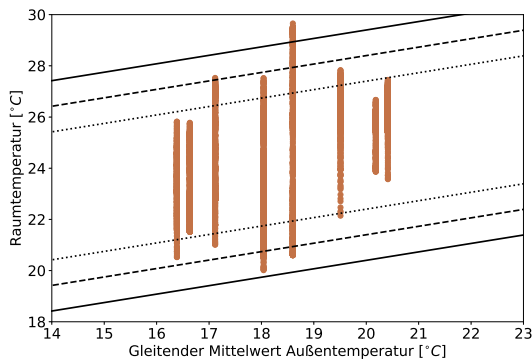


Abb. 270: Während des Wettbewerbs gemessene Raumtemperaturen in Abhängigkeit des gleitenden Mittels der Außentemperatur, dargestellt gemäß dem adaptiven Komfortmodell nach DIN EN 16798

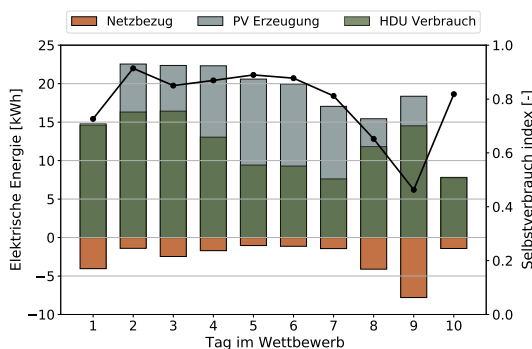


Abb. 271: Bilanzierung von Strombezug aus dem Netz, Stromerzeugung über die PV-Anlage und elektrischem Energieverbrauch der HDU über 10 Wettbewerbstage

Für die HDU wird das Energiekonzept des Gesamtgebäudes herunterskaliert übernommen. Abwasserrückgewinnung und Biogaserzeugung bleiben jedoch wegen geringer Effizienz unberücksichtigt. Wechselrichter, Batterie und quellenseitiger Pufferspeicher für die Wärmepumpe, die im großen Technikraum des Gesamtgebäudes Platz gefunden hätten, werden im Wettbewerb unter der Gebäudeeinheit aufgestellt. Für die Lüftung im Winter werden vom Gesamtentwurf abweichend oszillierende dezentrale Lüftungssysteme mit Wärmerückgewinnung in die Fassade integriert.

Die Wärmedämmung der gesamten Gebäudehülle besteht aus natürlichem Seegras. Für die Fenster werden sogenannte Lagerfenster mit Dreifachverglasung verwendet. Vorrangiges Auswahlkriterium war ein hinreichender Wärmeschutz, unterschiedliche Fenstergrößen werden dabei als gestalterisches Moment eingesetzt. Da die HDU aufgeständert ist und somit an allen sechs Seiten an Außenluft grenzt, muss auch die Bodenfläche die hohen Anforderungen an den Wärmeschutz erfüllen.

Für ein komfortables Raumklima in den Sommermonaten wird ein passives Kühlkonzept umgesetzt. Besondere Herausforderung ist das Einbringen von thermischer Speichermasse in den Leichtbau. Hierzu werden raumseitig Lehmplatten sowohl in die Außenwände (hier mit zusätzlichem Lehmputz) als auch doppelagig in den Fußboden integriert. Damit kann auch die feuchtepuffernde Wirkung des Lehms genutzt werden. Der Sonnenschutz wird mit außenliegenden textilen Screens aus wiederverwendeten Materialien realisiert. Die Entladung der Speichermasse erfolgt durch Nachtlüftung. Der erforderliche Luftwechsel wird dabei teils automatisiert und teils manuell über ein Dachfenster bzw. die Fassadenfenster realisiert.

Das Dach der HDU ist mit insgesamt 18 Solarmodulen bedeckt, davon zwölf PVT-Kollektoren als Wärmequelle für eine Wärmepumpe. Ein 1 000-Liter-Pufferspeicher trennt den Kollektor- und den Verdampferkreislauf und moderiert so den Betrieb der Wärmepumpe. Die sechs weiteren PV-Module (insgesamt 5,4 kWp) ergänzen die homogene Dachdeckung und garantieren ausreichend Strom für den späteren Jahresbetrieb. Die PV-Module haben eine rostbraune Farbe und fügen sich perfekt in die Kupferdachdeckung des Gebäudes ein. Durch eine innovative Beschichtungstechnik weisen die PV-Module einen vergleichsweise hohen Wirkungsgrad auf und die PVT-Technologie hilft, die PV-Leistung zu erhöhen, da die Solarzellen durch den Solekreislauf gekühlt werden. Ein einziger Wechselrichter verbindet zum SDE-Campus und zum Verteilernetz der Stadt sowie gleichzeitig zur Batterie und zum Niederspannungsnetz der HDU. Die elektrische Energie wird lokal in einer Batterie mit einer Kapazität von 5 kWh und zusätzlich in der Batterie eines Elektrofahrrads gespeichert. Der gesamte Gebäudebetrieb wird durch ein Energiemanagementsystem optimiert.

Simulationen weisen für die HDU einen Heizenergiebedarf von 24 kWh/(m<sup>2</sup> a) aus und die von der Wärmepumpe gelieferte Gesamtwärme für Fußbodenheizung und Warmwasserbereitung beträgt 48 kWh/(m<sup>2</sup> a). Bei einem Gesamtstromverbrauch von 1 027 kWh pro Jahr ergeben die Simulationen für die Wärmepumpe einen saisonalen COP von 2,51 (mit einem maximalen COP von 5,85 im Sommer). Der simulierte Gesamtheizenergiebedarf beträgt 1 399 kWh, mit einer Heizungsspitzenlast von etwa 1,5 kW.



Der jährliche Gesamtstrombedarf der HDU besteht für einen Zwei-Personen-Haushalt laut Simulationen aus 3 424 kWh und die von der PV-Anlage erzeugte Energie beträgt 3 224 kWh. Die HDU erzeugt demnach 95 % des Stroms, den sie jährlich verbraucht – das bedeutet, dass die CO<sub>2</sub>-Neutralität theoretisch fast erreicht wird. Der durchschnittliche Eigenstromverbrauch liegt bei 83 % – das bestätigt das Vermögen des Energiemanagementsystems, das Ladeverhalten der Batterien so zu optimieren, dass der Strombezug aus dem Netz immer möglichst geringgehalten wird.

Simulationen zur Überprüfung und Optimierung des passiven Kühlkonzepts zeigen, dass die Raumtemperatur zu mehr als 90 % der Zeit im gewünschten Komfortbereich, d. h. in den Kategorien eins und zwei der EN 16798 liegt.

Das während des Wettbewerbs durchgeführte Monitoring bestätigt im Wesentlichen die Simulationsergebnisse hinsichtlich des sehr guten thermischen Komforts (siehe Abb. 270) und der hohen Eigennutzung des solar erzeugten Stroms (siehe Abb. 271). Die exemplarische Zeitreihendarstellung für den 15. Juni 2022 (siehe Abb. 272) zeigt, wie zeitscharf das Energiemanagement auf Solarangebot von der PV-Anlage und Energiebedarf (HDU und Wärmepumpe) mit Ent- und Beladen der Batterie reagiert, um Strombezug aus dem Netz zu vermeiden.

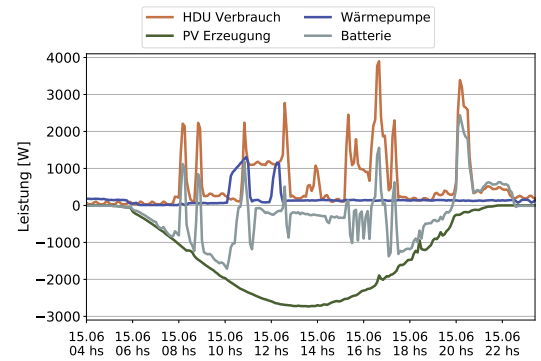


Abb. 272: Stromverbrauch im Gebäude, Stromverbrauch der Wärmepumpe, solar erzeugter Strom sowie Be- und Entladung der Batterie an einem exemplarischen Wettbewerbstag

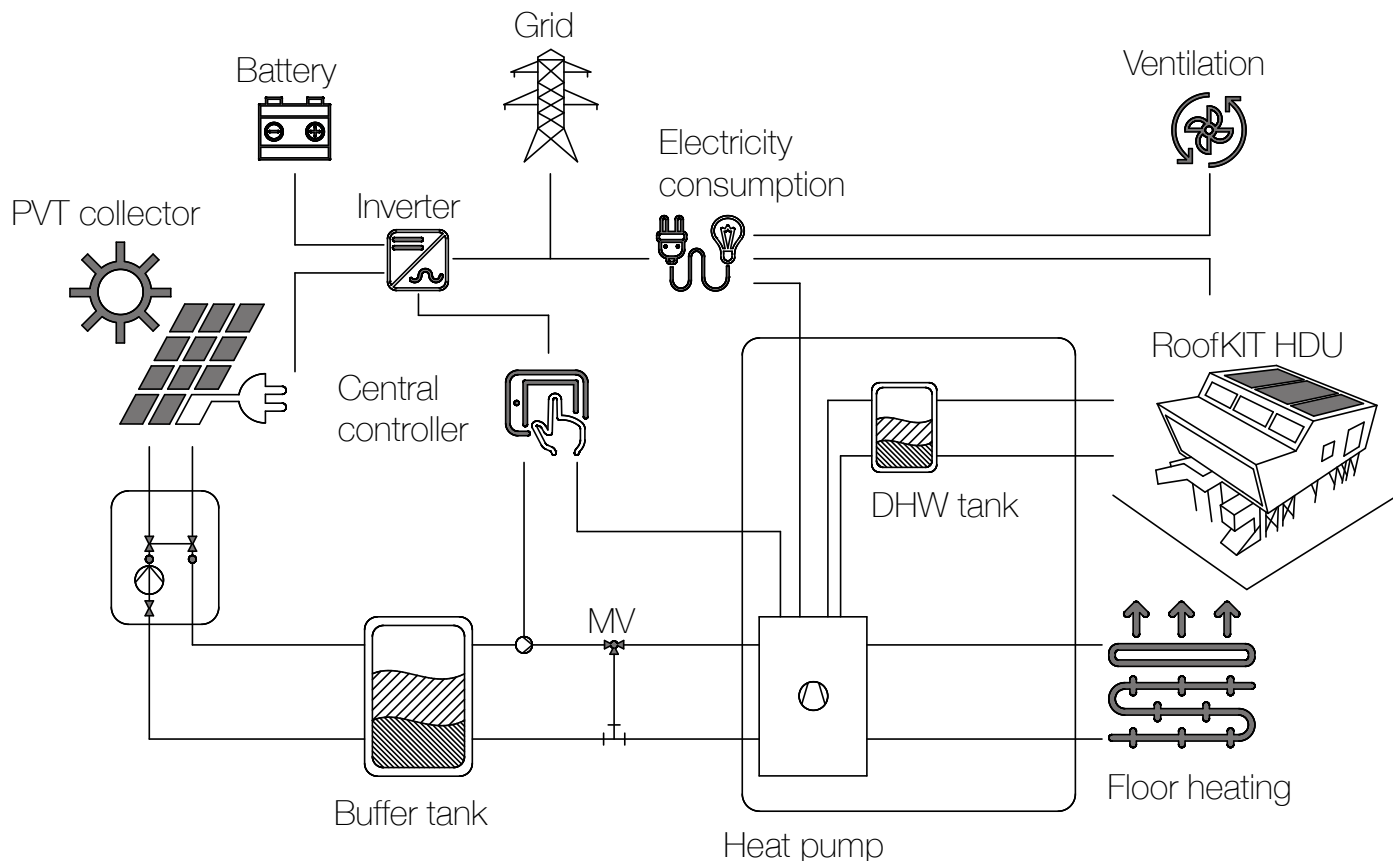


Abb. 273: Energiekonzept HDU



Abb. 274: Innenansicht – Foto: Zooey Braun



## Nachnutzung

Die Gebäudeeinheit wird nach dem Wettbewerb von Wuppertal nach Karlsruhe überführt und auf dem Campus Süd des KIT wieder aufgebaut. Dort wird es als Anschauungs- und Studienobjekt für die universitäre Lehre dienen und gleichzeitig als Living Lab für die Forschung. Außerdem steht es für Besichtigungen durch die Fachöffentlichkeit zur Verfügung.

Die Forschungsziele ergeben sich aus der Wettbewerbsaufgabe. So soll der Gebäudebetrieb dahingehend optimiert werden, dass in der Jahresenergiebilanz  $\text{CO}_2$ -Neutralität erreicht wird und gleichzeitig bei hohem solaren Angebot möglichst wenig Energie in das Netz eingespeist und der Netzbezug zu Zeiten geringer Solareinträge geringgehalten wird. Diese Anpassung von Einspeisung und Verbrauch in Echtzeit ist ein wesentlicher Faktor für einen stabilen Netzbetrieb bei Einbindung von Gebäuden mit Solarsystemen in das Stromnetz. Der Wettbewerb des SDE bot hier nur kurz Gelegenheit, das dafür entwickelte Konzept zu testen.

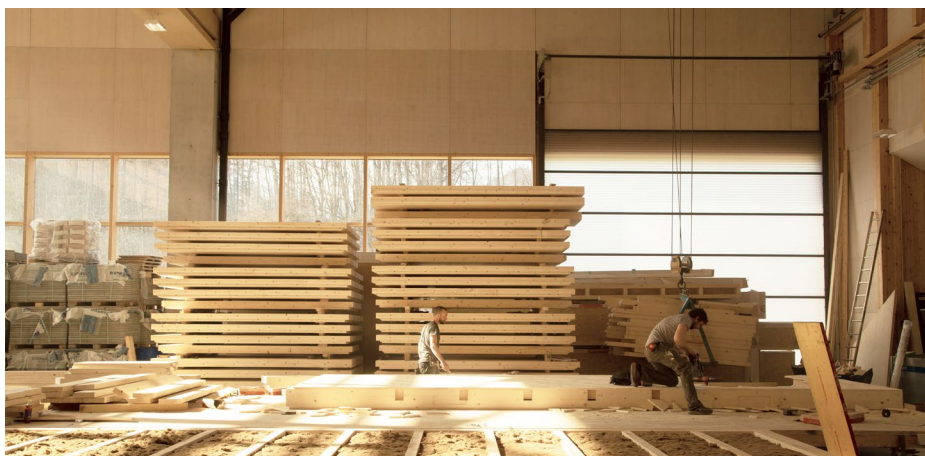
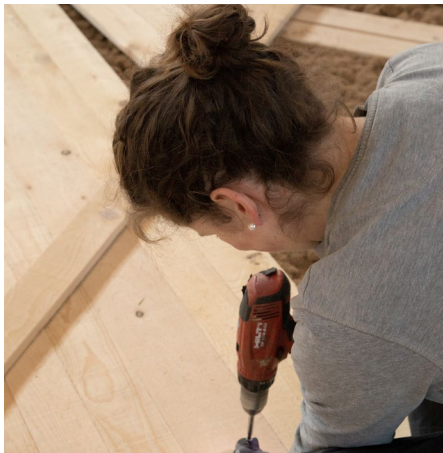
Ein weiteres Ziel ist der Einbezug der Nutzer in das Energiemanagement, indem deren Präferenzen und Gewohnheiten erfasst werden, um dann ihr Verhalten über Information und Anreize in Richtung einer verbesserten energetischen Gebäudeperformance zu beeinflussen. Dabei sollen Adaptationsgrenzen hinsichtlich leichtem temporären Diskomfort ausgelotet werden sowie der Einfluss von Art und Inhalt von Informationen auf das Energieeinsparverhalten. Gleichzeitig soll die Nutzerzufriedenheit zu den eingesetzten Materialien erforscht werden: Gibt es (psychologische) Hemmnisse bei wiederverwendeten und wiederverwerteten Materialien und Bauteilen? Ist man sich dessen bewusst?

Die Untersuchungen zu Energiemanagement und Nutzerverhalten am RoofKIT sollen dabei in Anbindung an das Energy Lab 2.0 des KIT erfolgen, um das Gebäude mit unterschiedlichen realen dynamischen Stromprofilen beaufschlagen zu können. Außerdem wird das solare Heizungssystem um eine Geothermieanlage erweitert.



Abb. 275: Detailansicht Fassade – Foto: Zoöey Braun

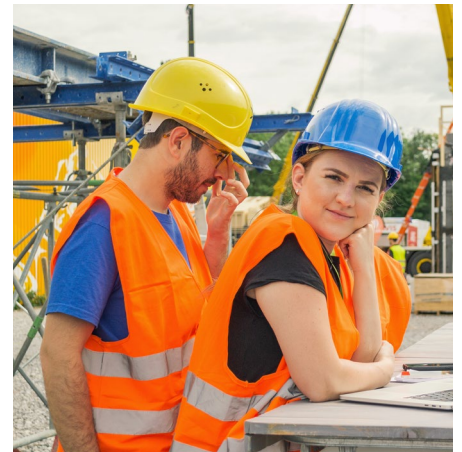
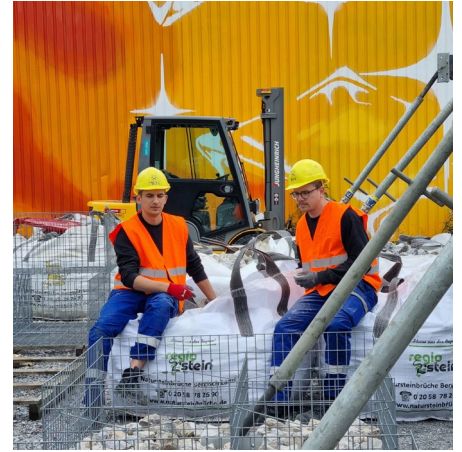
















Hochschule Biberach

**X4S**

Biberach



# Renovierung & Erweiterung

Café Ada

Wuppertal



## Team X4S – Extention for Sustainability

### Motivation

Mit seinem Beitrag zum Solar Decathlon 21»22 verfolgt das Team X4S der Hochschule Biberach das Ziel, eine Lösung für den Klimawandel in urbanen Bereichen aufzuzeigen. Wir möchten mehr Nachhaltigkeit erreichen und dabei gleichzeitig soziale und wirtschaftliche Anforderungen erfüllen. Dazu ist es notwendig, unsere Sichtweise auf die Städte zu überdenken und die vorhandenen Strukturen zu verändern.

Die Aufstockung des Cafés Ada stellt ein Beispiel für einen übertragbaren Lösungsansatz dar. Städtische Nachverdichtung löst urbane Probleme wie übermäßigen Flächenverbrauch, erhöhtes Verkehrsaufkommen durch die Ausbreitung der Städte und soziale Isolation.

Die Grundprinzipien des Teams X4S – Kurzform für Extention for Sustainability – basieren in Anlehnung an den Teamnamen auf der Nachhaltigkeit. Mit naturverträglichen Technologien und dem Einsatz von ressourcenschonenden Bauweisen setzen wir unsere Leitgedanken in unserem Projekt um. Mit Hilfe der Definition von Nachhaltigkeit haben wir unser gesamtes Konzept auf Suffizienz, Effizienz, Konsistenz und Resilienz aufgebaut.

Suffizienz bedeutet für uns, Ressourcen zu schonen. Das heißt Konstruktionen und Technik zu vereinfachen, eine kompakte Gebäudehülle auszubilden und erneuerbare Rohstoffe zu verwenden. Auch eine Reduzierung des privaten Wohnraums und der versiegelten Flächen ist notwendig, ebenso wie die gemeinsame Nutzung von Räumen.

Im Sinne der Effizienz wird bei der Planung auf den optimalen Einsatz von Materialien und Technik geachtet. Vorgespanntes Dübelholz erhöht die Tragfähigkeit der Konstruktion, Mehrfachnutzung von Bauteilen minimiert den Aufwand und Passivhausqualität senkt die Energieverluste, ermöglicht einen hocheffizienten Betrieb und reduziert den Aufwand für die Haustechnik. Sowohl die Fassaden- als auch die Dachfläche werden zur Erzeugung von Solarenergie genutzt. Solarer Strom und solare Wärme decken den Energiebedarf des Gebäudes.

Resilienz bedeutet für uns naturverträgliches Bauen – daher der Verzicht auf Klebstoffe, z. B. bei Plattenwerkstoffen sowie Sicherstellung von Trennbarkeit und Wiederverwendbarkeit der Bauteile. Ein robustes Gebäude schafft zudem auch bei Klimaerwärmung ein behagliches Innenraumklima, ermöglicht einfache und selbstregelnde Heiz- und Lüftungstechnik sowie passive Kühlung. Die Eingriffe in die Natur werden auf ein Minimum reduziert.

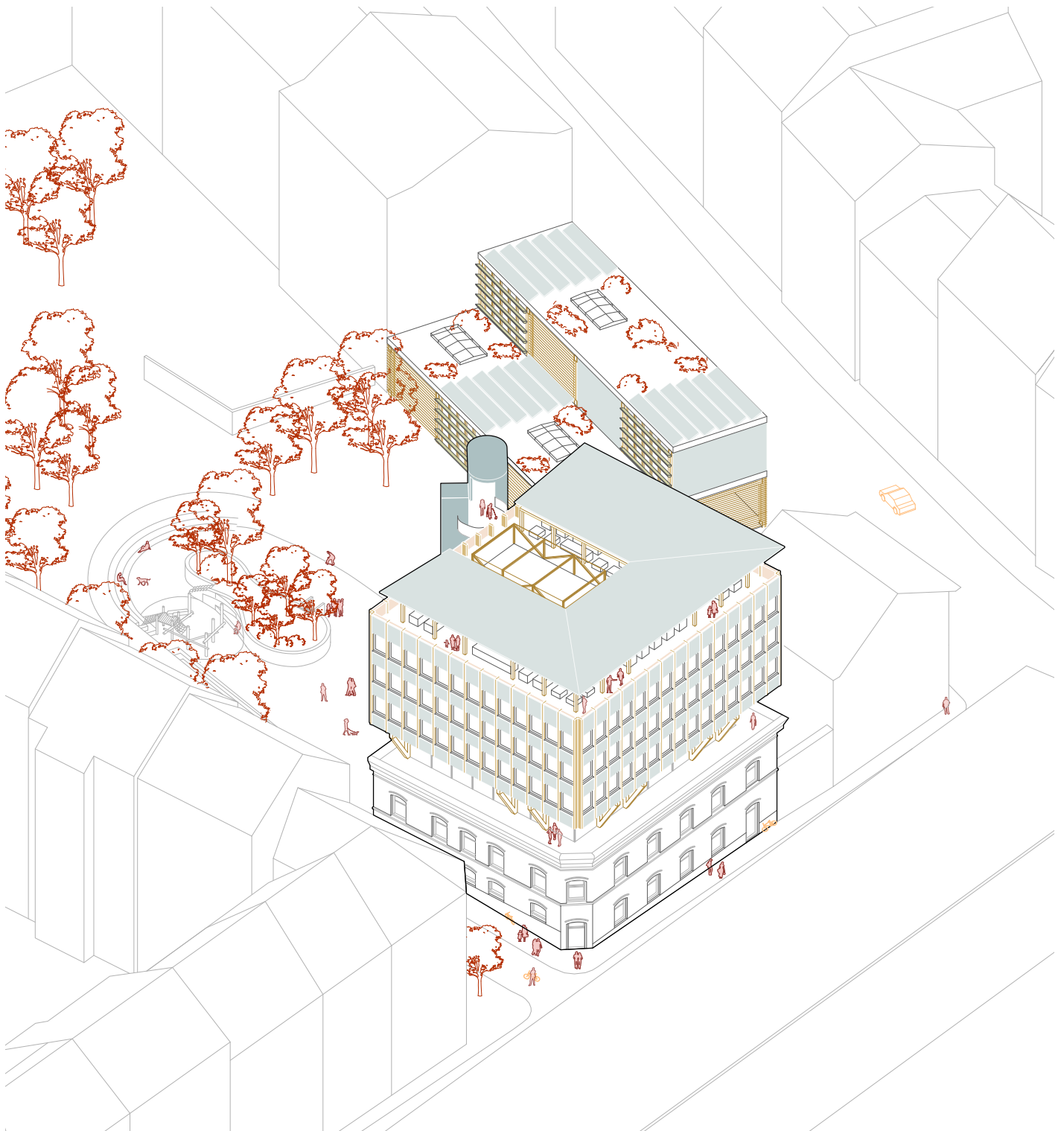
### Team

Unser interdisziplinäres Projektteam besteht aus Energie- und Bauingenieur:innen, Projektmanager:innen und Architekt:innen. Verschiedene Hochschul-Institute tragen mit fundiertem Fachwissen, innovativen Ansätzen und praktischer Erfahrung zum Projekt bei. Das Projekt SDE21 durchdringt die gesamte Hochschule und kombiniert fachspezifische Kompetenzen, um innovative Lösungen für nachhaltige Gebäude im städtischen Kontext zu schaffen. Unterstützt wird das Team von Partnern aus der Praxis sowie meist regionalen Sponsoren.





**HBC.**  
HOCHSCHULE  
BIBERACH  
UNIVERSITY  
OF APPLIED SCIENCES





# Design Challenge

## Urbane Situation

Unser Ziel ist es, das Bauen und Leben in Städten nachhaltig zu gestalten, um den aktuellen sozialen und wirtschaftlichen Anforderungen gerecht zu werden. Die Grundlage unseres Entwurfs bildet das Café Ada, ein zweigeschossiges Bestandsgebäude aus der Gründerzeit im Wuppertaler Quartier Mirke.

Durch die vertikale Erweiterung des ehemaligen Fabrikgebäudes um vier Etagen schaffen wir neuen Wohnraum ohne zusätzlichen Flächenverbrauch und minimieren gleichzeitig die Umweltauswirkungen. Nachverdichtung, neue Mobilitätskonzepte, soziales Zusammenleben, ein minimaler Carbon Footprint und ein langer Lebenszyklus sind nur einige der Punkte, die wir in unserem Konzept umgesetzt haben.

Mit unserem Entwurf schaffen wir ein neues Zentrum, das nicht nur Wohnen ermöglicht, sondern auch kulturelle und soziale Qualität für das ganze Quartier bietet: gemeinsame Außenräume wie Urban Gardening, ein Spielplatz für Kinder und Sitzgelegenheiten im Freien in Form von Treppen und einer Terrasse für das Café Ada werden angeboten. Mit Grünflächen und einem Mikrowald wird eine angenehme Atmosphäre für alle Bewohner:innen und Nachbar:innen geschaffen und das soziale Miteinander gestärkt. Die Grünflächen erzeugen zudem eine größere Biodiversität und verbessern das Mikroklima in der Stadt.



Abb. 277: Die Grundlage unseres Entwurfs bildet das Café Ada, ein Bestandsgebäude aus der Gründerzeit im Wuppertaler Quartier Mirke

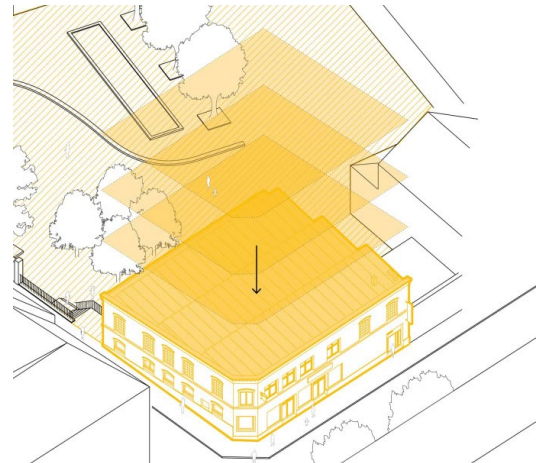


Abb. 276: Urbane Situation Ecke Froweinstraße, Wiesenstraße – Schema der geplanten Erweiterung

– Prof. Andreas Gerber  
Faculty Advisor

„Der Wettbewerb umfasst all unsere Baudisziplinen. Wir wechseln vom Hörsaal in die Praxis, um Konzepte für nachhaltige Gebäude im städtischen Kontext zu entwickeln – eine inspirierende Herausforderung.“

Team:	X4S <a href="http://www.team-x4s.de">www.team-x4s.de</a>
Universität:	Hochschule Biberach
Herkunft:	Biberach an der Riss, Deutschland
Situation:	Sanierung & Aufstockung
Verortung:	Café Ada, Wuppertal
Wohneinheiten:	15
Wohnungen:	1 bis 4 Personen
Wohnungsgrößen:	32, 55, 88, 109 m <sup>2</sup>
Gemeinschaftflächen:	Atrium und Zwischengeschoss
Geschosse DC:	6
Netto Grundfläche DC:	2004 m <sup>2</sup>
Fläche/Person DC:	30 m <sup>2</sup>



## Entwurf

Das Café Ada ist ein sozialer und kultureller Treffpunkt im Quartier Mirke. Um den Charakter des Viertels zu erhalten, wird das bestehende Gebäude mit seinen Backsteinfassaden erkennbar bleiben. Im Zuge der Erweiterung wird das Café auch energetisch saniert und der Innenraum durch bauliche Maßnahmen umgestaltet. Das zusätzliche Holztragwerk, das für die Ablastung der weiteren Geschosse benötigt wird, und die neue Geschossdecke aus Holz werden in den Grundriss integriert und machen die Erweiterung im Bestand erlebbar. Der Eingang des Cafés Ada wird an die Ecke Wiesenstraße/Froweinstraße verlegt. Die Öffnung erfolgt so anstatt zur befahrenen Hauptstraße in Richtung Quartier.

Der Innenhof dient als Hauptzugang für die Aufstockung. Von hier aus führen eine Außentreppe und ein Aufzug zu den Zugangsplattformen der einzelnen Etagen über dem Café Ada. Das erste der vier aufgestockten Geschosse fungiert als Zwischengeschoss. Es ist die Verbindung zwischen der öffentlichen Nutzung der Bestandsgebäude und den darüber liegenden privaten Wohngeschossen. In dieser Ebene werden Nutz- und Nebenräume sowie Gemeinschaftsflächen für die Bewohner:innen angeboten. Das beinhaltet z. B. den gemeinschaftlich genutzten Waschraum oder einen großen Co-Working-Bereich, der von Bewohner:innenn des Gebäudes sowie des Quartiers genutzt wird.

Abb. 278: Lageplan Neugestaltung des Quartiermittlepunkts

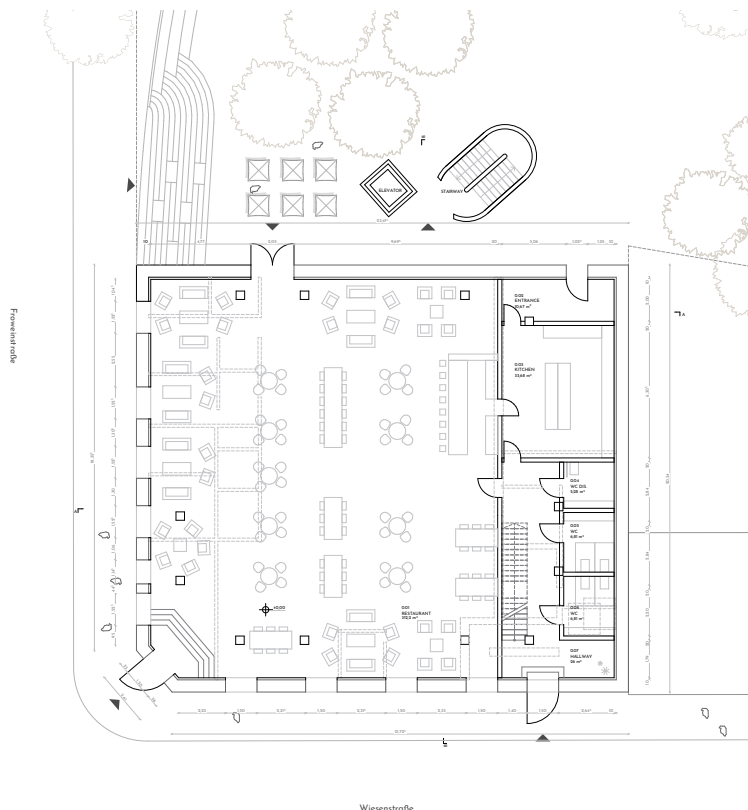


Abb. 279: Grundriss Café Ada

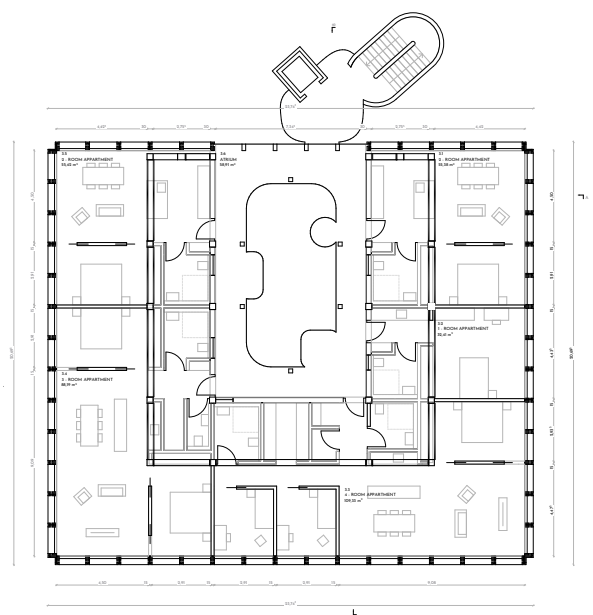


Abb. 280: Regelgeschoss der Aufstockung mit unterschiedlichen Wohnkonfigurationen





Abb. 281: Schnitt durch Wohnungen und Atrium

Abb. 282: Ansicht Süd von Wiesenstraße aus

Ein Atrium auf der Nordseite verbindet die verschiedenen Stockwerke und ermöglicht einen geschützten Zugang zu den Wohnungen. Die Holzkonstruktion der Laubengänge wird somit geschützt, die Verkehrswege werden aufgewertet und mit Tageslicht versorgt. Das Atrium verbessert die Kompaktheit des Gebäudes und dient als thermische Pufferzone. Darüber hinaus öffnet es sich zum Innenhof nach Norden hin mit einer hochwertigen Verglasung, was eine weitere Kommunikation zwischen Innen und Außen als Erweiterung des Wohnraums ermöglicht. Durch die nordseitige Ausrichtung sowie den Sonnenschutz im Dach wird sommerliche Überhitzung vermieden.

Die Dachterrasse, die von einem semitransparenten Solardach überspannt wird, kann von den Bewohner:innen für urbanes Gärtnern und soziale Zusammenkünfte genutzt werden. So haben Familien die Möglichkeit, mitten in der Stadt, auf dem Dach von Wuppertal, das ganze Jahr über einen eigenen Garten zu betreiben.

Die Wohngeschosse beinhalten einen Mix aus Wohnungen von Ein- bis Vierzimmer-Apartments. Somit kann Wohnraum für verschiedenste Lebenssituationen angeboten werden. Die Wohnungsgrößen sind gegenüber dem Durchschnitt von über 45 m<sup>2</sup>/Person auf etwa 30 m<sup>2</sup>/Person reduziert. Funktions- und Technikräume aller Apartments, wie Küche, Bad und Verkehrsflächen, sind nach innen orientiert und bilden die sogenannte „dienende Schicht“. Hier sind auch die tragenden Elemente verortet. Zur Fassade hin öffnet sich jeweils der flexibel nutzbare Wohn- und Schlafraum. Durch die großen, brüstungshohen Fensterflügel werden die Räume mit Tageslicht versorgt und bieten durch den in die Verglasung integrierten Sonnenschutz zugleich genügend Privatsphäre.

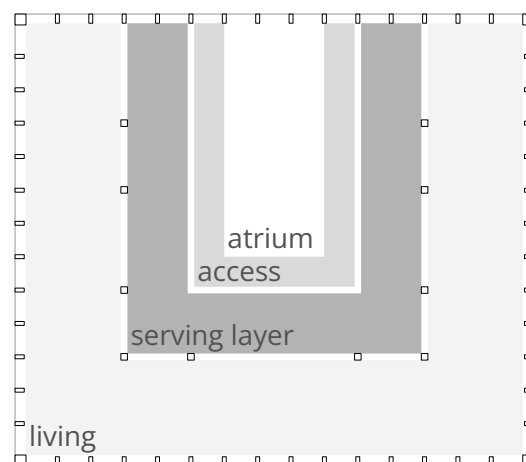


Abb. 283: Entwurfskonzept der Schichten



Abb. 284: Das Quartier Mirke mit dem Café Ada als neues Community-Centrum

## Sozialer Kontext

Städtische Nachverdichtung von Wohnraum birgt oft die Gefahr von Verdrängung und Gentrifizierung. Durch Neu- und Umbau wird mit Schaffung qualitativ hochwertigem Wohnraum das niedrige Mietniveau – wie es im Quartier Mirke in Wuppertal noch herrscht – deutlich angehoben.

Mit dem Ziel, möglichst viel Wohnraum zu schaffen, haben wir uns an der Umgebungsbebauung orientiert und die zulässige und verträgliche Gebäudehöhe voll ausgenutzt. Somit entstanden vier zusätzliche Vollgeschosse inklusive nutzbarem und überdachtem Dachgarten. Die Gebäudekanten aus dem Bestand wurden übernommen und nach oben weitergeführt. Das Bestandsgebäude bleibt trotz Sanierung in seinem Charakter und seiner Nutzung erhalten. Daher wird der Neubau durch ein eingerücktes Zwischengeschoss auch visuell vom Bestand getrennt und verleiht den darüber liegenden Geschossen eine schwebende Erscheinung.

Um dennoch erschwingliche Mieten anbieten zu können, setzt das Konzept auf Gemeinschaftsmodelle. Eigenleistung und finanzielle Beteiligung sowie Nachbarschaftshilfe stellen die Grundsteine dar. Für die Verankerung von nachhaltigen Wohnkonzepten kann das Erbbau-recht eine mögliche Lösung darstellen. Kosten werden zudem durch flexibel gestaltbare Wohnräume sowie reduzierte Privatfläche sowie den effizienten, nahezu verlustfreien Betrieb des Gebäudes gesenkt. Das Gebäude wird als Quartierszentrum gestaltet. Mobilität wird somit reduziert und die Außenfläche als zentraler Treffpunkt etabliert. Diese Maßnahmen tragen dazu bei, die heterogene Struktur der Quartiersbe-wohner:innen zu glätten und eine Gemeinschaft unabhängig von Her-kunft und sozialem Umfeld zu schaffen.



Abb. 285: Außenräumliche Perspektive auf die Aufstockung mit der neuen, einladenden Eingangssituation des Cafés Ada



## Sustainability

Es ist dringend erforderlich, das Potenzial zur dauerhaften Kohlenstoffspeicherung in Gebäuden durch den konstruktiven Einsatz von Holz und Holzwerkstoffen bestmöglich zu nutzen. Aus diesem Grund spielt der Baustoff Holz im Konzept der HBC für die ergänzenden Neubauteile des geplanten Erweiterungsbaus eine wichtige Rolle. Für eine möglichst lange Nutzungsdauer von Materialien ist eine trennbare Konstruktion wichtig. Dazu gehören wieder lösbare Verbindungen sowie der allgemeine Verzicht auf Klebstoffe. So kann eine Wiederverwendung von Materialien nach der Gebäudenutzungsdauer ermöglicht werden. Bei der Auswahl der Materialien ist sowohl Regionalität als auch der geringe Energieeinsatz in der Herstellung von großer Bedeutung. Damit wird ein negativer CO<sub>2</sub>-Fußabdruck erreicht.

Grundsätzlich steht über allem aber der bewusste und ressourcenschonende Einsatz von Materialien sowie ein verträglicher Umgang mit unserer Umwelt. Mit der Außenraumgestaltung, der Schaffung von Grünfläche und biodiverse Bepflanzung wird positiv auf das städtische Klima und die Artenvielfalt eingewirkt. Große Sickerflächen und ein Retensionsdach wirken als Puffer für Starkregenereignisse. Insbesondere im Hinblick auf die ökologische Qualität werden daher die Grundprinzipien des Teams X4S, Suffizienz, Effizienz und Resilienz, detailliert berücksichtigt.

### Suffizienz

Es ist uns wichtig, Ressourcen zu schonen. Das heißt Konstruktionen zu vereinfachen und somit Schichten in Konstruktionen zu reduzieren, eine kompakte Gebäudehülle zu haben und erneuerbare Rohstoffe zu verwenden. Auch eine Reduzierung des privaten Wohnraums und der versiegelten Flächen ist notwendig, ebenso wie die gemeinsame Nutzung von Räumen.

### Effizienz

Bei der Planung wird auf den optimalen Einsatz von Materialien und Technik geachtet. Vorgespanntes Dübelholz erhöht die Tragfähigkeit der Konstruktion, Mehrfachnutzung von Bauteilen minimiert den Aufwand und Passivhausqualität senkt die Energieverluste, ermöglicht einen hocheffizienten Betrieb der und reduziert den Aufwand für die Haustechnik. Sowohl die Fassaden- als auch die Dachfläche werden zur Erzeugung von Solarenergie genutzt und schaffen einen hohen Autarkiegrad des Gebäudes.

### Resilienz

Naturverträglich bedeutet den Verzicht auf Klebstoffe, z. B. bei Plattenwerkstoffen, und Sicherstellung von Trennbarkeit und Wiederverwendbarkeit der Bauteile. Auf Nagelverbindungen und zusätzliche Abdichtungsebenen wird daher verzichtet und Abdichtungen werden lose verlegt anstatt geklebt. Ein robustes Gebäude schafft zudem ein behagliches Innenraumklima auch bei Klimaerwärmung, ermöglicht einfache und selbstregelnde Heiz- und Lüftungstechnik sowie passive Kühlung. Die Eingriffe in die Natur werden auf ein Minimum reduziert. Stattdessen werden begrünte und versickerungsfähige Flächen geschaffen, die zu einem widerstandsfähigen Stadtklima beitragen. Menschen, Flora und Fauna – gemeinsame Räume und ein umweltverträgliches Miteinander sind wichtig. Die Einrichtung eines Spielplatzes, eines Erzeugermarkts, einer Mobilitätsdrehscheibe und eines Mikrowalds ist ein Beispiel dafür.

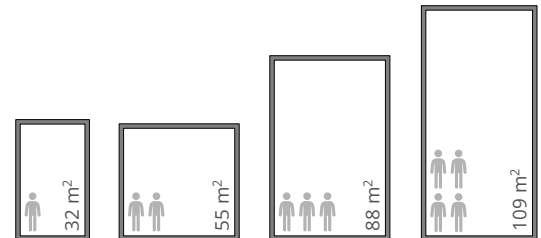


Abb. 286: Verschiedene Wohnungsgrößen für unterschiedliche Anforderungen

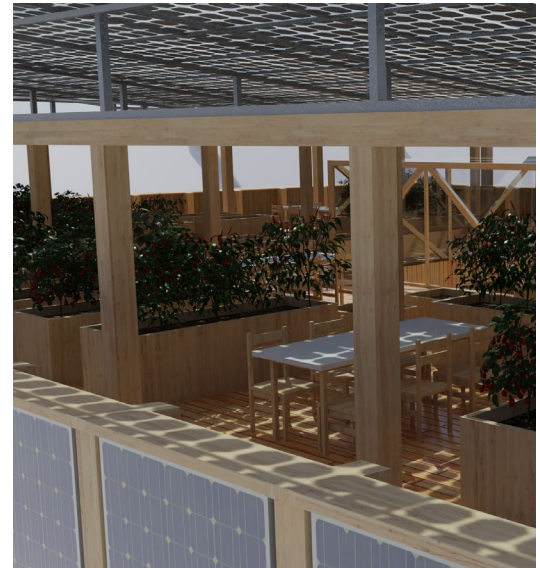


Abb. 287: Rendering der Dachterrasse mit Dachgarten und gemeinschaftlichen Aufenthaltsbereichen

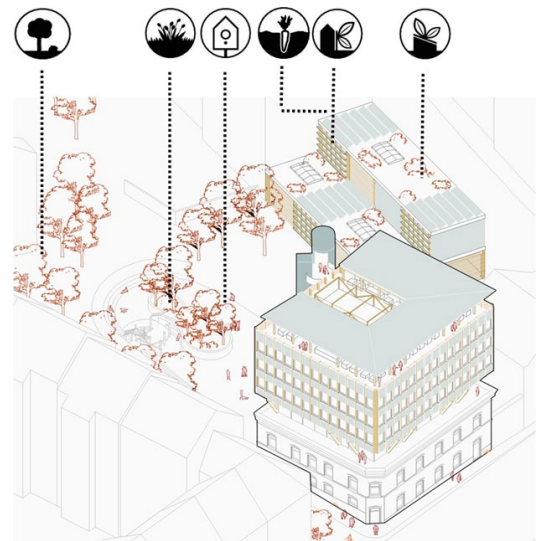


Abb. 288: Stockwerksstruktur mit den funktionalen Schichten

## Energie

Der Energieverbrauch wird durch die hoch wärmegeämmte Gebäudehülle und die Wärmerückgewinnung aus dezentralen Lüftungsanlagen in Passivhausqualität gesenkt. Dadurch kann neben der Einsparung von Heizwärme auch die benötigte Heizleistung reduziert werden. Dies ist die Grundlage für die Vereinfachung der Technik und die Trennbarkeit der Komponenten im Falle des Rückbaus.

Für die Wärme- und Stromversorgung des Gebäudes werden PV-Module in das Dach und PVT-Module in die Fassade integriert. Die PVT-Kollektoren dienen als Wärmequelle für eine modulierende Wärmepumpe. Der Bestand erfährt umfangreiche Sanierungsmaßnahmen an der Gebäudehülle. Neben der Energieeinsparung steht hier die Absenkung der erforderlichen Systemtemperaturen im Vordergrund.

Durch einem auf den Solarertrag optimierten Betrieb der PVT-Kollektoren und der konsequenten Senkung der Systemtemperaturen sowohl bei der Heizung über Flächenheizungen als auch bei der Warmwasserbereitung über Frischwasserstationen kann die Systemeffizienz der Wärmepumpe weiter verbessert werden.

Ein neuer Ansatz zur Nutzung der Beschwerung der Decken als thermischer Speicher mit minimalen Zusatzkosten und ein auf Ebene der Einzelzellen wartbares Batteriesystem entkoppeln die solaren Gewinne vom Bedarf an Wärme- und Elektrizität. Zudem wird ein Open-Source-Smart-Home-System als Monitoring- und Informationssystem für die Nutzer:innen des Gebäudes und zur Überwachung und Automatisierung der Anlage eingesetzt. Für die Stromversorgung wird ein AC-/DC-Hybridsystem zur Verbesserung der Effizienz bei Batteriesystemen entwickelt.

In der HDU wird eine Version dieses Energiekonzepts realisiert, die alle wesentlichen Komponenten in angepasster Größe umfasst.

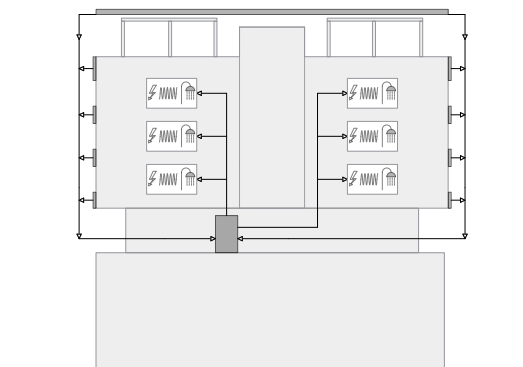


Abb. 289: Schema der Energiegewinnung über das Dach und die Fassaden und der Energieverteilung in die Wohnungen

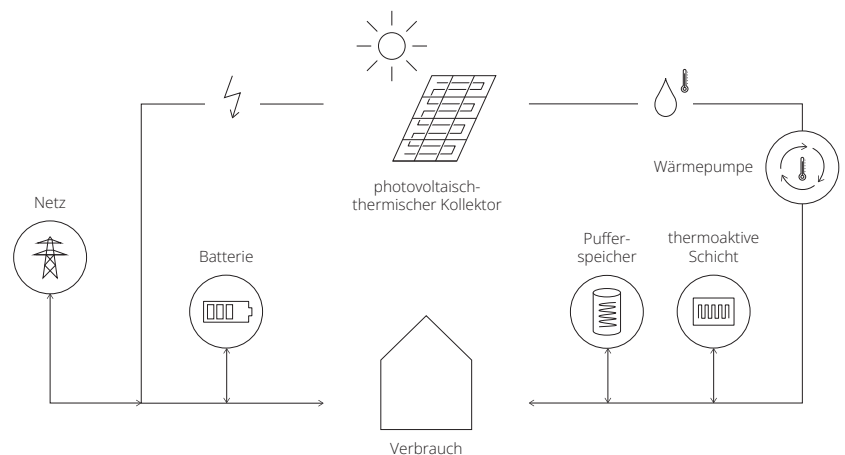


Abb. 290: Versorgungskonzept des Verbrauchers mit Hilfe der Sonnenenergiegewinnung mit dem Ziel des „autarken Gebäudes“ oder auch Null-Energie



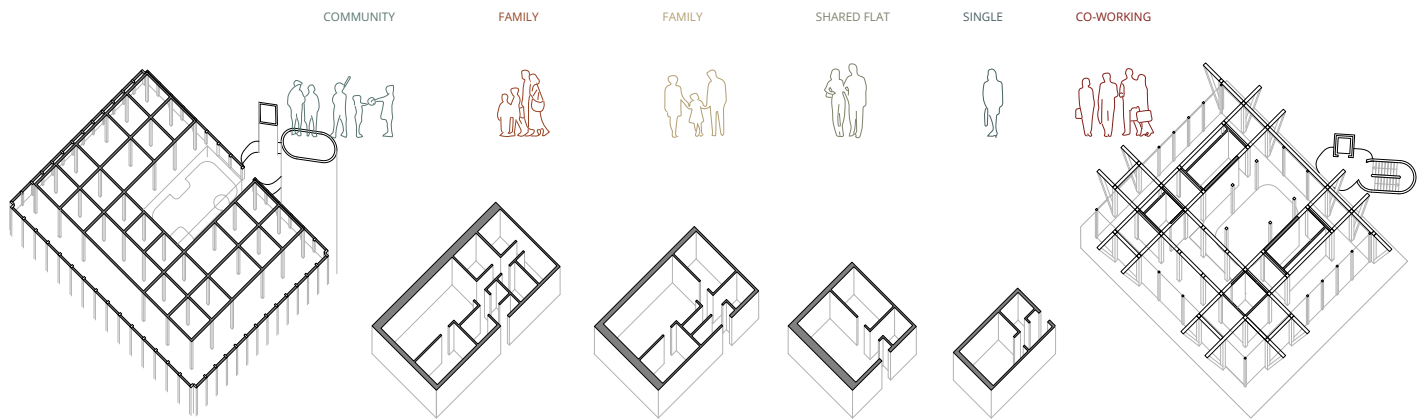


Abb. 291: Das „Building Design“ ist mit Blick auf diverse Bewohnerkonstellationen entwickelt worden

## Wirtschaftlichkeit und Umsetzungsfähigkeit

Es gibt eine Reihe von Möglichkeiten und Schlüsselfaktoren, um kohlenstoffneutrale Gebäude für die Bewohner:innen über mehrere Jahrzehnte hinweg erschwinglich zu machen. Da die Kosten für den Betrieb durch die solare Strom- und Wärmeversorgung minimal sind, liegt der Fokus auf der Senkung der Kosten für die Errichtung. Eine Aufstockung spart im ersten Schritt die Kosten für den Grundstückserwerb. Die wesentlichen Festlegungen für die Kostensenkung finden in der Planungs- und Bauphase statt. Im weiteren Verlauf des Projekts werden die entwickelten Konzepte auf Basis der detaillierten Kostenabschätzung überprüft und optimiert. Die Übertragbarkeit und Skalierbarkeit des Konzepts basiert auf der flexiblen Anwendung von Grundkonzepten.

Eckpfeiler stellen dabei bspw. Genossenschaftsmodelle dar. Sie ermöglichen bezahlbaren Wohnraum, Beteiligung an der Finanzierung sowie dem Bau und kostengünstigen Betrieb durch Übernahme von Aufgaben durch die Genossenschaft selbst. Zusätzlich wird in diesem Konzept Eigenleistung unterstützt durch Fachleute (supervised do-it-yourself) als Maßnahme zur Kostensenkung und Minderung des Fachkräftemangels vorgesehen. Inneneinrichtung kann so bspw. in hoher Qualität und kostengünstig ausgeführt werden. Durch die Eigeninitiative entsteht gleichzeitig Identifikation mit dem Gebäude und dessen Einrichtung und somit auch ein bewusster Umgang sowie Verantwortung für das Selbstgebaute.

Die Grundrisse bieten einen Wohnungsmix für Singles, Paare und Kleinfamilien sowie zusätzliche Räume, die temporär oder dauerhaft auch privat genutzt werden können. Gemeinsame Innen- und Außenräume dienen zur Begegnung und Kommunikation und Büroflächen lassen das Wohnen und Arbeiten räumlich verschmelzen. Das Gebäude bietet einen hohen Wohnkomfort mit dem Ziel der Identifikation der Bewohner mit dem Gebäude und der Umgebung.

Das Gebäude selbst wird mit einem hohen Vorfertigungsgrad vorelementiert. Kurze Bauzeiten und ein hoher Qualitätsstandard können so realisiert werden. Sowohl beim Neubau als auch bei der Sanierung wird Wert auf einen hohen Wärmeschutz gelegt. Durch den reduzierten Energieverbrauch werden auch die Betriebskosten gesenkt. Auf dem Dach und an der Fassade wird Solarenergie erzeugt und selbst genutzt.



Abb. 292: Masterplan zur Veränderung des städtischen Mobilitäts- und Verkehrskonzepts. Mit Hilfe eines städtebaulichen Konzepts, das dem des Cafés Ada gleicht, soll der gesamtstädtische Verkehr nachhaltig und zukunftsorientiert verändert werden

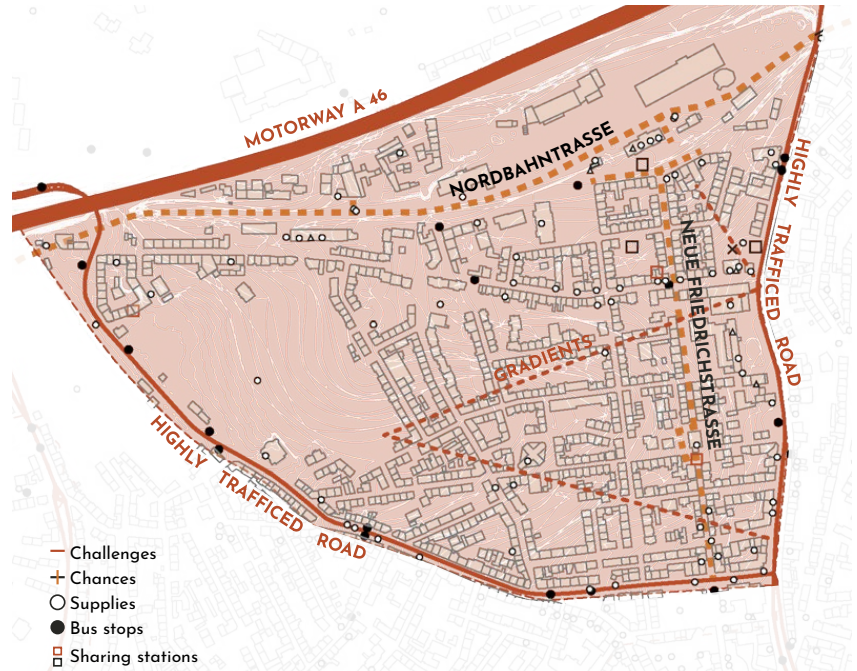


Abb. 293: Die Analyse des Quartiers Mirke offenbart großes Potenzial für eine umweltschonende Veränderung des Mobilitätsnetzes

## Mobilitätskonzept

### Mobility Hub

Das Grundstück wird im Osten durch die Uellendahlerstraße und ein neues Gebäude, den sogenannten Mobility Hub, begrenzt. Dieser Holzskelettbau ist in die bestehende Mobilitätsstruktur integriert und beeinflusst das städtische Verkehrsnetz durch die Verknüpfung unterschiedlicher Verkehrsträger positiv. Private Stellplätze werden minimiert und mit Mobilitätsalternativen neu kombiniert. Der Bau dient zusätzlich als Schallschutz und trennt den Innenhof von der vielbefahrenen Hauptstraße ab.

So dient der Holzskelettbau als Mobilitätsstation für Carsharing und bietet im Erdgeschoss neben Ladestationen für E-Bikes und E-Autos auch eine Selbsthilfwerkstatt und einen Fahrradverleih an. Auf der zweiten Ebene befinden sich Möglichkeiten für Urban Gardening und Flächen, die von den Bewohner:innen individuell gestaltet und genutzt werden können. Das Dach spiegelt dieses Prinzip der Vielfalt wider und ist in Teilen begrünt, in Teilen mit Sonnenkollektoren ausgestattet.

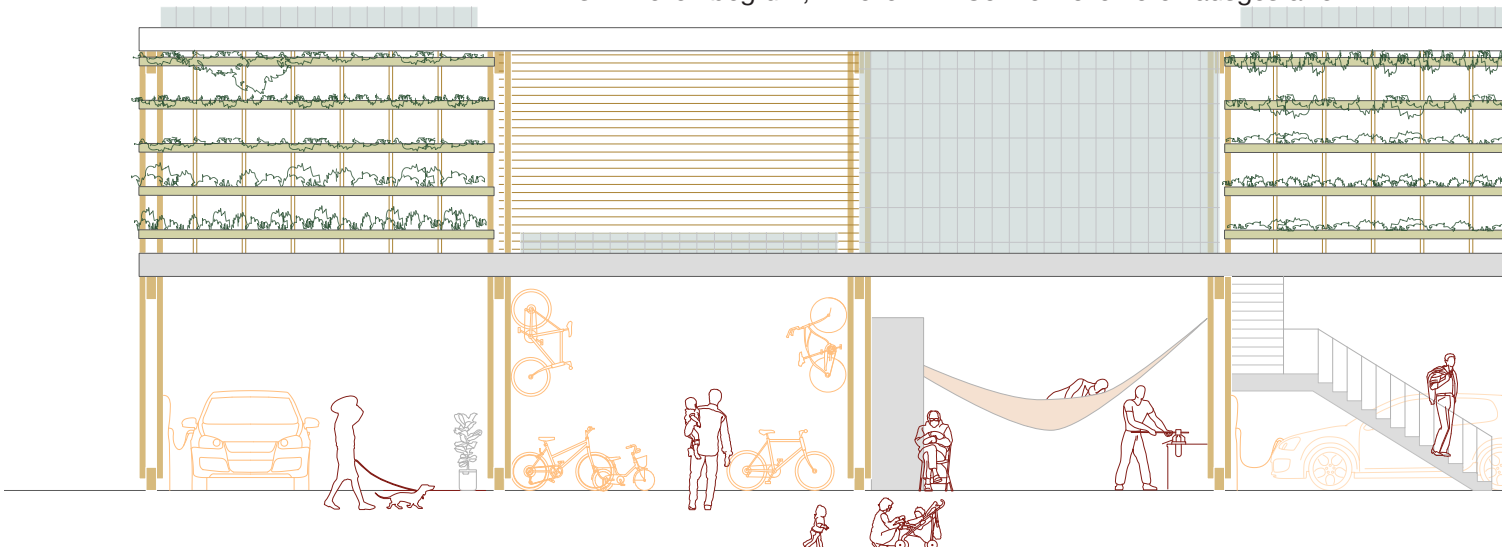


Abb. 294: Mobility Hub auf der Competition Area des Cafés Ada mit Mobilitätsangeboten für eine nachhaltige Zukunft. Es soll der Gemeinschaft und dem Quartier Mirke eine Mobilitätsinfrastruktur geben, die dennoch individuell auf die Bedürfnisse der Bewohner:innen reagiert.









Abb. 296: Südost Eck der House Demonstration Unit



## Building Challenge

### Transformation von DC zu HDU

Die House Demonstration Unit repräsentiert unsere geplante Aufstockung des Cafés Ada aus der Design Challenge und wird exemplarisch als Zweizimmerwohnung aus dem obersten Stockwerk herausgenommen. Zusätzlich wird an der HDU ein Ausschnitt der Eingangssituation, des Atriums sowie des Dachgartens gezeigt. Eine barrierefreie Rampe führt als Zugang auf eine Plattform, welche die HDU im Norden und Westen einrahmt und Zugang zum Gebäude, dem Technikraum und dem Dachgarten bietet.

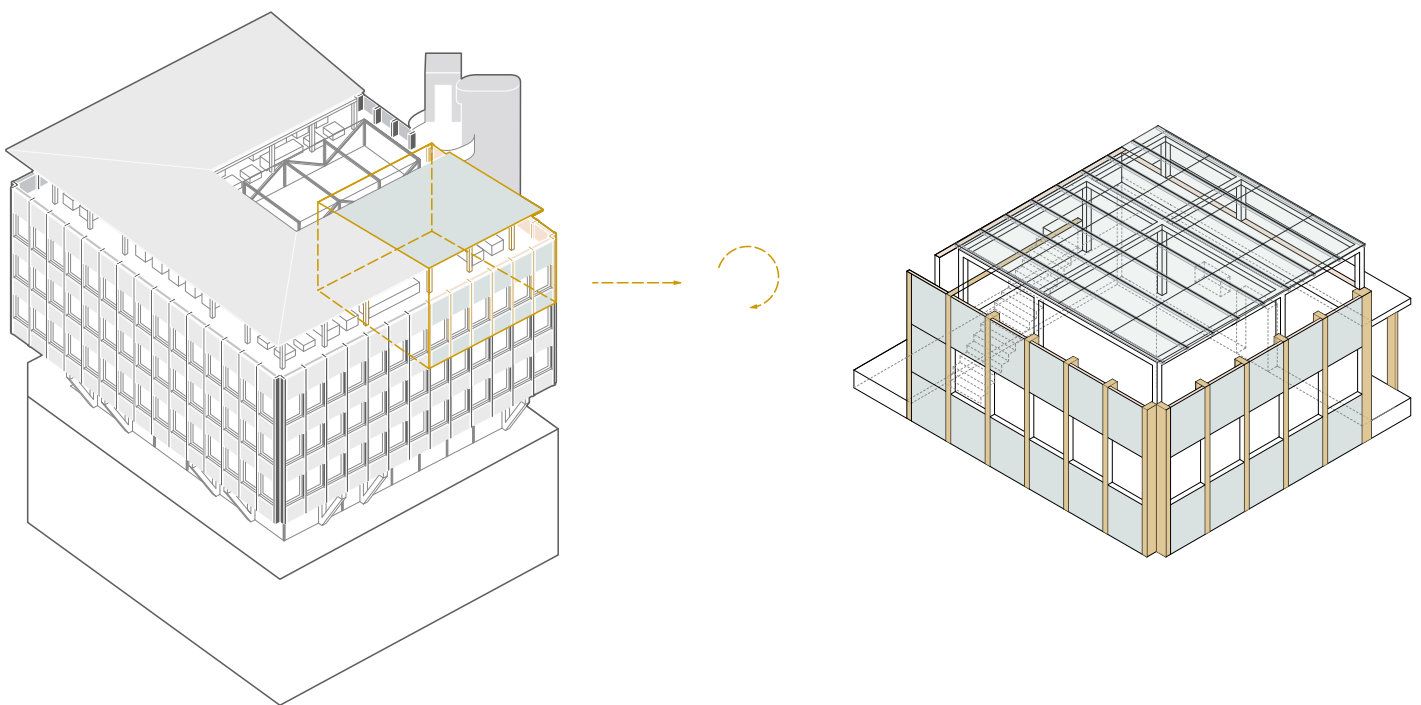


Abb. 297: Ausschnitt der House Demonstration Unit aus der Design Challenge

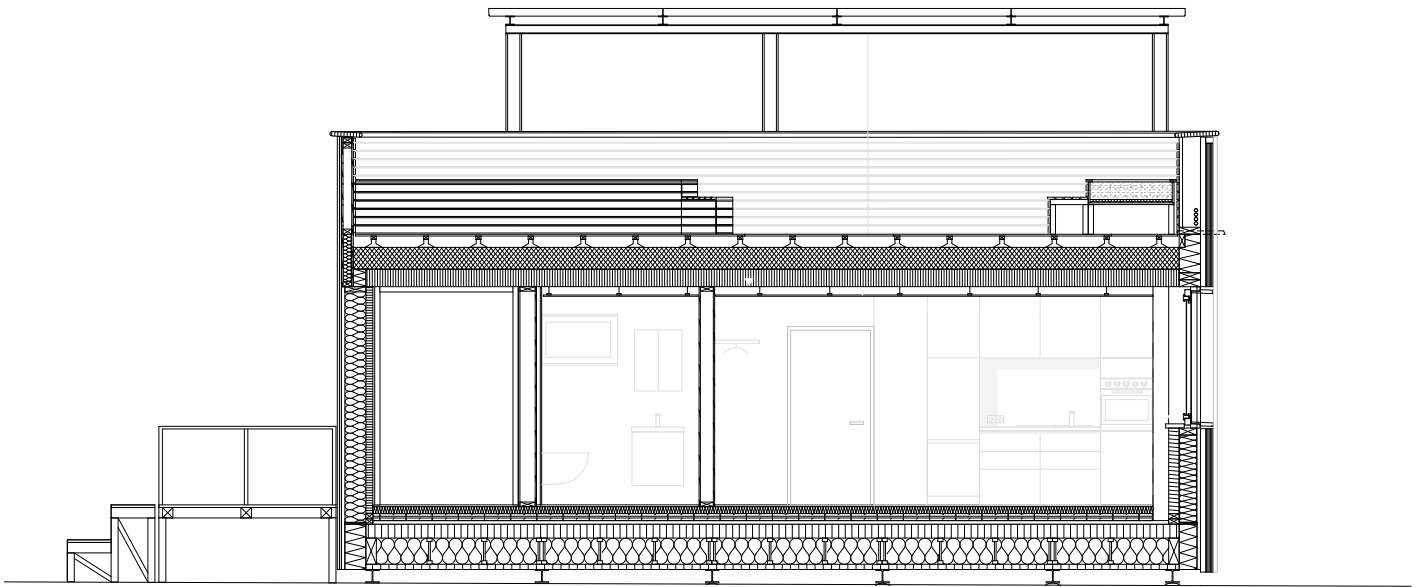


Abb. 298: Schnitt durch HDU mit Blick Richtung Eingangssituation. Innenansicht von Küche, Badezimmer und Dachgarten

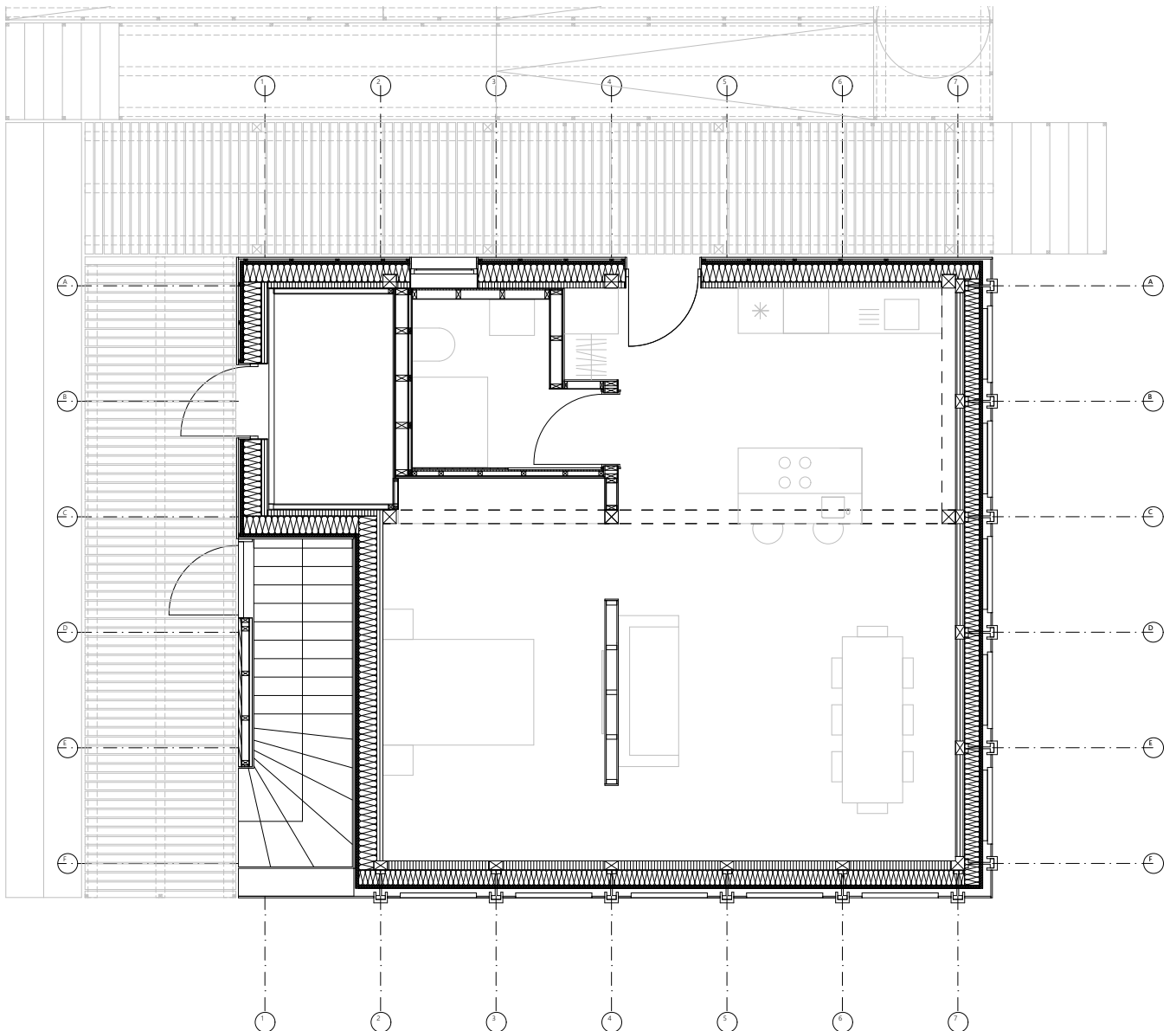


Abb. 299: Grundriss HDU – Geometrische Differenzierung zwischen „dienender Schicht“ und Wohn- und Lebensraum



## Architektur

Mit einer Wohnfläche von ca. 60 m<sup>2</sup> ist der private Wohnraum auf 30 m<sup>2</sup> pro Person reduziert. Die offene Gestaltung des Grundrisses der HDU ist durch zwei Bereiche bestimmt, die fließend ineinander übergehen – die dienende Funktionsschicht und der Wohnraum. Dienende Räume, wie Küche, Technik und Bad, sind im Norden angeordnet.

Durch ein kompaktes Bad-/Technikmodul wird die Installation gebündelt und platzsparend ausgeführt. Der Eingangsbereich und das Bad sind funktional, platzsparend und dennoch barrierefrei ausgeführt. Die Küche schließt an den Eingang an und öffnet sich mit einer Kochinsel zum Wohnraum hin. Diese Anordnung ermöglicht maximale Freiheit in der Raumnutzung und Kommunikation mit dem Wohnbereich.

Der fließende Übergang der beiden Bereiche folgt dem Entwurfsprinzip „guiding through light“ – Führung durch Licht – was die Anordnung der dienenden Schicht im Norden erklärt. Nach Osten und Süden öffnet sich ein durchgehendes Fensterband, wodurch der Wohnraum lichtdurchflutet ist und den privaten Wohnraum visuell vergrößert. Die Trennwand zwischen Wohn- und Schlafraum ist kein tragendes Element und kann frei gestaltet werden.

Der Zugang zum Technikraum und zum Dachgarten erfolgt über die Plattform auf der Westseite des Gebäudes. Da diese Teile im Entwurf an anderer Stelle verortet sind, werden diese an der HDU in schwarz dargestellt.

Um das Defizit an privatem Wohnraum auszugleichen, stellen der Dachgarten sowie die Plattform Gemeinschaftsflächen dar. Sie dienen nicht nur dem privaten Aufenthalt, sondern sollen auch das soziale Miteinander aufwerten. Der bewusste Verzicht auf den privaten Balkon und stattdessen gemeinschaftlicher Lebensraum soll die Anonymität eines durchschnittlichen Mehrfamilienhauses aufheben.

Gleichzeitig ermöglicht uns das licht- und wasserdurchlässige Pergoladach eine hochwertige Nutzung des Dachraums mit Terrassen- und begrünten Flächen sowie Urban Gardening. Weiterhin dient uns das Pergoladach zur Energiegewinnung. So wird die versiegelte Fläche in zweifacher Weise kompensiert.

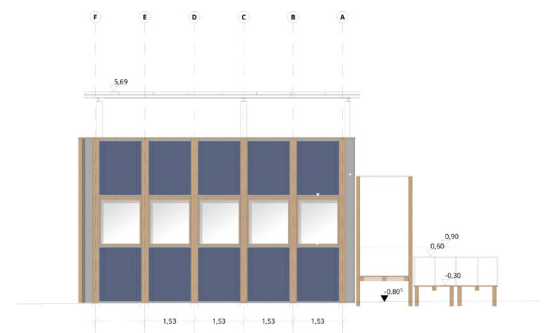


Abb. 300: Ostansicht HDU: Blick auf PVT-Fassade

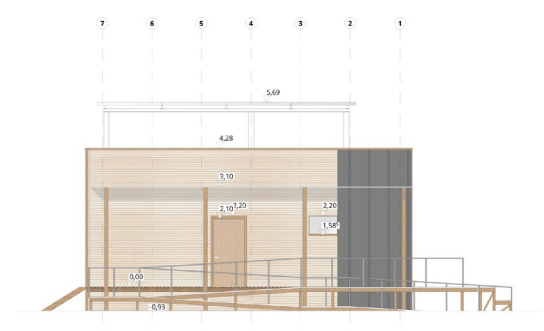


Abb. 301: Nordansicht HDU: Blick auf Eingangssituation und barrierefreie Rampe

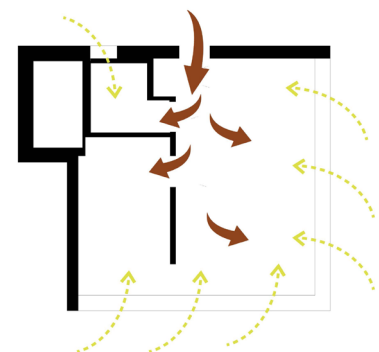


Abb. 302: Entwurfskonzept „guiding through light“



Abb. 303: Darstellung des Esszimmers und der Kücheninsel



Abb. 304: Perspektive ins Schlafzimmer mit Blick auf das Bett aus alten Holzbalken

## Innenraum

Die Innenraumgestaltung spielt eine wichtige Rolle bei der Erreichung der Klimaneutralität des Gebäudes. Flexibilität und Multifunktionalität sollten sich in ihr widerspiegeln. Aus diesem Grund müssen die verwendeten Materialien unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit ausgewählt werden. Die unbehandelte Holzoberfläche der Wände ist feuchtigkeitsausgleichend und trägt zu einem gesunden Wohnklima und einer gemütlichen Atmosphäre bei.

Die Wiederverwendung und das Recycling von Bauteilen oder Möbeln sind arbeitsintensive Prozesse. Ein neuer Ansatz ist das „unterstützte Do-it-yourself (DIY)“, bei dem Fachleute Eigentümer oder künftige Mieter bei der Ausführung anspruchsvoller handwerklicher Arbeiten unterstützen. So kann Inneneinrichtung kostengünstig hergestellt und individuell angepasst werden. Wir verwenden daher Möbel aus zweiter Hand, unter anderem die Küche, das Sofa, die Stühle und unser Geschirr. Die Möbelstücke wurden durch einfaches Abschleifen, neuen Farbanstrich oder durch den Austausch defekter Teile aufgewertet.

Der Esstisch, die Arbeitsflächen, das Bett und sämtliche Leuchten sind selbst gebaut. Mit der Verwendung von unbehandelten, meist wiederverwendeten Materialien wird das nachhaltige Wohnkonzept abgerundet. Als Teil unseres Innenraumkonzepts gestalten die Möbel so ein wohnliches Ambiente.



## Konstruktion

### Material und Ökologie

Für den Bau werden hauptsächlich erneuerbare Materialien oder Materialien, die fast vollständig recycelt werden können, verwendet. Dabei spielen regionale Verfügbarkeit und kurze Transportwege eine wichtige Rolle. Zunächst werden für jedes Bauteil der Grad der Kreislaufwirtschaft und der CO<sub>2</sub>-Fußabdruck ermittelt. Dadurch wird das Gebäude zu einer langfristigen städtischen Mine für die Zukunft und trägt den endlichen natürlichen Ressourcen der Erde Rechnung.

Durch die Verwendung von Holz als Konstruktions- und Dämmmaterial schaffen wir mit unserem Gebäude einen enormen CO<sub>2</sub>-Speicher. Besonders die Verwendung von vorgespannten Dübelholzkonstruktionen trägt ihren Teil dazu bei. Es werden keine Plattenwerkstoffe zur Aussteifung benötigt. Gleichzeitig ist das die luftdichte Ebene und macht zusätzliche Folien überflüssig. Auf der Rauminnenseite bleibt das Holz sichtbar und unbehandelt. Anstatt Plattendämmstoffe wird lose Einblasdämmung aus Holzfaser verwendet. Diese hat einen geringeren Energieaufwand in der Herstellung und weniger Klebstoffanteil. Die Träger, welche die Gefache der Dämmebene ausbilden, sind aus Vollholz und thermisch getrennt ausgeführt.

Für die Dachkonstruktion gelten hohe bauphysikalische sowie statische Anforderungen. Deshalb und um Ressourcen zu schonen, wurde auf verleimte CLT-Deckenelemente zurückgegriffen. Querschnitte von Stützen und Trägern können so im Vergleich zu Vollholz um etwa 25 % verringert und Spannweiten erhöht werden. Die Dachdämmung besteht aus Hartschaumplatten mit einem Anteil von etwa 70 % nachwachsenden Rohstoffen. Dabei wird die beidseitige Kaschierung durch natürlichen Muschelkalk erbracht. Bei der Dachabdichtung wird auf Bitumen und Folien verzichtet. Stattdessen kommt eine lose verlegte EPDM-Dachbahn zum Einsatz. Die Bahnen werden untereinander lediglich durch Hitze miteinander verschweißt und am Dachrand mit Hilfe von Randprofilen befestigt. Im Falle eines Rückbaus kann die gesamte Dachbahn getrennt, zusammengerollt und wiederverwendet werden.



Abb. 305: Badezimmer mit herausnehmbarem Boden, Oberflächen ohne mineralische Baustoffe



Abb. 306: Arbeitsintensive Vorfertigung der Wandelemente mit thermisch getrennten Leiterträgern



### Modularität und Vorfertigung

Durch die Verwendung von Holzkonstruktionen ist ein hoher Vorfertigungsgrad möglich. Die Vorfertigung wird wetter- und jahreszeitenunabhängig und damit die Montagezeit vor Ort auf ein Minimum reduziert. So kann ein hoher Qualitätsstandard gesichert werden.

Wir haben unser Gebäude in Module und Elemente aufgeteilt, um die Vorteile der jeweiligen Bauweise nutzen zu können. Die maximalen Abmessungen wurden zum einen durch den Transport bestimmt. Mit dem Ziel, den Transport ohne Sondergenehmigung abzuwickeln, wurde die Höhe auf 3,20 m, die Länge auf 13,60 m und die Breite auf 3 m beschränkt. Aufgrund des hohen Vorfertigungsgrads wurden teilweise die gewaltige Gesamtmasse der Bauteile und die zur Verfügung stehenden kleinen Hebwerkzeuge zum limitierenden Faktor.

Für die Demonstration Unit wurden hochinstallierte Bereiche zu einem Raummodul zusammengefasst, das den Technik- und Badbereich enthält. Haustechnikkomponenten sowie Elektro- und HLS-Verteilung wurden vorab integriert und installiert und mussten vor Ort lediglich angeschlossen werden.



Abb. 307: Vorinstalliertes Raummodul für die Haustechnik

Boden, Decke und Wände wurden elementiert, damit das Transportvolumen der LKWs besser ausgenutzt werden kann. Die drei Bodenelemente konnten bis auf den Bodenbelag komplett vorgefertigt werden. Was den gesamten Fußbodenaufbau, inkl. Schüttung und Heizwärmeverteilung, beinhaltet. Die Fassade wurde horizontal elementiert. Dadurch verringerte sich die Anzahl der Elemente und Verbindungen vor Ort und der gesamte Fenstereinbau erfolgte in der Vorfertigungshalle. Boden- und Wandelemente wurden anschließend durch Stahlspannstäbe fixiert und miteinander verbunden. Die Decke wurde in vier Elemente aufgeteilt. Dämmung und Abdichtung wurden vor Ort lose und rückbaubar verlegt.



Abb. 308: Beladener LKW mit vorgefertigten Bodenelementen und Montagezubehör



## Bauteilaufbauten

### Deckenaufbau

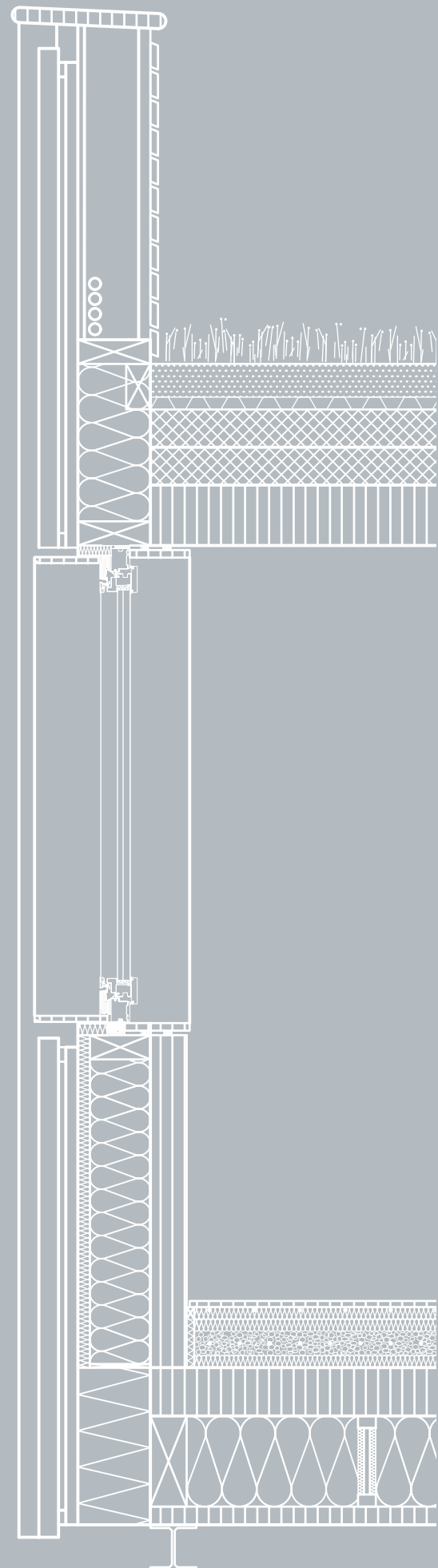
- 11 cm extensive Dachbegrünung
- 4 cm Drainage  
Schutzvlies
- 15 cm EPDM-Dachabdichtung
- 12,5 cm Hartschaumdämmplatten
- 12,5 cm Hartschaumdämmplatten
- 20 cm CLT-Deckenelemente

### Wandaufbau

- 12 cm vorgespannte Dübelholzkonstruktion
- 20 cm Holzfaser-Einblasdämmung zwischen thermisch getrennten Leiterträgern
- 4 cm Weichfaser Dämmplatten  
Unterspannbahn
- 2,4 x 4,8 cm Unterkonstruktion
- 4 cm Hinterlüftung
- 6,5 cm PVT-Kollektoren

### Bodenaufbau

- 2,6 cm Fichtendielen
- 4 cm Weichfaserdämmplatten mit eingelegter Fußbodenheizung
- 4 cm Weichfaserdämmplatten
- 9 cm thermisch aktivierte Splittschüttung
- 4 cm Weichfaserdämmplatte
- 16 cm vorgespannte Dübelholzkonstruktion
- 30 cm Holzfaser-Einblasdämmung zwischen thermisch getrennten Leiterträgern
- 6 cm Unterdeckplatte Weichfaserdämmplatten



## Energiekonzept

## Passiv/Bauphysik/Effizienz

Die im Demonstrator verfügbare Gebäudetechnik und Energieversorgung wurde mit dem Ziel entwickelt, für das Gesamtgebäude, bestehend aus Bestand und Aufstockung, in der Jahresbilanz CO<sub>2</sub>-Neutralität zu erreichen. Die Gebäudetechnik entspricht dem Konzept für die Aufstockung – am Demonstrator lässt sich das Systemverhalten des Gesamtgebäudes untersuchen. Grundsätzlich wird der Gesamtenergieverbrauch durch die hoch wärmedämmte Gebäudehülle und Wärmerückgewinnung aus der Lüftung gesenkt. Diese bauphysikalischen Maßnahmen dienen neben der Einsparung von Heizwärme der Senkung der benötigten Heizleistung und Reduktion der erforderlichen Technik

Die benötigte Wärme wird durch eine leistungsgeregelte Wärmepumpe, die Wärme und Strom aus fassadenintegrierten Solarsystemen bezieht, erzeugt. Das Solarsystem besteht aus PVT-Kollektoren, die vertikal in der Fassade installiert wurden. Bei der Integration in die Architektur wurde großen Wert auf Hinterlüftung sowie die Reduktion von Durchdringungen gelegt. Zusätzlich wird die Pergola des Dachgartens mit neu entwickelten, halbseitig beschichteten Röhren zur photovoltaischen Stromerzeugung bedeckt. Durch die gebogene Form ist der PV-Ertrag über den Tag gleichmäßiger und aufgrund des günstigeren Einfallwinkels in der Summe größer.



Abb. 309: Glasröhren mit Dünnschicht-Zellen als semi-transparente Photovoltaik-Module

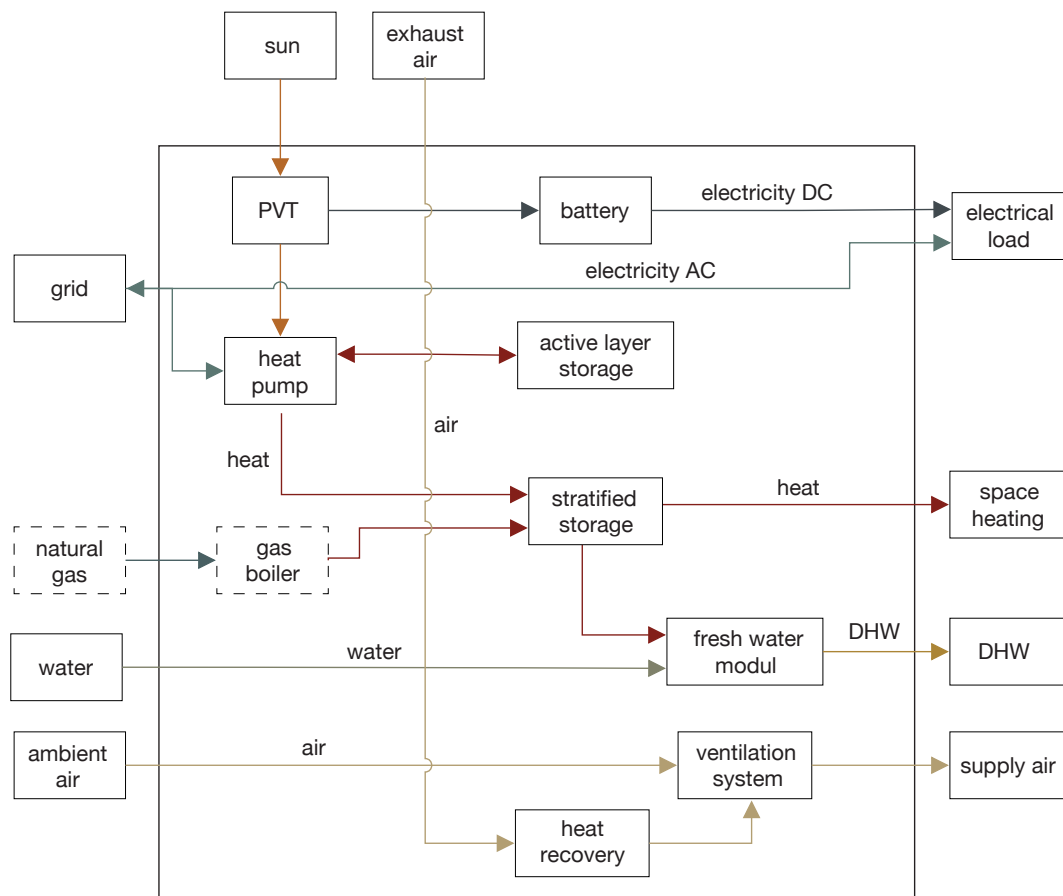


Abb. 310: Energieflussdiagramm mit Erzeugern, Verbrauchern, Speicher und Wärmerückgewinnung. Die bestehende Gasheizung im Bestand wird durch das Solarsystem ersetzt



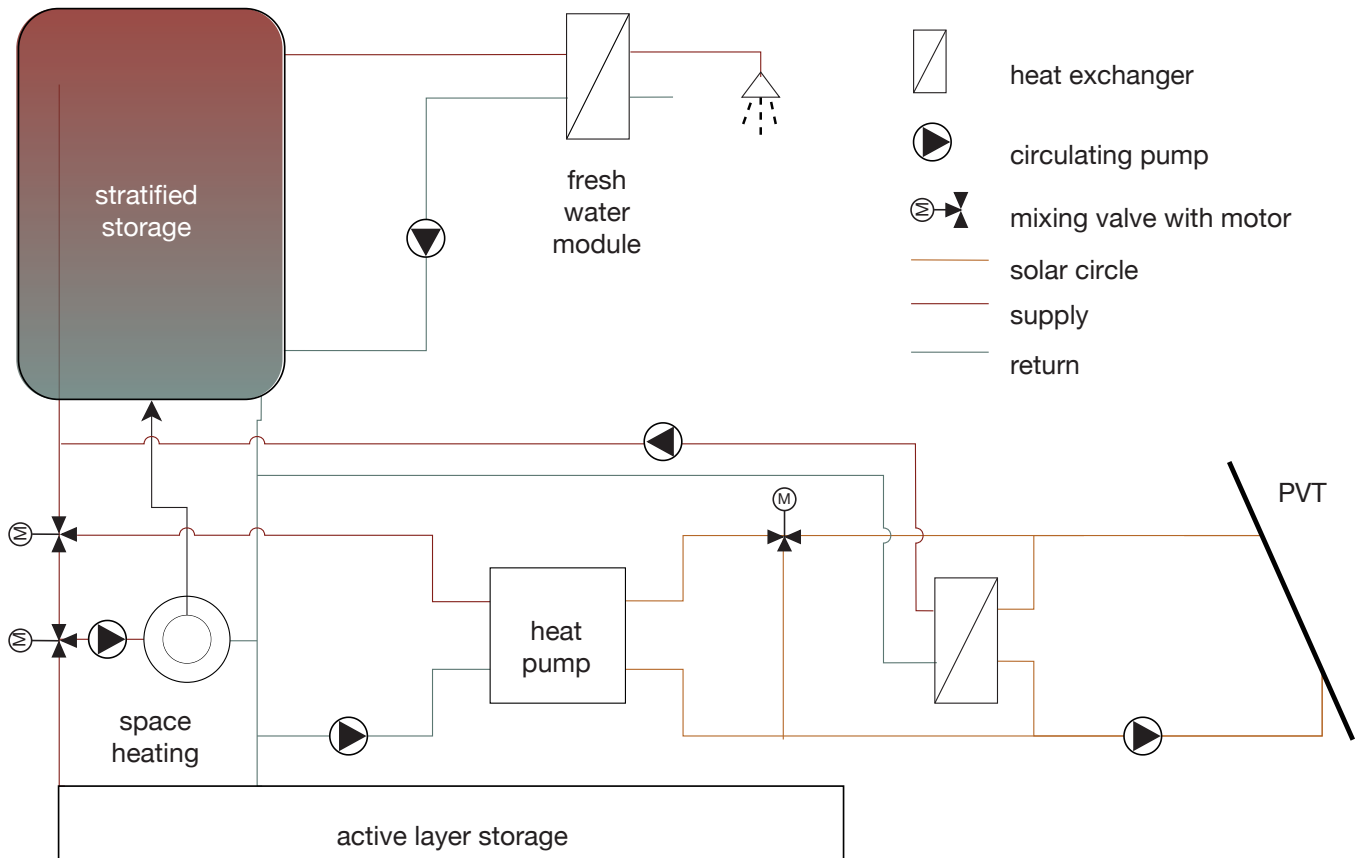


Abb. 311: Hydraulikschema der Wärmeversorgung mit PVT-Kollektoren, Wärmepumpe, Pufferspeicher, Heizkreisen, Frischwasserstation und thermischaktivierter Trittschalldämmung

Die Systemeffizienz der Wärmepumpe wird durch die Nutzung von PVT-Kollektoren und der konsequenten Senkung der Systemtemperaturen erhöht. Für die Raumheizung wurde eine trennbare Flächenheizung im Bodenaufbau eingesetzt. Für die Warmwasserbereitung wurde eine dezentrale Frischwasserstation installiert, die hygienische Trinkwasserbereitung bei niedrigen Systemtemperaturen und ohne zusätzliche Zirkulation gewährleistet. Die Wärmerückgewinnung aus dem Abwasser der Dusche durch eine spezielle Rinne senkt den Energiebedarf weiter ab. Zwei Wärmespeicher helfen, die effiziente Arbeitsweise der Wärmepumpe zu realisieren: Ein Pufferspeicher mit zwei thermischen Zonen speichert Wärme für die Flächenheizung bis 35 °C und für die Warmwasserbereitung bei 50 °C. Als zweiter Speicher dient die Splittschüttung für die Trittschalldämmung. Durch die Doppelnutzung als Trittschalldämmung und als Wärmespeicher sowie den einfachen Aufbau lässt er sich sehr kostengünstig realisieren und skaliert mit der Nutzfläche des Gebäudes. Dieses System aus leistungsgeregelter Wärmepumpe und großer, mitwachsender thermischer Speicherkapazität bildet die Grundlage für den netzdienlichen und am Solarertrag orientierten Betrieb der Wärmepumpe.



Abb. 312: Blick in den vorinstallierten Technikraum

Das elektrische System nutzt als Speicher eine Batterie, die aus handelsüblichen Lithium-Ionen-Zellen des Typs 18650 aufgebaut ist. Das modulare Konzept des Akkus erlaubt die Verwendung von Second-Life-Zellen und den Austausch einzelner Zellen. Vor dem Hintergrund, dass der Wirkungsgrad von verfügbaren Batteriewechselrichtern im dominierenden Teillastbetrieb sehr gering ist, wurde ein AC-DC-Hybridsystem entwickelt. Elektrische Geräte, die mit hoher Leistung Wärme erzeugen, werden über den Batterie-Wechselrichter mit Wechselstrom (AC) versorgt. Geräte mit Lasten bis etwa 100 W werden mit Gleichstrom (DC) direkt aus der Batterie versorgt. Zu diesem Zweck wurde ein in die Wände integriertes Schienensystem zur Gleichstromverteilung als Prototyp realisiert.

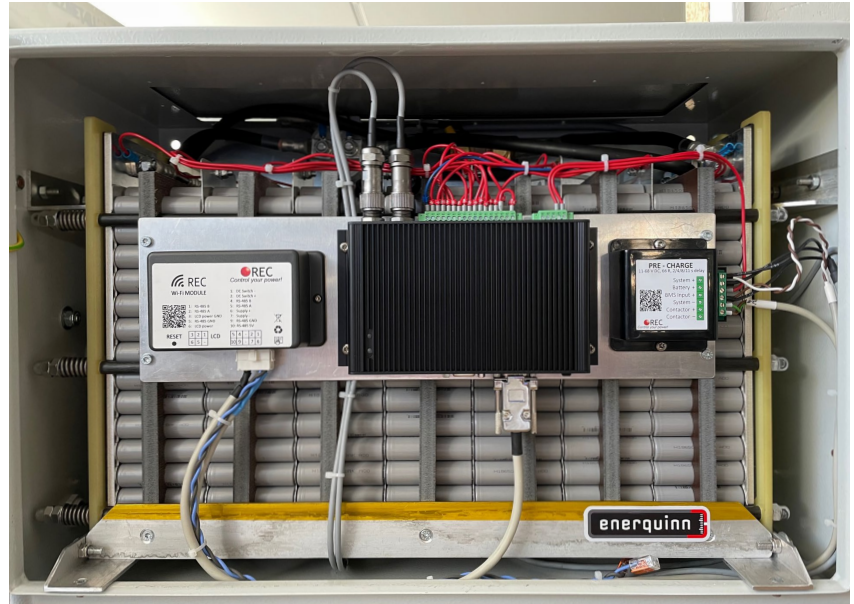


Abb. 313: Batterie mit Managementsystem und Kommunikationseinheit. Aufgebaut aus 980 Einzelzellen. Der Kontakt zwischen den Zellen wird über Schrauben und Spannfedern hergestellt



Abb. 314: Verbundfenster mit integriertem Sonnenschutz. Der Sonnenschutz und der Holzrahmen innen sind gegen Witterungseinflüsse und Wind durch die äußere Scheibe geschützt

Eine grundsätzliche Verringerung der Energieverluste und Absenkung des Heizwärmebedarfs wird durch die Ausbildung einer kompakten und hoch wärmedämmten Gebäudehülle erreicht. Die Größe der Öffnungsflächen wurden mit Hilfe von Simulationen optimiert, um ausreichend solare Gewinne erzielen zu können, ohne den sommerlichen Wärmeschutz zu gefährden. Passivhausfenster mit außenliegendem integrierten Sonnenschutz kommen dafür zum Einsatz. Eine zusätzliche vierte Fensterscheibe schützt dabei die Jalousie, verlängert Wartungsintervalle und vermeidet die Wärmebrücke eines vorgesetzten Jalousiekastens.

In der HDU wurde ein zentrales Lüftungsgerät im Eingangsbereich des Schlafzimmers verbaut, das einen Fördervolumenstrom von 80 bis 320 m<sup>3</sup>/h aufbringen kann. Es besitzt einen integrierten Bypass und einen Enthalpie-Kreuz-Gegenstrom-Wärmetauscher, der einen vereisungsfreien Betrieb bis -10 °C bei einer Rückgewinnung an Lüftungswärme über 90 % ermöglicht. Der Außenluft- und Fortluftvolumenstrom wird durch einen Deckenkanal, der durch Aussparung der Holzdeckenkonstruktion entstanden ist, hergestellt. Wie auch bei der Luftverteilung im Innenraum wird das Prinzip der Mehrfachnutzung von Bauteilen und somit der ressourcenschonende Einsatz an Materialien angewendet: Die Deckenelemente selbst bilden den Kanal zur Luftführung aus. Ein weiteres Ziel ist die Minimierung des Installationsaufwands durch kurze Rohre zur Zu- und Abluft.

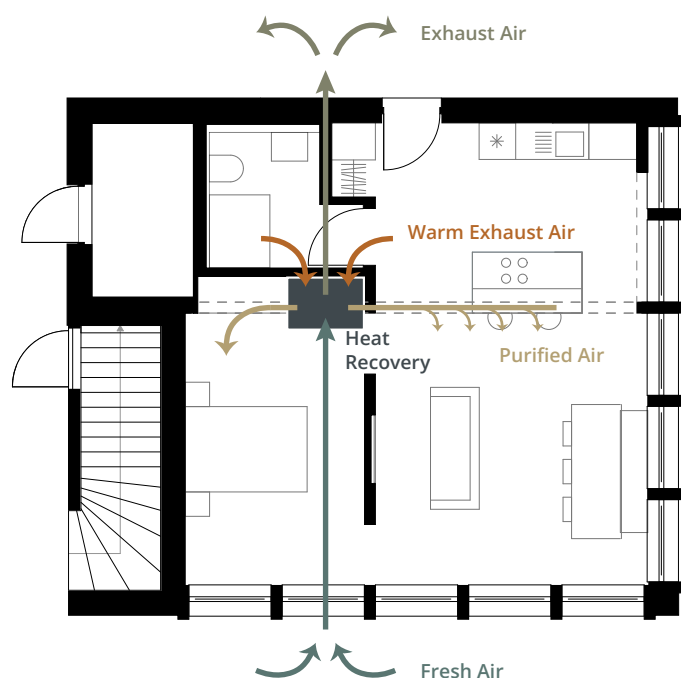


Abb. 315: Das Lüftungssystem mit Wärmerückgewinnung nutzt vorhandene Bauteile für die Luftführung und ist im Hinblick auf Wartbarkeit und kurze Wege entwickelt worden



### Aktiv/Management/Automation

Als Informationssystem für die Nutzer des Gebäudes, zum Monitoring sowie zur übergeordneten Automation des Systems wird ein Open-Source-Smart-Home-System eingesetzt, das herstellerunabhängig die Integration beliebiger Komponenten und die Erweiterung durch eigene maßgeschneiderte Module für fortgeschrittene Regelungsaufgaben ermöglicht. Große Bedeutung wurde der einfachen und vertrauten Bedienung beigemessen: Alle Basisfunktionen sind über Taster erreichbar, zusätzliche Komfortfunktionen bei der Beleuchtung oder beim Sonnenschutz sind über das Smart-Home-System erreichbar. Auch die Regelung der Wärmeversorgung folgt diesem Prinzip. Selbst ohne Smart-Home-System ist die Wärme- und Stromversorgung sichergestellt. Zusatzfunktionen wie der netzdienliche Betrieb, das Speichermanagement und die Leistungsregelung der Wärmepumpe nutzen das Smart-Home-System.



Abb. 316: Die Leuchten über dem Tisch wurden aus recycelten Milchflaschen und gängigen LED-Komponenten als Beispiel für Do-it-yourself hergestellt

### Beleuchtung

Die gesamte Beleuchtung wurde aus recycelten Materialien oder nachwachsenden, unbehandelten Rohstoffen selbst gebaut. Im Deckenbereich des Wohnraums sind Hängeleuchten aus sandgestrahlten Milchflaschen mit LED-Leuchtmitteln angebracht. Für zusätzliche Beleuchtung wurden schlichte Nachttischlampen mit einem Altholz-Sockel gebaut. Mit Hilfe eines Niedervolt-Gleichspannungs-Schienensystems können diese Holzleuchten auch direkt als Wandleuchte genutzt werden. Im Wohnbereich dekoriert eine Stehleuchte aus Altholz und Japanpapier den Raum.

Versorgt werden diese Leuchten aus dem Wand-Cleat-System mit Gleichstrom bei einer Spannung von 48 V. Dadurch kann die Stromführung ohne Isolation in den Schienen geführt werden. Über eine Kabelschaukel können die Leuchten individuell im Raum befestigt werden.

Im Badezimmer erfüllen die Rahmen aus Holz und eingespanntem Japanpapier zwei Funktionen: indirekte Beleuchtung sowie die Ausbildung einer abgehängten Decke. Das Licht der LED-Streifen, die hinter den Papierrahmen an der Decke befestigt wurden, wird vom angehängten Rahmen reflektiert und gibt dem Raum eine weiche Hintergrundbeleuchtung.

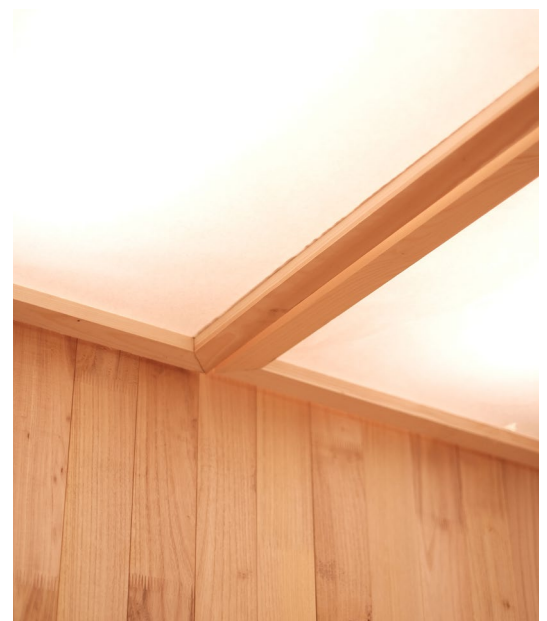
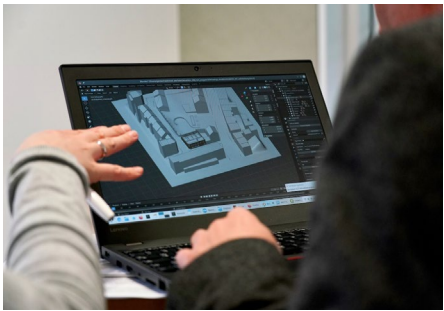
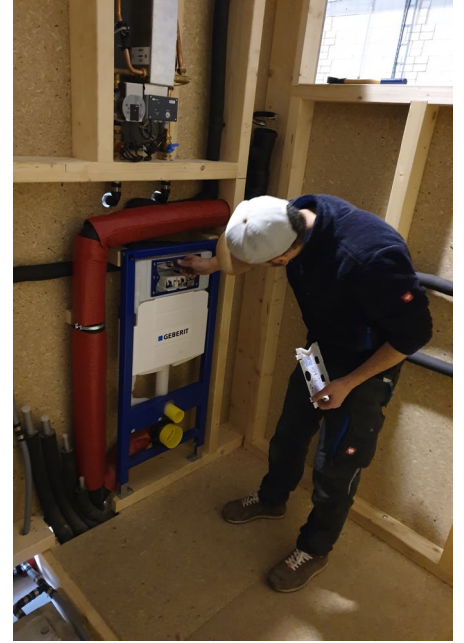


Abb. 317: Badezimmerbeleuchtung mittels abgehängter Paneele, bespannt mit Japanpapier





















# Der Wettb in Wupppe



deewerb  
rtal

## Ergebnisse des Solar Decathlon Europe 21»22

Nach über zweieinhalb Jahren Planungs- und Projektzeit sowie zwei Wochen Wettbewerb in Wuppertal mit sechs Juryrundgängen, vielfältigen funktionalen Aufgaben für die Teams in deren HDUs, drei über ein Monitoringsystem bewerteten Disziplinen sowie diversen Preisverleihungen in den Wettbewerbskategorien standen am Freitag, den 24. Juni 2022, die Platzierungen aller Teams sowie die Sieger des Solar Decathlon Europe 21»22 fest. Das Endergebnis basiert auf Gesamtpunktezahlen, die sich aus der Punktevergabe der Juryurteile (70 %) und aufgrund ermittelter Messergebnisse (30 %) ergaben. Erstmals bei einem Solar Decathlon beinhalteten die Juryurteile in vielen Disziplinen nicht nur die gebauten House Demonstration Units, sondern auch die Gesamtentwürfe und -konzepte der Design Challenge. Nachdem zum Wettbewerbsende die Platzierungen, nicht aber die Punkte der beiden Jurydisziplinen Architektur und Innovation vergeben worden waren und im Lauf der zwei Wettbewerbswochen die Positionen der einzelnen Teams und auch die Rolle des Spitzenreiters mitunter stark gewechselt hatten, wurde bis zuletzt mit Spannung erwartet, welches Team die Gesamtwertung würde gewinnen können. Letztlich erzielte das Team RoofKIT vom Karlsruher Institut für Technologie den ersten Platz. Platz zwei ging an das Team VIRTUe von der Technischen Universität Eindhoven (NL). Den dritten Platz teilten sich – erstmals in der Geschichte des Solar Decathlons – punktgleich zwei Teams: das Team AuRA von der Nationalen Architekturschule von Grenoble (F) und SUM von der Technischen Universität Delft (NL) (Abb. 318).

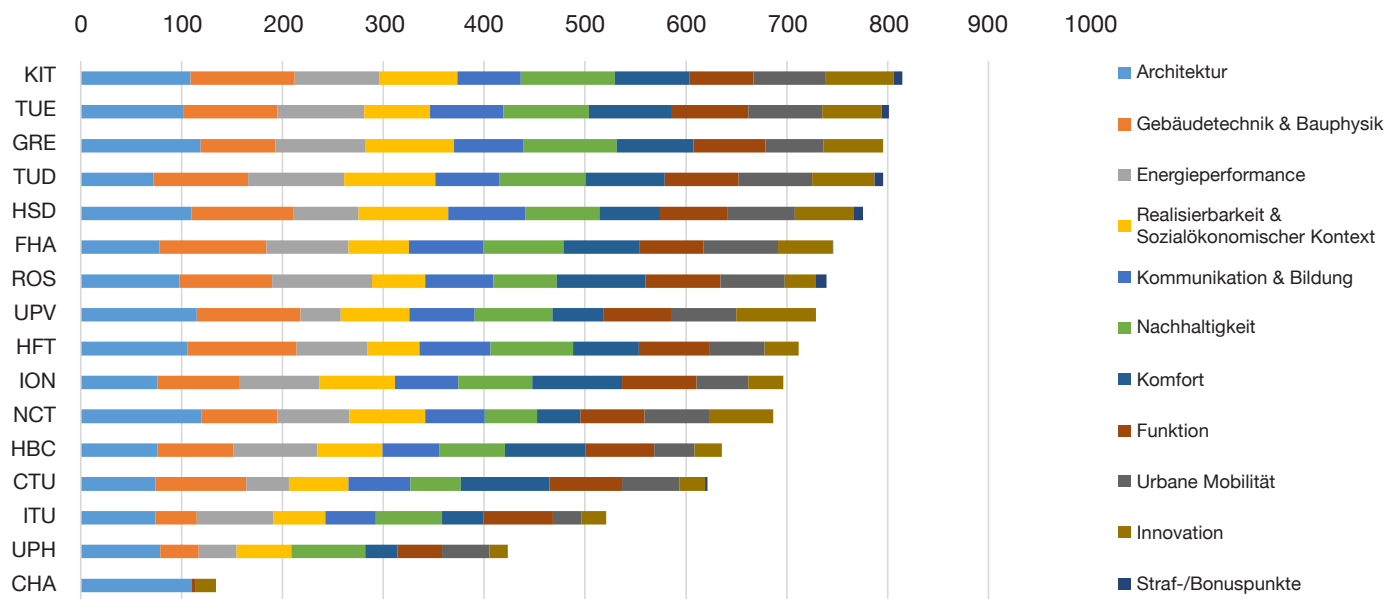


Abb. 318: Punkteverteilung aller Teilnehmer in allen zehn Disziplinen und der Gesamtwertung des Solar Decathlon Europe 21»22 inkl. Straf- und Bonuspunkten in der Reihenfolge der Gesamtplatzierung



Neben dem ersten Platz in der Gesamtwertung des Teams RoofKIT konnten sich mit dem Team MIMO (Hochschule Düsseldorf), dem Team LOCAL+ (FH Aachen) und dem Team levelup (TH Rosenheim) drei weitere deutsche Teams in den Top 6 und damit dem oberen Drittel des Teilnehmerfeldes platzieren (zu Beginn waren 18 internationale Hochschulteams ins Rennen gegangen – die beiden Teams aus Thailand konnten aber die stark gestiegenen Transportkosten nicht stemmen und keine HDU in Wuppertal zeigen). Des Weiteren konnten mit Siegen in den Disziplinen Engineering und Konstruktion (Team coLLab, Hochschule für Technik Stuttgart), Energieeffizienz (Team levelup, Technische Hochschule Rosenheim), Kommunikation, Bildung und Soziales Bewusstsein (Team MIMO, Hochschule Düsseldorf), Nachhaltigkeit (Team RoofKIT, Karlsruher Institut für Technologie) und Urbane Mobilität (Team LOCAL+, FH Aachen) fünf von zehn Entscheidungen gewonnen und zudem insgesamt 13 Podestplätze durch deutsche Teams errungen werden (Abb. 320). Die Stärken und Schwächen der sieben deutschen Teams veranschaulicht das Diagramm (Abb. 319).

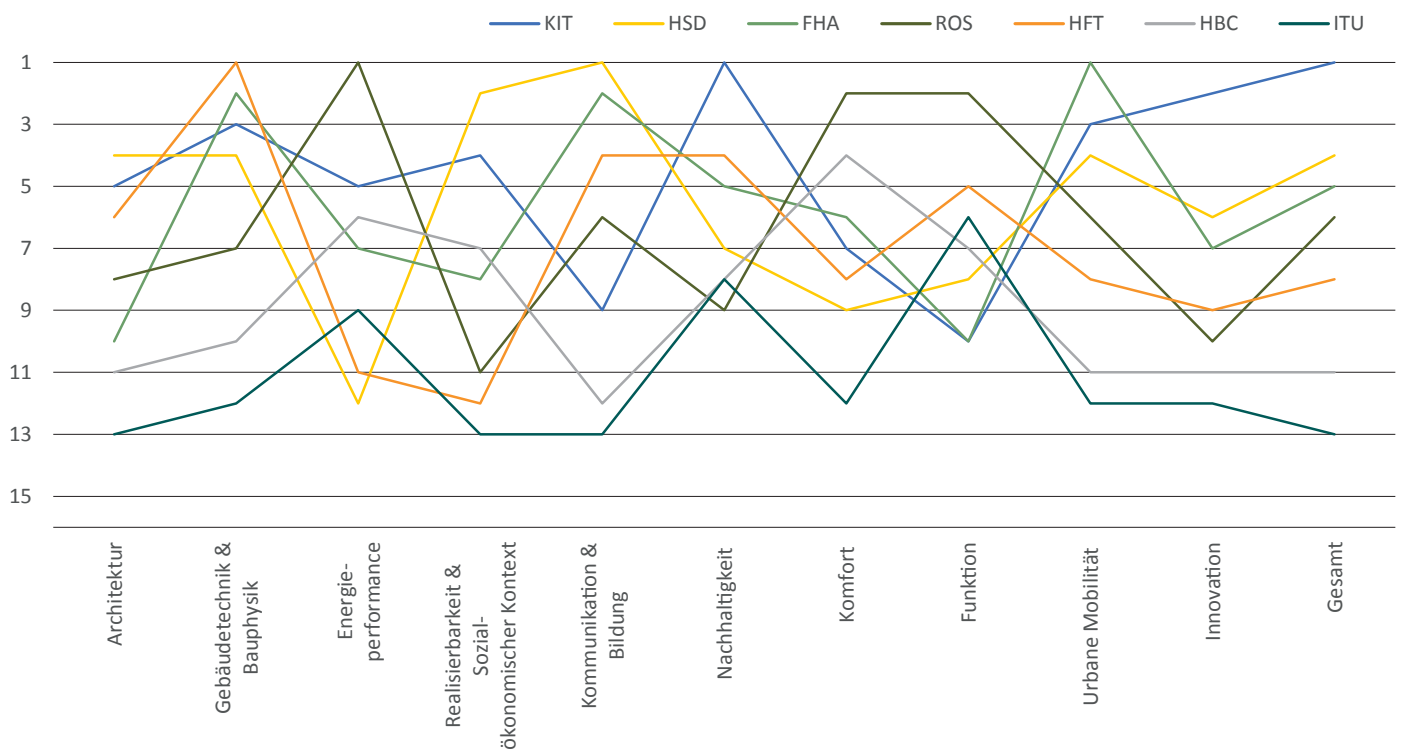


Abb. 319: Punkteverteilung der Teilnehmer in allen zehn Disziplinen des Solar Decathlon Europe 21»22 in der Reihenfolge der Gesamtplatzierung

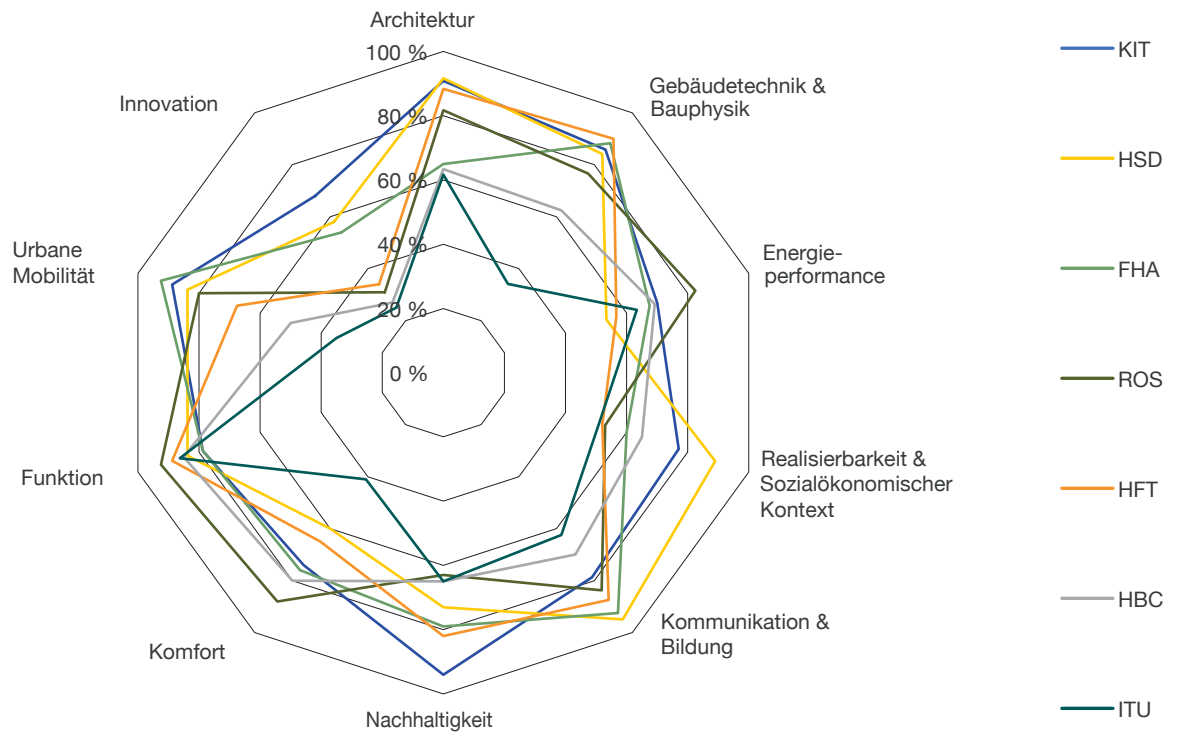


Abb. 320: Punkteverteilung der sieben deutschen Teams in allen zehn Disziplinen des Solar Decathlon Europe 21»22

KIT	RoofKIT	Karlsruher Institut für Technologie	Deutschland
TUE	VIRTUe	Eindhoven University of Technology	Niederlande
GRE	AuRA	Grenoble National School of Architecture	Frankreich
TUD	SUM	Delft University of Technology	Niederlande
HSD	MIMO	Hochschule Düsseldorf	Deutschland
FHA	LOCAL+	Fachhochschule Aachen	Deutschland
ROS	levelup	Technische Hochschule Rosenheim	Deutschland
UPV	Azalea	Polytechnic University of Valencia	Spanien
HFT	coLLab	Hochschule für Technik Stuttgart	Deutschland
ION	EFdeN	NGO	Rumänien
NCT	TDIS	National Chiao-Tung University	Taiwan
HBC	X4S	Hochschule Biberach	Deutschland
CTU	Firstlife	Czech Technical University in Prague	Tschechien
ITU	deeply high	Technische Hochschule Lübeck / Istanbul Technical University	Deutschland/Türkei
UPH	Lungs of the City	University of Pécs	Ungarn
CHA	Team Sweden	Chalmers University of Technology	Schweden

Abb. 321: Sonderpreise für die Teams des Solar Decathlon Europe 21»22



Dass im gesamten Teilnehmerfeld kein Team mehr als eine Disziplin allein gewinnen konnte (das Team VIRTUeder Eindhoven University of Technology errang neben dem Sieg in der Disziplin Funktionalität einen geteilten ersten Platz bei Urbane Mobilität), belegt die hohe Qualität aller gezeigten Beiträge und ein ausgeglichenes Teilnehmerfeld. Dies bestätigen die Tatsachen, dass zwölf Teams mehr als 60 % der möglichen Gesamtpunktzahl erreicht haben und die ersten neun Teams bzw. die Hälfte aller Teilnehmer weniger als 100 Punkte (10 % der Gesamtpunktzahl) auseinander lagen.

Neben der Bewertung der zehn Disziplinen des eigentlichen Wettbewerbs wurden zwölf Sonderpreise vergeben. Jurys aus Partnerschaften nationaler und internationaler Verbände und Institutionen wählten die Preisträger aus. Hinzu kamen Abstimmungsergebnisse aus der Bevölkerung und dem Quartier über Onlineportale. Auch hier konnten die deutschen Teams in vielen Bewertungen überzeugen und standen insgesamt 20-Mal auf dem Treppchen bzw. der Bühne (Abb. 321).

Solar Award	Indoor Air Quality Award	Timber Construction Award	Building for Future Award	German Sustainable Housing Award	Green BIM Award	Applied Mobility Science Award	Human Centered Interior Architecture Award	Sustainable Architectural Lighting Award	People's Choice Award	Mirke Choice Award	Team's Choice Award
	3	1		2	3			1		2	
1				1	2		2			1	
			1	3	1						
			2			1					
2									2	3	
	1							3			
						2					
	2	2	3			3	3	2	3		
		*							1		
							1				
											1

\* ehrenvolle Erwähnung

Steckbrief Team	Einheit	coLLab	deeply high	levelup
Hochschule / Universität		Hochschule für Technik Stuttgart	TH Lübeck / ITU Istanbul	Technische Hochschule Rosenheim
Abteilung / Fachbereiche		Fakultäten: Architektur und Gestaltung, Bauingenieurwesen, Bauphysik, Wirtschaft	THL (Lübeck): alle Fachbereiche FB Bauwesen (*) FB Angewandte Naturwissenschaften FB Elektrotechnik und Informatik FB Maschinenbau und Wirtschaft ITU (Istanbul): Faculty of Electrical and Electronic Engineering Faculty of Mecanical Engineering (*) Gesamtkoordination: THL Studiengang Architektur	Alle Fachbereiche unter Leitung des Zentrums für Forschung, Entwicklung und Transfer: Architektur, Betriebswirtschaft, Energie- und Gebäudetechnologie, Holzbau und Ausbau, Holztechnik, Informatik, Innenarchitektur, Innenausbau (Bachelorstudiengänge) und Angewandte Forschung und Entwicklung in den Ingenieurwissenschaften, Holztechnik, Innenarchitektur und Möbeldesign (Masterstudiengänge)
Teammitglieder in Wuppertal				40
Projektbeteiligte an Hochschule / Universität insgesamt				100
Leitidee(n)		Übertragbarkeit des Konzepts auf ähnliche Strukturen, standortspezifisches Fassadenbild, Modularität, Re-use, Funktionswände, material-schonendes Bauen	Interdisziplinäres Lehrkonzept, zukunftsgerichtete interkulturelle Teamarbeit  Gesamtheitliche Nachhaltigkeit, „weniger ist mehr“ + „Einfach(bauen)“ Baustoffe und Technologien: Reuse, refuse, reduce, rethink, re-fresh, recycle Nutzung: Niederschwellig, integrativ, leistungsfähig, angemessen, verständlich	Rezyklierbarkeit, Ökologie, Biodiversität, Flächensuffizienz, serielles und modulares Bauen, adaptierbare Lösungen, Holzbau, Gemeinschaftsflächen, Solarenergie  Sofort umsetzbare Aufstockung und Sanierung von Blockbauten in serieller und modularer Bauweise mit minimaler Belastung der Bewohner. Einsatz von rezyklierbaren und ökologischen Materialien Adaptierbares Konzept mit Erreichung des Plusenergie-Standards
Besonderheiten / Innovationen		Adaptierbares Holztragskelett, standortspezifisches Fassadenbild durch parametrische Simulation, Weglassen der Installationsebene, DC-Tape, passives Lüftungs- und Kühlsystem mittels Solarkamin und adiabater Kühlung	Intelligente Lüftungsanlage kombiniert mit vertikalen Energiegarten und Erdwärme. Mit dem System können aus verschiedenen Temperaturbereichen ganzjährig die Wohnungen und der Wintergarten auf dem Dach unterstützend temperiert werden. Integration von Algentechnologie sowie organischer PV; Mobile Beleuchtungselemente innen	Kunstlicht: innovativer Adapter zum Anbringen von Leuchtmitteln (Spots und Pendelleuchte) ohne Verdrahtung, individuelles Versetzen der Leuchte/Leuchtmittel ohne nachträgliches Durchbohren der Decke
Vorfertigungskonzept			hybrid	hybrid
Konstruktion / Bauweise / Elementierung		Vorfertigung von großformatigen Wand-, Decken- und Bodenelementen, geringes Transportvolumen durch flächige Elemente (anstatt Raumvolumen)	CAD gezeichnetes, BIM-geplantes und CNC-abgebundenes Wintergartentragwerk zur schnellen, händischen Montage: weitgehendes „Stecksystem“  Holzrahmenbau, Vorfertigung in 5 Einzelementen zu je max. 5 t, Vor-Ort-Einbau der Innenverkleidung und des Wintergartens	Erdgeschoss bestehend aus 3 Raummodulen, Dachgeschoss Elementbauweise
Innenraumkonzept		Aneinanderreihen von sog. Funktionswänden, diese beinhalten bereits technische Komponente und intelligente Möbel,	Komplett rollstuhlgerechtes Wohnkonzept, mit Aufzug vor der Außenfassade für die zwei Aufstockungsgeschosse plus Rooftop-Garden. Der neue Wintergarten vor dem Bestand ist Innen- wie Außenraum zugleich.	
Bauzeit Vorfertigung		24. Februar bis 20. Mai 2022	11. April bis 16. Mai 2022	6. Dezember 2021 bis 3. Juni 2022
Montagezeit in Wuppertal	Tage	15	20	
Standort Nachnutzung		Erkheim, Firma Bau-Fritz	Wuppertal, Utopiastadt	Als Büroräume auf dem Campus der TH Rosenheim mit ggf. Folgeforschung in der Energie- und Gebäudetechnologie
Team-Webseite		<a href="https://www.collab.hft-stuttgart.de/">https://www.collab.hft-stuttgart.de/</a>	<a href="https://tinyurl.com/deeply-high">https://tinyurl.com/deeply-high</a>	<a href="https://levelup-ro.de">https://levelup-ro.de</a>



LOCAL+	MIMO	RoofKIT	X4S
Fachhochschule Aachen (FHA)	Hochschule Düsseldorf (HSD)	Karlsruher Institut für Technologie	Hochschule Biberach (HBC)
Fachbereich Architektur (Leitung); Solar Institut Jülich (Energie- und Gebäudetechnik); Fachbereich Bauingenieurwesen (Seminararbeiten aus dem Bereich Smart Building Engineering und Verkehrs- und Mobilitätsmanagement)	Alle Fachbereiche unter Leitung des Fachbereichs Architektur	Fakultät für Architektur (leitend), Mitarbeit von weiteren Fakultäten des KIT (Bau/Geo/Umwelt, Wirtschaftswissenschaften, Maschinenbau), der Hochschule in Offenburg (Energiesystemtechnik) und der Bundesfachschule für Sanitär- und Heizungstechnik Karlsruhe	Alle baubezogenen Fachbereiche unter der Leitung des Fachbereichs Energieingenieurwesen
	54	38	
	96	67	
„We bring movement into your life!“	Minimal Impact – Maximum Output – minimaler Eingriff bei maximalem Nutzen für den Ort	Weiter- und Umnutzung des Gebäudebestands, kreislaufgerechtes Entwerfen und Konstruieren unter Nutzung der urbanen Mine, Einsatz gesundheitlich unbedenklicher und umweltverträglicher Materialien, CO2-neutrale solarbasierte Energieversorgung	X4S – Extension for Sustainability: Nachhaltigkeit in allen Bereichen
Schaffung von flexiblem Wohn- und Lebensraum zur Stärkung der sozialen Interaktion, Zielgruppe: Einpersonenhaushalte	Geteilter Wohnraum/ Gemeinschaftsnutzung, Flächensuffizienz, thermischer Pufferraum, ökologische Baustoffe, Rezyklierbarkeit, Vorfertigung	100 % kreislaufgerechte Bauweise: keine Klebstoffe, Imprägnierungen oder Farben, keine Schäume oder Nassabdichtungen; nur Monomaterialien, Einsatz biologischer Baustoffe; Nutzung der urbanen Mine und rekonfigurierter Materialien; PVT-Kollektoren als Wärme- und Stromquelle für eine Wärmepumpe; dezentrale Pendellüfter; Energiemanagement maximiert die Netzdienlichkeit des Gebäudes	Trennbare Konstruktion, Solarintegration in Dach und Fassade, hybrides elektrisches System
Vollständig vorgefertigte Wohnraummodule aus Brettspertholz; Entwicklung des flexiblen CUBE-Raum-in-RaumsWohnkonzepts; Realisierung einer vorgehängten, modularen und autonom bewässerten Grünfassade; Betrieb einer Sole-Wasser-Wärmepumpe mittels Eisspeicher und PVT-Kollektoren sowie Lehm-basierte Flächen-Heiz-/Kühldecke; zentrales Lüftungsgerät mit Wärme- und Feuchterückgewinnung	Vollständig vorgefertigte Wohnraummodule aus leimfreien Vollholz-Wand- und Deckenelementen, energiBUS zur Kopplung von Wärmepumpentechnik mit Haushaltsgeräten über thermische Speicher, Steuerungssystem zur Abwägung zwischen Wärme- und Stromspeicherung sowie zwischen Raumkomfort und Stromerzeugung über BIPV in offenbaren Fassadenelementen	komplett	hybrid
Holz-Modulbau	hybrid	komplett	hybrid
Vollständige Vorfertigung von 10 Holz-Modulen, montiert in 2 Geschossen mit je einem Erschließungskern und 4 Raummodulen	Vollständige Vorfertigung von 3 Holzbaumodulen (2 x Wohnen; 1 x TGA) in leimfreier Vollholzbauweise mit Aussteifungskern in Holzrahmenbauweise mit Diagonalverschalung und Lehmputz; Elementierung der sog. Klimahülle in Holzrahmenskelett-Bauweise sowie großformatige Wand-, Decken- und Bodenelemente	komplette Vorfertigung von 4 Holzbaumodulen: 3 x Wohnen (1 mit Technikkern), 1 x Patio. Dachbereich wurde zum Transport der Module demontierbar ausgestaltet. Außenhülle aus Altholz, Innenhülle Lehm-bauweise mit Lehmputz. Verbindung der Module über Steck- und Schraubverbindungen, Versorgungsleitungen mit dem Technikmodul über Stecksysteme	- hochinstalliertes Technik-/ Badmodul: hoher Vorfertigungsgrad durch vollständige Vorinstallation von Technik und Sanitäreinrichtungen - Bodenplatte, Wände und Decke als Elemente in Massivholzbauweise - Bodenplatte und Wände fertiggestellt bis zur winddichten Ebene, Einblasdämmung - Dachaufbau erfolgte vor Ort
Aufteilung der beiden Geschosse in eine gemeinschaftlich nutzbare Wohn-/Koch-Etage und einer 3-Personen-Wohn-gemeinschafts-Etage mit dem CUBE-Innenraumkonzept	Aufteilung in 1. Kleinstwohneinheiten im Sinne der Flächensuffizienz inkl. Mehrfachnutzung der Wohnfläche durch Multifunktionalität der Einbaumöbel und 2. einen offenen Gemeinschaftsbereich mit passiver Klimatisierung	Grundriss der HDU entspricht der „Shared-Space“-Idee: der nutzbare Raum (Wohnen, Arbeiten, Schlafen) ist frei und fließend um ein zentrales Kernelement angeordnet, in dem Küche, Bad, die gesamte technische Infrastruktur und Stauraum untergebracht sind	Identifikation schafft Verantwortung – gemütlicher Innenraum, warme Holzoberflächen, tageslichtgesteuerte Beleuchtung, offener Wohnraum für große Flexibilität, Einrichtung aus DIY oder wiederverwendeten Möbeln
15. März bis 18. Mai 2022	10. März bis 3. Juni 2022	21. März bis 3. Juni 2022	28. Januar bis 3. Juni 2022
20	15	15	18
Living Lab NRW in Wuppertal, ggf. Anschlussnutzung in Aachen	Living Lab NRW in Wuppertal, ggf. Anschlussnutzung in Düsseldorf	Campus Süd KIT, Karlsruhe	Living Lab NRW in Wuppertal, ggf. Anschlussnutzung in Biberach
<a href="https://www.team-localplus.com/">https://www.team-localplus.com/</a>	<a href="https://mimo-hsd.de/">https://mimo-hsd.de/</a>	<a href="https://roofkit.de/en/">https://roofkit.de/en/</a>	<a href="https://www.team-x4s.de/">https://www.team-x4s.de/</a>

Bauliche Kenngrößen HDU	Einheit	coLLab	deeply high	levelup
Anzahl Geschosse	Stck.	2	2	2
Maximale Nutzeranzahl	Stck.	2	4	2
Anzahl Wohneinheiten	Stck.	1	1	1
Wohnfläche / Nettogeschossfläche	m <sup>2</sup>	23 / 95	70	59
Wohnfläche pro Nutzer	m <sup>2</sup>	23,8	23,3	29,5
Pufferzone / Gemeinschaftsfläche / Übergangszone	m <sup>2</sup>	72 (Ausstellungsfläche)	79,6	
Energiebezugsfläche gesamt	m <sup>2</sup>	90,0	99,0	59,0
Energiebezugsfläche pro Nutzer inkl. aller Gemeinschaftsflächen	m <sup>2</sup>	22,0	33,0	29,5
Bruttofläche inkl. aller Gemeinschaftsflächen	m <sup>2</sup>	132,6	99,0	80,7
Bruttovolumen	m <sup>3</sup>	345,0	270,64	605,5
Hüllfläche	m <sup>2</sup>	337,0	397,5	286,0
Formfaktor / A/V-Verhältnis	m <sup>-1</sup>	0,98	1,47	1,82
Spezifische Fensterfläche $A_F/A_{NGF}$		0,420	0,240	0,653
Fensteraufbau				
		Dreifachverglasung mit Edelgasfüllung	Dreifachverglasung	Dreifach-Vakuum-Verglasung mit teilweise Argon-Füllung.
Fensterrahmen		Holz-Aluminium	Holz	Holz-Aluminium
Energiedurchlassgrad Verglasung $g_L$		0,52	0,65	0,33
Gesamt-Energiedurchlassgrad $g_{tot}$		0,12	0,14	0,17
Lichttransmissionswert der Verglasungen		0,70	0,71	0,63
$U_g$ -Wert	W/m <sup>2</sup> K	0,600	0,70	0,400
$U_F$ -Wert	W/m <sup>2</sup> K	0,950	1,10	1,150
$U_w$ -Wert	W/m <sup>2</sup> K	0,710	0,85	0,600
U-Wert Außenwände	W/m <sup>2</sup> K	0,147	0,128	0,110
U-Wert Dachfläche	W/m <sup>2</sup> K	0,145	0,122	0,060
U-Wert Bodenplatte	W/m <sup>2</sup> K	0,152	0,150	0,120
Mittlerer U-Wert der Gebäudehülle	W/m <sup>2</sup> K	0,240	0,14	0,142
Spezifischer Transmissionsverlust $HT'$	W/m <sup>2</sup> K		0,137	0,671
Spezifischer Lüftungsverlust $h_L$	W/m <sup>2</sup> K		1,143	0,125
Gewinn- zu Verlustkennzahl $\gamma$	m <sup>2</sup> K/W			0,050
Thermische Trägheit	h		52,3	79,4
Übertemperaturgradstunden	Kh/a	305,0	448,0	487,0



LOCAL+	MIMO	RoofKIT	X4S
2	2	1	1
3	4	2	2
1 (3 in CUBEs)	2	1	1
110,32/156,34	42 (Wohnraum)	54 / 55	60
HDU = 36,73 (Wohntage = 19,49)	10,5	27,0	30,0
46,0	73,0	keine	93,0
131,2	115,0	53,0	60,0
43,8	28,8	25,5	30,0
182,0	136,0	84,0	85,0
627,1	144 (Wohnraum), 659 (gesamt)	154,8	150,0
375,3	222 (Wohnmodule), 272 (Klimahülle)	199,5	294,0
0,62	1,51 (Wohnmodule), 0,70 (Klimahülle)	1,29	0,80
0,230	0,746 (Wohnmodule), 2,442 (Klimahülle)	0,563	0,408
Sonnenschutz-Dreifachverglasung	Dreifachverglasung mit Weißglas und tlw. Argonfüllung	Dreifachverglasung mit Edelgasfüllung	Verbundfenster mit Dreifachverglasung innen, Einfachglas außen, warbarer Sonnenschutz im Zwischenraum
Holz-Aluminium	Aluminium	Holz	Holz mit vorgesetztem Aluminiumflügel trennbar
0,53	0,60 (Wohnmodule), 0,60 (Klimahülle)	0,59	0,53
	0,11 (Wohnmodule), 0,21 (Klimahülle)	0,10	0,07
0,74	0,70 (Wohnmodule), 0,64 (Klimahülle)	0,71	
0,530	0,600 (Wohnmodule), 1,100 (Klimahülle)		0,600
	1,200		0,940
0,800	0,750 (Wohnmodule), 1,200 (Klimahülle)	0,6 / 1,1	0,730
0,133	0,208 (Wohnmodule), 0,156 (Klimahülle)	0,200	0,147
0,110	0,208 (Wohnmodule), 0,102 (Klimahülle)	0,140	0,085
0,133	0,143 (Wohnmodule), 0,154 (Klimahülle)	0,180	0,077
0,110	0,294 (Wohnmodule), 0,553 (Klimahülle)	0,270	0,159
0,217 (auf Hüllfläche, 442 m², bezogen)	1,559 (Wohnmodule), 3,888 (Klimahülle)	1,050	0,782
	0,176 (Wohnmodule), 0,782 (Klimahülle)	0,100	0,110
	0,174 (Wohnmodule), 0,226 (Klimahülle)	0,149	0,166
	43,7 (Wohnmodule), 23,3 (Klimahülle)	46,5	70,9
	569 (Wohnmodule), 839 (Klimahülle)	488,0	85,0

## Gebäudetechnik / Kenngrößen Energiesystem

Wärmeversorgung	Einheit	coLLab	deeply high	levelup
Konzept der Wärmeversorgung		Abwasser-Wärmepumpe für Heizsystem in Verbindung mit Vorkonditionierung der Zuluft durch Solar Kamin	Luft-Wasser-Wärmepumpe, kombiniert mit intelligentem, passivem Lüftungstemperierungssystem	Fußbodenheizung wird aus zentralem Pufferspeicher gespeist, der Pufferspeicher wird durch PVT-Kollektoren und Wärmepumpe erwärmt.
mittlere elektrische Leistungszahl (COP) der Wärmepumpe		7,0	4,4	4,3
Art der Wärmeübergabe		Fußbodenheizung	Fußbodenheizung, Vorwärmung der Zuluft	Fußbodenheizung
Leistung Wärmeübergabe	W/m <sup>2</sup>		27,8	24,0
Steuerung der Wärmeabgabe		Zentrale Steuerung über Behaglichkeitsmessung und mittlere Außentemperatur	Zentrale Steuerung über Haus-system, Raumthermometer und Zuluftstrom	Zentrale Steuerung über Raumthermometer, Außentemperatursteuerung und last-/ertragsbasiert
Warmwasserbereitung	Einheit	coLLab	deeply high	levelup
Art der Warmwasserbereitung		Wärmepumpe mit integriertem Trinkwarmwasserspeicher und el. Heizstab, Ansteuerung über PV Wechselrichtersystem	Solarthermie mit Wärmepumpenunterstützung	zentraler WW-Speicher wird von Wärmepumpe und PVT-Kollektoren gespeist, Duschwasservorwärmung mit Abwasser-Wärmerückgewinnung
Warmwasserverteilung und -abgabe		Wasserspararmaturen, Verteilung ohne Zirkulation mit Legionellen Schutz	zentral mit Zirkulation	Frischwasserstation und Wasserspararmaturen
Solarthermieranlage	Einheit	coLLab	deeply high	levelup
System		keine	Warmwasser und Heizung	Warmwasserbereitung, Heizung und Kühlung
Kollektortyp			Flächenkollektoren	PVT-Kollektor
Verortung			Schrägdach	Dach
Neigung	°		90,0	12,0
Orientierung			SSW	242
Kollektorfläche	m <sup>2</sup>		2,6	14,5
Kollektorfläche pro Energiebezugsfläche	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> <sub>EBF</sub>		0,03	0,24
Speichereinbindung			Schichtenspeicher 300l zwischen Kollektoren und Wärmepumpe	
Speichervolumen	l		300,0	Pufferspeicher-WW: 500 Pufferspeicher Heizen / Kühlen: 230
Spezifisches Speichervolumen	l/m <sup>2</sup> <sub>Kollektor</sub>		63,83	15,90



LOCAL+	MIMO	RoofKIT	X4S
Sole-Wasser-Wärmepumpe mit PVT-Kollektoren und Eisspeicher	Luft-Wasser-Wärmepumpe mit Kopplung an die Haushaltsgeräte über thermische Speicher mit zwei unterschiedlichen Temperaturniveaus	Wärmepumpe + PVT-Kollektoren	Leistungsgeregelte Sole-Wasser-Wärmepumpe mit PVT-Kollektoren als Wärmequelle, Speicher: Schichtenspeicher und thermisch aktive Schicht
4,6	5,3		4,6 (im Sole-Wasserbetrieb)
Decken-Heiz-/Kühlsystem in Lehmputz	Wandflächenheizung in Lehmputz (Wohnmodule) Fußbodenheizung in schwimmender Trockenbauweise (Klimahülle)	Fußbodenheizung in Lehmbausteinen und unter Lehmplatten	Fußbodenheizung, schwimmend verlegt, direkter Kontakt zum Bodenbelag, wieder trennbar und gute Revision möglich
19,0	72 Wandheizung Wohnmodule 130 Fußbodenheizung Klimahülle	39,7	74,0
Heizkurve und elektronisch geregelte Thermostatventile	Zentrale Steuerung über Raumthermometer, Außentemperatursteuerung und last-/ertragsbasiert	Prädiktive Regelung mit Wetterprognose	Automationssystem und übergeordnetes Smart Home für Prädiktion und Adaption
LOCAL+	MIMO	RoofKIT	X4S
Wärmepumpe/Pufferspeicher/Frischwasserstation	zentral über Wärmepumpe des energiBUS-System (Wärmepumpe, Speicher und Einbindung der Haushaltsgeräte)	Wärmepumpe und 100 l Speicher mit el. Nachheizung	dezentral mit Hilfe einer Frischwasserstation
Cu-Rohr-Netz < 3 Liter	Übergabenstationen, Wasserspararmaturen	Übergabenstationen, Wasserspararmaturen	Wasserspararmaturen
LOCAL+	MIMO	RoofKIT	X4S
nachrüstbares PVT-System	keine	Wärmequelle für Wärmepumpe	PVT-Kollektoren
Solar Energy Booster		PVT-Kollektor	Röhrenkollektor
Dach		Dachflächen	Fassade
15		11,7	90,0
Süd		SSW	Ost und Süd
22,0		19,7	36,0
0,17		0,37	0,60
Solarstation: umschaltbar Eisspeicher/ WT Mehrzonen-Pufferspeicher		Pufferspeicher zwischen Kollektor und Wärmepumpe	Pufferspeicher mit zwei getrennt ansteuerbaren Schichten
Eisspeicher: 950 Pufferspeicher: 750		1 000,0	800,0
43,00		50,76	22,22

Solarstromanlage(n)	Einheit	coLLab	deeply high	levelup
installierte Gesamtleistung Wettbewerb	kW <sub>p</sub>	3,00	3,00	3,00
installierte Gesamtleistung	kW <sub>p</sub>	3,00	2,98	8,85
Leistungsdichte pro PV-Fläche	W <sub>p</sub> /m <sup>2</sup> <sub>PV</sub>	21 (OPV), 149 (Si PV)	152,00	Solarthermie-Anlage, Dach: 200 Semitransparente PV-Module, Dach: 115 Fassaden-PV (hellgrau): 138 Fassaden-PV (dunkelgrau): 155
Leistungsdichte pro Energiebezugsfläche	W <sub>p</sub> /m <sup>2</sup> <sub>EGF</sub>	33,00	181,00	150,00
System Dach				
		5 polykristalline second life PV Zellen, 224 organische Photovoltaik (OPV) Module	Semitransparente PV	10 PVT-Module Dualsun Spring 375 W Shingle Black 6 Semitransparente PV-Sonder- module
installierte Leistung Dach	kW <sub>p</sub>	0,87 (OPV), 1,23 (Si PV)	3,00	4,85
System Fassade				
		Organische Photovoltaik Module in Seil-Netz-Konstruktion an drei Fassadenseiten, 386 Module mit je 3,6 Wp		19 PV-Sondermodule in dunkel und hellgrau
installierte Leistung Fassade	kW <sub>p</sub>	0,90		4,00
Batterie	Einheit	coLLab	deeply high	levelup
System		1 Lithium-Ionen/Eisenphosphat-Bat- terie	1 Lithium-Ionen Batterie	BYD HVS 5.12
Gesamtkapazität Wettbewerb	kWh	2,40	2,40	2,5 (Reduzierung der nutzbaren Ka- pazität durch Parametereinstellung im Batterie-Wechselrichter)
Gesamtkapazität	kWh	2,40	2,40	5,12
Spannung	V	48	48	230
Lüftungssystem	Einheit	coLLab	deeply high	levelup
System / Art der Lüftung im Gebäude		Natürliche Lüftung durch Solar Kamin unterstützt durch adiabate Kühlung	mechanische Lüftung mit Wärme- rückgewinnung / passive Belüftung Intelligente Steuerung	wohnungsweise zentrale, mechani- sche Lüftung
		Fensterlüftung über manuell öffent- bare Fenster und ansteuerbare Lüftungsflügel im Solar Kamin und Fenster vor adiabater Kühlung	Fensterlüftung manuell	
angenommene Luftdichtheit n50	1/h	0,5	3,19 (gemessen)	0,5
Wärmerückgewinnungsgrad	%	0,0	85 / 50	81,5
Elektrische Leistungsaufnahme der Lüftungsanlage	W	0,0	200,0	93,0
Effizienz der Lüftungsanlage (SFP)	W/(m³/h)	-	0,67 / 0	0,18
Steuerung der Lüftung		Solarkamin Klappensteuerung nach Innenraumbeglichkeit (CO <sub>2</sub> , Tem- peratur, Feuchte)	Sensorik, Haussystem, Manuell	Sensorik (Luftfeuchte, CO <sub>2</sub> -Konzent- ration, Temperatur)
Hygienischer Außenluftvolumenstrom	m³/h	285 (bei Solar Kamin Betrieb)	300,0	80,0
Personenbezogene Frischluftmenge	m³/h <sub>p</sub>	285,0	100,0	40,0



LOCAL+	MIMO	RoofKIT	X4S
3,00	2,79	3,00	3,00
6,40	8,04	5,40	12,90
	120,05	183,00	55,00
48,77	69,88	57,00	49,50
12 Module (Canadian Solar je 375 Wp) Ausrichtung 15° Süden	30 Glas-Glas-PV-Sondermodule (Neigung 10°) mit unterschiedlich dichter Belegung in Abwägung der Verschattung/Belichtung mit monokristallinen Zellen (12 x 10 Zellen, 10 x 36 Zellen, 4 x 40 Zellen; Wirkungsgrad 22,4 %, Leistung 5,62 W), jeweils 50 % Ost- und Westorientierung (2 Strings/MPPT; 1 Wechselrichter)	18 Module insgesamt mit je 300 Wp, monokristalline PERC Zellen, 1 Wechselrichter mit 5,4 kWp Nominalleistung	Röhrenförmige Dünnschicht-PV-Module, teildurchlässig zwischen den Röhren
4,5 Gesamtleistung (3 kW bisher angeschlossen)	4,16	5,40	2970,00
13 unterschiedlich große rahmenlose PV-Module (Sunovation) Ausrichtung vertikal, Südsüdwest	60 Glas-Glas-PV-Sondermodule (Neigung variabel durch Öffnung der Lamellen) mit unterschiedlich dichter Belegung in Abwägung der Verschattung/Belichtung mit monokristallinen Zellen (24 x 9 Zellen, 24 x 13 Zellen, 12 x 18 Zellen; Wirkungsgrad jeweils 22,4 %, Leistung 5,62 W), jeweils 12 Module in Ost- und Westorientierung (2 Strings/MPPT; 1 Wechselrichter), 2 Module in Südorientierung (2 Strings/MPPT; 1 Micro-Wechselrichter)		Unabgedeckte PVT-Module mit monokristallinen PV-Zellen
1,90	3,87	0,00	8800, nicht angeschlossen
LOCAL+	MIMO	RoofKIT	X4S
Senec V3 hybrid einphasig	1 Lithium-Ionen/Eisenphosphat-Batterie	1 Lithium-Ionen/Eisenphosphat-Batterie	Batterie aus handelsüblichen Lithium-Ionen-Zellen des Typs 18650
2,50	2,46 (Reduzierung der nutzbaren Kapazität durch Parametereinstellung im Batterie-Wechselrichter)	2,5 Reduzierung der nutzbaren Kapazität durch Parametereinstellung im Batterie-Wechselrichter)	2,50
5,00	5,12	5,10	8,70
48	204	204	48
LOCAL+	MIMO	RoofKIT	X4S
zentrale Lüftung mit Wärme- und Feuchterückgewinnung	Zentrale Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung und Bypasssteuerung (Wohnmodule)	Dezentrale Lüfter mit Wärmerückgewinnung, in die Fassade integriert, Abluftsystem für Bad/WC	Zentral, mechanische Wohnraumlüftung
Zehnder ComfoAir 200 Enthalpie	Fensterlüftung über motorbasierte Lamellen und Dachfenster (Klimahülle)	Fensterlüftung über manuell öffnbare Fenster in den Fassaden und manuell/automatisch öffnbare Dachfenster	
0,6	0,5 (Wohnmodule)	0,5	0,2
92,0	84,0	83,0	86,0
63,0	57,0	3,3 / 6,2	36,0
0,42	0,38 - 0,56	0,055 / 0,1	0,17
CO <sub>2</sub> -basiert, auf EG/OG umschaltbar	Wohnmodule: Luftfeuchte Klimahülle: Sensorik zu Luftfeuchte, CO <sub>2</sub> -Konzentration, Temperatur	Wohn-/Schlafbereich: CO <sub>2</sub> / Bad/WC: Temperatur und Feuchte	Temperatur, Luftfeuchte, CO <sub>2</sub>
60–150	101 (Wohnmodule)	60 / 60	120,0
20–50	33,7 (Wohnmodule)	35,0	58,8

Sommerlicher Wärmeschutz	Einheit	coLLab	deeply high	levelup
passives Kühlsystem		Verdunstungskälte (adiabate Kühlung), Nachlüftung durch Solar Kamin	PCM Lehmbauplatten im Innenbereichen und Lehmschüttung in den Innenwänden als Wärmepuffer.	PVT-Kollektoren
aktives Kühlsystem		kein	Kühlung über automatisiertes Lüftungssystem, intelligente Steuerung	
Art der Wärmeaufnahme			Phasenwechsel	PVT-Kollektoren
Leistung Wärmeaufnahme	W/m <sup>2</sup>			abhängig von Strahlung und Temperatur
Steuerung der aktiven Kühlung			Thermostate, zimmerbezogen	keine aktive Kühlung
Sonnenschutzsystem		Verschattung durch semiopake OPV Module (parametrisch platziert) an drei Fassadenseiten sowie boden- gebundene Fassadenbegrünung, Vorhänge	Tiefe Laibungen; Holzlamellen- Schiebeelemente im Süden geplant	außenliegende sonnenstandsnach- geführte Raffstores
Abminderung Sonnenschutz $F_c$		0,26		0,25
Wirksame Fensteröffnungsfläche zur passiven Kühlung $A_{\text{off}}/A_{\text{EBF}}$	%	11,5	1,0	1,0
Künstlicht	Einheit	coLLab	deeply high	levelup
Konzept		Innen: Aufputz Elektroinstallationen (DC-Tape ), Gleichstromsystem für individuelle Platzierung einzelner Leuchten, einzeln ansteuerbar und vernetzt mit Sensorik in Möbel- korpen je nach Nutzungsszenario, HCL-„Lichtdusche“ im Badmodul als vollflächiges Deckenelement. Außen: Fassaden Stimmungsbeleuchtung durch Linear LEDs, Wegbeleuchtung durch LED Spots	Smarte Beleuchtung; LED; keine Deckenverkabelung/-auslässe; mobile Lichtschalter, die Steckdosen ansteuern; barrierefreie Innenbe- leuchtung durch Individuell anzu- bringende, mit Stecker versehene Design-Leuchten: Nachhaltigkeitskonzept durch einfachste, demontier-/trennbare Bauweise	LED-Beleuchtung im Innen- und Außenraum
Mittlere installierte Leistung	W/m <sup>2</sup>	1,60	1,94	5,49
Steuerung		Innen: Lichtsteuerung mit WAGO GLT auf Basis Dali BUS und EnOcean Funksensoren, Präsenzmelder sowie Kontaktsensoren	Einfaches Smarthomesystem, Hausapp	Zeitgesteuert, Präsenzerfassung durch zentralen „Haus verlassen“- Schalter
Gebäudeautomation, Lastmanagement und Sektorenkopplung	Einheit	coLLab	deeply high	levelup
Konzept		Die zentrale Gebäudeautomation ist in das BMS des PV-Systems ein- gebunden und übernimmt ebenfalls das Lastmanagement. Über eine Benutzeroberfläche/App erhält der Nutzer einen Überblick über alle aktuellen Gebäudedaten und kann für die Beleuchtung verschiedene automatisierte Szenarien konfigu- rieren. Das BMS ist auf maximalen Eigenertragsnutzung konfiguriert, bei Ertragsüberschuss und voller Batte- rie wird zusätzlich bei prognostizier- tem Bedarf der Pufferwärmespeicher vorerhitzt, das BMS kann ebenfalls auf Netzsignale reagieren.	Zentrale, energieoptimierte Auto- mation der Komponenten • Smart Home (Beleuchtung, Raum- klimasensoren) • HVAC Komponenten (Komplexes, passives Lüftungssytem, Wärme- pumpe) • Wasseraufbereitung • Integration PV-Anlage Ortsunabhängige Bedienung über zentrales Webinterface. Automatisches Lastmanagement der verfügbaren Energie und manuelle Übersteuerung nach Bedarf über Webinterface.	zentrale Steuereinheit, Raumautomation: KNX (Aktoren), Sensoren (EnOcean) Nicht benötigte Stromkreise können abgeschaltet werden. Für Lastmanagment werden Ver- braucher (z. B. E-Bike, Wasch- maschine, Trockner) bei Verfüg- barkeit von PV-Strom von der GA eingeschalten



LOCAL+	MIMO	RoofKIT	X4S
Sonnenschutz, Lehm als Wärme- und Feuchtepuffer	Abwägung zwischen Fensteröffnung, Verschattung über BIPV, thermischer Speichermasse und Nachtlüftung	moderate Fenstergrößen – Sonnenschutz – thermische Speichermasse – Nachtlüftung	thermisch aktive Schicht und Fußbodenheizung können im Sommer reversibel mit Wärmepumpe betrieben werden
Deckensystem ArgillaTherm	kein		–
Konvektion, Latentwärme + Strahlung			PVT-Kollektoren
25,00			abhängig von Strahlung und Temperatur
Temperatur- und Vorhersagegeführt			keine aktive Kühlung
außenliegender Textilscreen, automatisierte Steuerung über Eisbär SCADA	außen liegende Vorhänge mit aluminisiertem Gewebe (Wohnmodule) Verschattung über PV-Zellen im Scheibenzwischenraum und innenliegender Vorhang (Klimahülle)	Äußerer textiler Sonnenschutz, Dachfenster nach Norden orientiert	außenliegende Jalousie in Fenster integriert
0,11	0,18 (Wohnmodule), 0,35 (Klimahülle)	0,16	0,12
	4 (Wohnmodule), 30 (Klimahülle)	4 (bei gekippten Fenstern)	0,76 (voll geöffnet)
LOCAL+	MIMO	RoofKIT	X4S
Programmierte LED-Beleuchtung im Innen- und Außenraum, alle Leuchten dimmbar	LED-Beleuchtung im Innen- und Außenraum, standardmäßig mit zurückhaltenden Leuchtstärken und nur bei Bedarf höher einstellbar; individuelle Tischbeleuchtung; bewegliche, akkubetriebene Leuchten für individuellen Bedarf und räumliche Flexibilität innen und außen; Effektbeleuchtung für raumprägende Elemente wie bspw. Lehmwand; modulares Leuchtschienensystem für Flexibilität; Fokus auf von innen herausleuchtende Stimmung	Innen: Melanopisch wirksames Licht mit Anpassung an den natürlichen Tageslichtverlauf als Grundbeleuchtung; tragbare Leuchten für individuelle beleuchtete Bereiche in verschiedenen Intensitäten. Außen: Terrassen- und Treppenbeleuchtung	LED-Beleuchtung, tageslichtgesteuert
	3,4 (Wohnmodule), 5,5 (Klimahülle)	12,90	4,80
über Eisbär SCADA/DALI	Innen: Smart Home und analoge Dimmung Außen: Präsenzmelder und Zeitsteuerung	Innen: automatische Dimmung gemäß Innenraumbeluchtungsstärke. Außen: Präsenzmelder	Enocean-Funktaster, Smart-Home
LOCAL+	MIMO	RoofKIT	X4S
Über Wettervorhersage und optional Preissignal gesteuertes Lastmanagement. Sollwerterhöhung bei Solarüberschuss	Optimierung der thermischen Verbraucher bzw. der Wärmepumpe per Einbindung der Haushaltsgroßgeräte über Puffer- und Kältespeicher; Optimierung von Strombedarfen und -erträgen sowie Eigenertragsnutzung, Eigenbedarfsdeckung und Netzdienlichkeit über Lastprofile und Wetterdaten sowie elektrische (Batterien, E-Bike) und thermische Speicher; Be- und Entlüftung, zusätzliche Verschattung sowie passive Kühlung der Pufferzone über sensorisch/motorisch basiertes Öffnen/Schließen der Fassadenlamellen und Dachfenster bzw. Vorhänge. Eingriff der Nutzer:innen per Smart-Device	Ein intelligentes Energiemanagementsystem maximiert die Netzdienlichkeit des Gebäudes durch Optimierung von Solarertrag, Strombedarf sowie Be-/Entladung von Batterien (Gebäude und E-Bike) und Pufferspeicher. Zusätzlich erhalten Nutzer:innen Informationen zur Unterstützung der passiven Kühlung durch manuelles Fensteröffnen	Basisregelung für Wärmepumpe, Heizung und Warmwasserbereitung, Smart-Home-System für fortschrittliche Funktionen und Netzinteraktion

Wassermanagement	Einheit	coLLab	deeply high	levelup
Regenwassernutzung		Speicherung des Regenwassers in 2 Wassertanks für Bewässerung Fassadenbegrünung	Algen und Wasserspeicher auf dem Dach für Urbangardening	Regenwasser für Bewässerung
Speichervolumen Regenwasser	l	2 x 440	2000	770
Grauwassernutzung		Nutzung Abwasser Dusche für Bewässerung Fassadenbegrünung	Das Konzept, über Algen Grauwasser zu klären, CO <sub>2</sub> zu binden und Sauerstoff zu erzeugen wurde exemplarisch als Versuchsaufbau demonstriert	Waschmaschine; WC
Speichervolumen Grauwasser	l	2 x 440	600	700
Wärmerückgewinnung Trinkwarmwasser		Wärmetauscher in Duschwanne	keine	Duschrinne
Wärmerückgewinnungsgrad	%	30	0	40

Energetische Kenngrößen (Planung HDU)	Einheit	coLLab	deeply high	levelup
Maximale spezifische Heizleistung	W/m²		27,8	20,4
Thermischer Energiebedarf Heizen	kWh/m²a	34,2	35,3	24,1
Thermischer Energiebedarf Warmwasser	kWh/m²a	13,2	13,1	14,8
Heizwärmebedarf gesamt	kWh/m²a	47,4	44,3	31,9
Endenergiebedarf Wärme	kWh/m²a	3,6	13,2	
Energieaufwand Warmwasser	kWh/m²a	4,4	5,8	11,1
Strombedarf Hilfsenergie (Pumpen, Steuerung)	kWh/m²a	16,0	1,7	0,2
Strombedarf Lüftung	kWh/m²a	0,0	8,7	2,7
Strombedarf Haushalt, Beleuchtung und Entertainment	kWh/m²a	37,3	14,3	15,4
Strombedarf Elektromobilität	kWh/m²a	2,0	0,45	0,3
Gesamtstrombedarf	kWh/m²a	68,5	32,0	
Primärenergiebedarf	kWh/m²a		44,3	75,9
Warmwasserbedarf	l/m²a			
Elektrische Energieerzeugung				
Photovoltaik Dach Ost	kWh/m²a			0,0
Photovoltaik Dach Süd	kWh/m²a			0,0
Photovoltaik Dach West	kWh/m²a		55,8	37,0
Photovoltaik Dach gesamt	kWh/m²a	31,3		37,0
Photovoltaik Fassade Ost	kWh/m²a	15,0		0,0
Photovoltaik Fassade Süd	kWh/m²a	17,0		k.a
Photovoltaik Fassade West	kWh/m²a	15,7		0,0
Photovoltaik Fassade gesamt	kWh/m²a	15,7		
Photovoltaik gesamt	kWh/m²a	22,7	55,8	
Netzbezug	kWh/m²a	78,0	19,9	
Netzeinspeisung	kWh/m²a	0,0	26,8	
Eigenertragsnutzung	%	100,0	52,0	56,0
Eigenbedarfsdeckung	%	30,0	32,0	89,0

Energetische Kenngrößen unter Wettbewerbsbedingungen	Einheit	coLLab	deeply high	levelup
Stromverbrauch	kWh/m²	1,0		1,5
Stromertrag	kWh/m²	1,0		2,9
Eigenertragsnutzung	%	65,3		
Eigenbedarfsdeckung	%	65,7		
Warmwasserbedarf	l/m²			

Kenngrößen Zirkularität und Ökobilanz (ohne TGA)	Einheit	coLLab	deeply high	levelup
Urban Mining Indicator	%	74,0	59,6	72,0
Treibhauspotenzial Herstellung (A1–A3)	t CO <sub>2</sub> /m²	–33,0	–6,0	–118,6
Treibhauspotenzial Austausch (B4)	t CO <sub>2</sub> /m²	0,0	13,0	
Treibhauspotenzial Entsorgung (C3–C4)	t CO <sub>2</sub> /m²	65,0	45,0	289,9
Gutschriften außerh. d. Bewertungsgrenzen (D)	t CO <sub>2</sub> /m²	–25,0	–34,0	–159,8
Treibhauspotenzial Gesamt	t CO <sub>2</sub> /m²	1,5	18,7	11,6
Treibhauspotenzial je Bezugsfläche und Bezugszeit (50 a)	kg CO <sub>2-eq</sub> /m²a		3,8	



LOCAL+	MIMO	RoofKIT	X4S
keine	Speicherung des Regenwassers in zwei wiederverwendeten Stahlbehältern	Auffangen des Regenwassers in 2 Regenwassertonnen	keine
–	2 x 400	1800	
keine	keine		keine
–	–		–
Duschwannen-Wärmetauscher Joulia	nur in Design Challenge	nur in Design Challenge	über Duschrinne mit Wärmetauscher
25	–		ca. 30 %
LOCAL+	MIMO	RoofKIT	X4S
19,0	26,7 (Wohnmodule), 90,6 (Klimahülle)	25,9	23,4
23,0	30,8	26,4	24,3
14,9	17,2	22,1	16,3
23,0	48,0	48,5	24,3
4,4	2,1	9,1	32,5
5,0	5,9	5,1	45,4
2,2	4,1	0,2	2,2
1,8	1,8	0,1	2,9
18,0	15,8	44,9	20,0
0,5	0,2	0,4	keine Angabe
27,5	29,9	59,7	42,9
58,5	53,8		41,3
317,6	285,0		
	17,6		0,0
20		60,8	0,0
	17,4		0,0
20	35,0	60,8	64,4
	8,1		83,6
7,2	3,9		115,4
	7,8		0,0
7,2	19,8		198,9
27,2	54,8	60,8	263,3
17,4	16,5	10,2	21,4
7,4	26,8	11,3	85,8
57,5	61,0	83,0	
36,6	92,0	99,7	
LOCAL+	MIMO	RoofKIT	X4S
0,9	1,4	2,2	1,6
1,3	1,0	3,2	2,5
70,0	100,0	55,0	
100,0	43,0	78,0	
	9,7		
LOCAL+	MIMO	RoofKIT	X4S
80,1	62,0	100,0	52,8
–40,0	1,0	–30,00	–58,0
13,0	–3,0	0,0	1,0
88,0	184,0	54,00	116,0
–50,0	–155,0	–19	–46,0
11,6	27,0	5,10	12,7
1,5	3,8	1	1,3
including service systems			

## Internationale Teams

### AuRA – Grenoble, Frankreich

Nationale Architekturschule von Grenoble

Aufgabe: Sanierung & Erweiterung

Projektstandort: Hotel „Zwei Schwestern“,  
Château-Bernard

HDU: 64 m<sup>2</sup>, 1 Geschoss, 28 m<sup>2</sup>/P



Abb. 322: HDU Team AuRA

### Azalea – Valencia, Spain

Polytechnische Universität Valencia

Aufgabe: Baulückenschließung

Projektstandort: Barracas (traditionelle  
valencianische Wohnhäuser), Valencia

HDU: 71 m<sup>2</sup>, 1 Geschoss, 38 m<sup>2</sup>/P



Abb. 323: HDU Team Azalea

### EFdeN – Bukarest, Rumänien

Universität für Architektur und Stadtplanung „Ion Mincu“, NGO

Aufgabe: Sanierung & Aufstockung

Projektstandort: Café Ada, Wuppertal

HDU: 140 m<sup>2</sup>, 1 Geschoss, 43 m<sup>2</sup>/P



Abb. 324: HDU Team EFdeN





Abb. 325: HDU Team FIRSTLIFE

### **FIRSTLIFE – Prag, Tschechien**

Tschechische Technische Universität Prag

Aufgabe: Sanierung & Aufstockung

Projektstandort: Studierendenwohnheim, Prag

HDU: 68 m², 1 Geschoss, 66 m²/P



Abb. 326: HDU Team Lungs of the City

### **Lungs of the City – Pécs, Ungarn**

Universität Pécs

Aufgabe: Baulückenschließung

Projektstandort: Felsővármház Straße, Pécs

HDU: 139 m², 2 Geschosse, 12 m²/P



Abb. 327: Visualisierung Building Design Team SAB – © Team SAB

### **SAB – Bangkok, Thailand**

Universität Bangkok

Aufgabe: Baulückenschließung

Projektstandort: Bandstraße, Wuppertal

HDU: wurde nicht in Wuppertal aufgebaut und ausgestellt





### **SUM – Delft, Niederlande**

Technische Universität Delft

Aufgabe: Sanierung & Aufstockung

Projektstandort: Mietwohnungen, Den Haag

HDU: 102 m<sup>2</sup>, 2 Geschosse, 23 m<sup>2</sup>/P



Abb. 328: HDU Team SUM

### **TDIS – Taipeh, Taiwan**

Yang-Ming-Chiao-Tung-Nationaluniversität  
(nycu), Taipeh

Aufgabe: Baulückenschließung

Projektstandort: Stadtbezirk Datong, Taipeh

HDU: 123 m<sup>2</sup>, 2 Geschosse, 23m<sup>2</sup>/P



Abb. 329: HDU Team TDIS

### **Team Sweden – Göteborg, Schweden**

Technische Hochschule Chalmers

Aufgabe: Sanierung & Aufstockung

Projektstandort: Supermarkt, Göteborg

HDU: 57 m<sup>2</sup>, 1 Geschoss, 32 m<sup>2</sup>/P



Abb. 330: HDU Team Sweden





Abb. 331: Visualisierung HDU Team UR-BAAN

### **UR-BAAN – Bangkok, Thailand**

König Mongkuts Technische Universität  
Thonburi (KMUTT)

Aufgabe: Sanierung & Aufstockung

Projektstandort: Reihenhäuser mit  
Geschäften im Erdgeschoss, Bangkok

HDU (wurde nicht in Wuppertal aufgebaut  
und ausgestellt): 117 m<sup>2</sup>, 2 Geschosse, 23  
m<sup>2</sup>/P

**urbæan**



Abb. 332: HDU Team VirtuE

### **VirtuE – Eindhoven, Niederlande**

Technische Universität Eindhoven

Aufgabe: Sanierung & Aufstockung

Projektstandort: Café Ada, Wuppertal

HDU: 63 m<sup>2</sup>, 1 Geschoss, 19 m<sup>2</sup>/P



## Schlusswort

Wir sagen „Ja! – Es hat sich gelohnt“. Auch wir Studierenden sind voller Begeisterung für das Projekt, gehen mit guten Erinnerungen und blicken hoffnungsvoll in die Zukunft.

Uns hat der Solar Decathlon Europe 21»22 gezeigt, wie viel Aufwand, Mühe und Durchsetzungsvermögen es kostet, den Rahmen des Bauens nach dem heutigen Standard zu verlassen. Dabei haben wir immer nach neuen kreativen und innovativen Lösungen gesucht, um diese in unsere Projekte zu integrieren.

Wir stellen uns eine weitere Frage: Was nehmen wir mit?

Wir alle haben unterschiedliche Emotionen, Erlebnisse und Erkenntnisse in der Zeit gesammelt. Für viele war die Teilnahme an einer tatsächlichen Umsetzung eines studentischen Bauvorhabens im Maßstab 1:1 ein ganz besonderes Erlebnis. Oftmals sind Studienjahre hauptsächlich von Theorie und Forschung geprägt, Anwendung und Umsetzung treten dabei in den Hintergrund. Der Solar Decathlon Europe 21»22 hat vielen von uns die Chance geboten, neben der Erarbeitung von theoretischen Grundlagen einfach mal die Ärmel hochzukrempeln und selbst anzupacken. Es wurde schnell klar: sowohl Theorie als auch Praxis sind gleichermaßen herausfordernd.

Sicherlich bleibt für alle die besondere Erfahrung in interdisziplinären Teams zusammengearbeitet zu haben. Sei es in den eigenen Teams, gemeinsam mit den Wettbewerbsveranstalter:innen als auch mit den konkurrierenden Universitäten. Dabei werden wir die einzigartige Stimmung und Erfahrung auf dem Campus Gelände in Wuppertal gemeinsam niemals vergessen.

Eine Gemeinsamkeit hatten alle Teams bereits im Voraus des Wettbewerbs: das Bewusstsein für eine nachhaltige und zukunftsorientierte Umwelt. Dies machte den persönlichen Austausch mit Gleichgesinnten auf der ganzen Welt, ob fachlich oder persönlich, besonders prägend.

Was jede mitwirkende Person auf alle Fälle mitgenommen hat, ist das Gefühl, gehört zu werden. Wir konnten innerhalb des Wettbewerbs Ideen und Innovationen zeigen, die eine verbesserte und nachhaltige Zukunft im Bauen ermöglichen. Innerhalb des Studiums entstehen sehr viele Projekte und Ideen, die mit der Zeit unter neuen Papierstapeln verschwinden. Bei diesem Projekt aber waren über 100 000 Besucher:innen auf dem Campusgelände, Einwohner:innen aus Wuppertal und Umgebung, Fachinteressierte aus der ganzen Welt und Medienkanäle aller Art kamen vorbei und ließen sich von unseren Arbeiten inspirieren. Diese Erfahrung gibt uns allen die Motivation, weiter an Projekten zu arbeiten, die das zukünftige Bauen in Hinblick unserer Umwelt verbessern.

**Das heutige Bewusstsein über die Verantwortung des Morgens verbindet uns alle.**

Aus diesem Grund dient dieses Buch allen Beteiligten als Erinnerung an eine unvergessliche und prägende Zeit und gleichzeitig soll es motivieren und aktivieren.







# Anhang





# Teamprofil coLLab

## Studentisches Team

Sophia	Agorastos
Jeremias	Baier
Simon	Beirle
Lotta	Blind
Luisa	Claus
Karolin	Dietrich
Eva	Dimitrijevic
Marco	Dippon
Annika	Elsner
Robin	Fuchs
Julia	Gessner
Carmen	Giehl
Hannes	Greule
Marc	Hagmann
Frederik	Heck
Svenja	Herb
Bianca	Hettinger
Yannik	Heyd-Hansen
Annika	Hinterholzinger
Arne	Hornef
Hannes	Hötzel
Benjamin	Huber
Niklas	Humm
Saskia	Huttenlocher
Marie	Jähnsch
Katharina	Kaisser
Erol	Kizil
Annika	Kötzel
Lukas	Krull
Judith	Leppert
Konrad	Löchner
Kilian	Merz
Lukas	Möller
Clemens	Mueller
Marius	Neumann
Judith	Rosemeier
Luis	Rosenfelder
Lars	Roth
Moritz	Sambeth
Tobias	Schätzle
Paul	Schroth
Florian	Singer
Sophia	Stettner
Tizian	Thum
Henning	Vogel
Michael	Walther
Frank	Wetzel
Lisa	Wunn
Yannik	Zelenka



## **Projektleitung**

Prof. Dr. Jan Cremers  
Projektkoordination und Faculty Advisor

Sebastian Baier  
Architektur und Baukonstruktion

Lukas Fischer  
Vorfertigung und Bauleitung

Annabell Gronau  
Projektmanagement und Kommunikation

Jonas Stave  
Energiekonzeption und TGA

Clarissa Werner  
Student Leader Architektur

Alessia Gruber  
Student Leader BIM

## **Projektmitarbeitende und unterstützende Professor:innen**

### **Verwaltung**

Katharina Diekhans  
Christine Diesendorf  
Dr. Doreen Kirmse  
Prof. Dr. Katja Rade  
Uwe Sauerbrey  
Michael Hoschek

### **Architektur & Konstruktion**

Prof. Jens Betha  
Innenarchitektur

Jutta Schädler  
Szenografie

Prof. Peter Schlaier  
Architektur

Albert Stöcker

Prof. Andreas Kretzer  
Innenarchitektur

## **Gebäudetechnologie**

Siegfried Baumgartner  
Prof. Volkmar Bleicher  
Dr. Tobias Erhart

### **Tragwerksplanung**

Prof. Dr. Steffen Feirabend  
Prof. Dr. Heiner Hartmann

### **Licht Design**

Sabine Wiesend

### **Urban Mobility**

Prof. Dr. Lutz Gaspers

### **Realisierbarkeit & Wirtschaftlichkeit/ LCA**

Prof. Thomas Kindsvater  
Elias Schwemin

### **Werkstätten**

Jürgen Aldinger  
Romano Bianci  
Holger Bittenberg  
Willi Mauch  
Philipp Spoun  
Alexander Wetzel

### **Unterstützung / Lehrprojekte**

Prof. Dr. Andreas Beck  
Prof. Lutz Dickmann  
Prof. Dr. Falko Dieringer  
Maximilian Haag  
Prof. Dr. Georg Hauer  
Prof. Dr. Uli Jakob  
Anne Karwath  
Beate Kleinewefers  
Bettina Laser  
Prof. Andreas Löffler  
Prof. Dr. Claus Nesensohn  
Robert Otto  
Prof. Ralf Petersen  
Andreas Schmitt  
Elena Schön  
Andreas Waggershauser

coLlab



## Sponsoring

Albrecht JUNG GmbH & Co. KG  
ASCA – ARMOR solar power films GmbH  
Bau-Fritz GmbH & Co. KG.  
Baumgartner GmbH  
Carl Stahl ARC GmbH  
Dimplex Deutschland GmbH  
elka Holzwerke GmbH  
Geberit Vertriebs GmbH  
Hahn Lamellen Fenster GmbH  
Helix Pflanzensysteme GmbH  
Hörburger AG  
iGuzzini illuminazione Schweiz AG  
Infinite Flex GmbH  
LEDlinear GmbH  
LIFTTEC GmbH  
LWKonzept  
nora systems GmbH  
Offgridtec GmbH  
ORB. Atelier für Lichtgestaltung  
Robert Bosch Hausgeräte GmbH  
Schreinerei Fischer  
Schuster Innenausbau  
Sika AG  
Stahlbau Süssen GmbH  
str.ucture GmbH  
Transsolar Energietechnik GmbH  
VOLA GmbH  
WAGO Kontakttechnik GmbH & Co. KG  
XAL GmbH

Verein der Freunde Hochschule für Technik  
Stuttgart e.V.

Knödler-Decker-Stiftung

Wohnbau Metzger GmbH + Co. KG

Bundesministerium für Wirtschaft und  
Klimaschutz

Ministerium für ländlichen Raum –  
Holzbauoffensive BW

# Teamprofil deeply high



## Studentisches Team

Alexander	Kallies
Alexander	Pfleiderer
Ali Uğur	Tülüoğlu
Annika	Uven
Asude	Erdoğan
Ayşegül	Oruçoglu
Begüm	Eser
Benan	Karacan
Benedikt	Pfleiderer
Bennet	Slepica
Burak	Belli
Cem	Firat
Chantal	Keyvork
Çisem	Yaşin
Ege	Nurcan
Ekim	Öztürk
Fenja	Becher
Firdevs Emine	Sezer
Florian	Lotties
Hannah	Sauer
Hasibe Akın	Demir
Havva Nur	Yetkin
Hazal	Taşkın
Henrik	Rehmke
Inken	Bork
Irmak	Öztürk
Jakob	Göring
Jan Ole	Berger
Jasper	Starke
Jil	Hoffmann
John	Veicht
Johanna	Schnüll
Julia	Burmester
Karina	Kreker
Laura	Kern
Lauritz	Ewerien
Lena	Heisler
Marvin	Martin
Mehmet	Cılızlar
Melike	Ersoy
Mohammad	Akel
Murat Can	Şarkalkan
Musa Kerim	Karaca
Niklas	Jäger
Nina	Nevermann
Paul	Tschense
Philipp	Jacobs
Philipp	Jatzlau
Reha	Demir
Rizal Leon	Ma'mum
Sebastian	Pfleiderer
Selen	Vardarli
Serhat	Şahinler
Smilla	Milewski
Şule	Otçu
Tabea	Kurtze
Tim Oliver	Schmidt
Urs	Seel
Veysi	Demir
Yunus Emre	Tugay
Zeynep	Cetin



**Projektleitung und Gesamtkoordination**

Heiner Lippe

**Bauliche Koordination**

Stefan Gruthoff

**Projektmanagement**

Ali Uğur Tülüoğlu

Annika Uven

Mareike Thiedeitz

**Verantwortliche Studierende****Bauleitung**

Paul Tschense

**Architektur**

Alexander Pfeiderer

Paul Tschense

**Innenarchitektur + Tischlerarbeiten**

Chantal Keyvork

John Veicht

**Baukonstruktion, Statik**

Inken Bork

Marvin Martin

**Haustechnik**

Musa Kerim Karaca

**Fotovoltaik**

Hazal Taşkın

Julia Burmester

**Rooftop und Algaetecture**

Hasibe Akin Demir

Melike Ersoy

Zeynep Cetin

**Kommunikation**

Ilgin Yeşim Eldes

**Nachhaltigkeit**

Irmak Öztürk

Firdevs Emine Sezer

**Mobilität**

Begüm Eser

Burak Belli

Çisem Yaşin

**Mitarbeitende und Professor:innen**

Elif Kısar Koramaz (Stadtplanung; ITU)

Ilgin Yeşim Eldeş (Communication; ITU)

Ismail Celik (Haustechnik, BIM; ITU)

Jens Emig (Mobilität; THL)

Katja Wickert (Kommunikation, Events; THL)

Kerem Koramaz (Stadtplanung; ITU)

Liv Siebert (Beratung PV/organische PV; THL)

Michael Locher (Baubestand; THL)

Murat Cakan (Koordination Istanbul; ITU)

Neslihan Özmann (Beratung Algaetecture; ITU)

Özgür Üstün (Elektrotechnik/PV; ITU)

Stefan Gruthoff (Bauliche Koordination; THL)

und weitere ...





**Unterstützende  
(materiell, finanziell, beratend)**

AIK – Architekten- und Ingenieurkammer  
Schleswig Holstein (Kiel)

Akim Engineering – Fatma + Suleyman  
(Istanbul)

AWB-Ingenieure – GmbH (Lübeck)

B.A.U. – Bund Architektur und Umwelt e.V.  
(Berlin)

Baugenossenschaft Mittelholstein eG (Kiel)

BDB – Bund Deutscher Baumeister,  
Architekten und Ingenieure (Berlin)

BSP Architekten BDA (Kiel)

ÇEDBİK – Turkish Green Building Council  
(Istanbul)

conluto gmbh & co. kg (Blomberg)

DAIKIN Airconditioning Germany GmbH  
(Unterhaching/München)

DÜZCE CAM (Istanbul)

EG Mimarlık (ISTANBUL)

ENGY – Biyoteknoloji Ar-Ge LTD. ŞTi  
(Istanbul)

Fibrobeton Building Components Industry.  
Const. Tic. Inc. (Istanbul)

Forbo Flooring GmbH (Paderborn)

Friedrich Schütt + Sohn Baugesellschaft  
mbH & Co. KG (Lübeck)

GC Großhandels Contor GmbH (Bremen)

Grewe GmbH (Werne)

Holzland Klatt – Friedrich Klatt GmbH  
(Lübeck)

Johann Oldenburg – Gerüstbau und  
Tischlerei GmbH (Lübeck)

Kulturwerkstatt Ins Blaue e.V. (Remscheid)

Ray Sigorta – Vienna Insurance Group  
(Istanbul)

Reeder & Kamp KG (Wuppertal)

str.ucture GmbH (Stuttgart)

T.C. Karsiyaka Belediyesi (Istanbul)

Tischlerei und Innenausbau Witt (Zecherin/  
Usedom)

Vigour GmbH (Berlin)

VNW – Die Wohnungswirtschaft  
Norddeutschland (Hamburg)

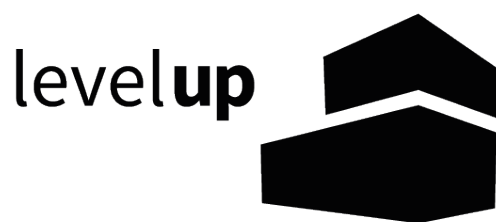
WARO MSR-Technik GmbH (Lübeck)

WILKES Kunststoffe (Schwelm)

WÜRTH (Künzelsau-Gaisbach)

Zimmerei Stamer (Lübeck)

## Teamprofil levelup



### Studentisches Team

Dominik	Borgas
Roman	Daudrich
Lisa	Ecker
Jonas	Elste
Isabella	Förderreuther
Jean	Fraundorfer
Matthäus	Frick
Torben	Geipel
Raphael	Häring
Ruwen	Hengsteler
Patricia	Leitenbacher
Daniel	Maier
Tom	Mayer
Robert	Nembach
Julian	Obermaier-Eichner
Daniel	Peise
Matthias	Renner
Michael	Rizzi
Daniel	Rohleder
Robert	Schall
Sören	Schröckenschlager
Helmut	Schwarzenbeck
Merlin	Sodat
Katja	Thomas
Alexander	Tiedemann
Thomas	Wall
Florian	Weides
Oliver	Wissmann
Max	Zahn
Bernhard	Zarnitz

### Studentische Teamleitung

Julia	Bachmaier
Giulia	Bettini
Michael	Hobmaier
Marinus	Limbrunner
Sebastian	Obermaier
Julia	Paternoster
Nadja	Pollack
Matthias	Rummelsberger
Sabrina	Sehnal
Lukas	Steiner
Jakob	Werner
Markus	Wirnsberger
Tim	Ziegler

### Ehemalige studentische Teamleitung

Ines	Mizera
Barbara	Salzeder
Julian	Scheuring
Nadine	Socher



## **Projektleitung**

Prof. Dr. Jochen Stopper  
Innenarchitektur, Architektur und Design

M. Sc. Andreas Boschert  
Zentrum für Forschung, Entwicklung und Transfer

Dipl.-Ing. (FH) Yona Schmäzle  
Zentrum für Forschung, Entwicklung und Transfer

## **Projektmitarbeitende und unterstützende Professor:innen**

### **Zentrum für Forschung, Entwicklung und Transfer**

Dipl.-Ing. (FH) Wolfgang Alversammer  
Julia Baumann  
M. Sc. Karsten Binnerer  
Dipl.-Betriebswirt Marie-Theres Frank  
M.Sc. Markus Hartmann  
M.A. Henrike Martius  
M.Sc. Ferdinand Sigg  
Dipl.-Ing. (FH) Hanno Werning

### **Innenarchitektur, Architektur und Design**

Alfred Brinker  
Ludwig Eder  
Matthias Gieraz  
Stefan Guggenbichler  
Prof. Rainer Hägele  
Prof. Dr. Michael Körner  
Prof. Martin Kühfuß  
Prof. Anette Ponholzer  
Prof. Mathias Wambsganß  
Prof. Gabriel Weber  
Prof. Michaela Wolf

### **Informatik**

Prof. Dr. Gerd Beneken  
B. Sc. Andreas Magerl

### **Energie- und Gebäudetechnologie**

Prof. Dr.-Ing. Frank Buttinger  
Prof. Dr.-Ing. Gerhard Friedsam  
Prof. Dr. Heidrun Grau  
Prof. Dr. Harald Krause  
Prof. Dr. Michael Krödel  
Dipl.-Ing. (FH) Rainer Mühlberger  
Prof. Dr.-Ing. Isabell Nemeth  
Prof. Dr.-Ing. Andreas Rabold  
Erwin Resch  
Prof. Uli Spindler  
Prof. Mike Zehner

## **Holztechnik und Bau**

M. Eng. Ralf Beier  
Prof. Andreas Betz  
Prof. Erwin Friedl  
Prof. Ulrich Grimminger  
Prof. Rainer Grohmann  
Christian Hörfurter  
Dipl.-Ing. (FH) Wolfgang Kopala  
Prof. Christian Kortüm  
Dipl.-Ing. (FH) Siegfried Lechner  
Prof. Dr. Peter Niedermaier  
Prof. Thorsten Ober  
Prof. Dr. Jochen Pfau  
Dipl.-Ing. (FH) Florian Resch  
Prof. Arthur Schankula  
Dipl.-Ing. (FH) Wolfgang Schmidt  
Michael Stocker  
Prof. Meike Töllner

## **Wirtschaftsingenieurwesen**

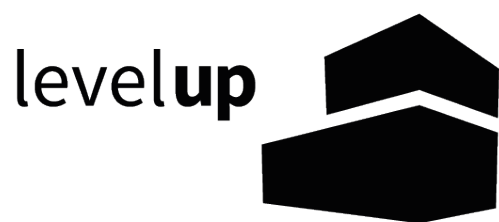
Prof. Dr.-Ing. Sandra Krommes  
Prof. Dr. Klaus Wallner

## **Betriebswirtschaft**

Prof. Dr. Bernd Hacker  
Prof. Dr. Brigitte Kölzer  
Prof. Dr. Valentin Schiefele

## **Weitere**

Holger Schultz  
Brian Ginder  
Andreas Embacher  
Josef Kometer  
Markus Rieß





## Sponsoring

Interpane Glas Industrie AG  
ALPI Deutschland GmbH / ALPI Caneco  
auxalia GmbH  
B&O Gruppe  
Bayerischer Bauindustrie Verband e.V.  
BELIMO Stellantriebe Vertriebs GmbH  
best wood SCHNEIDER GmbH  
BIMR  
BSH Hausgeräte GmbH  
BYD Company Limited  
Caala GmbH  
CampusRo Projektentwicklungs GmbH & Co. KG  
Cibes Lift Deutschland GmbH  
CLAYTEC GmbH & Co. KG  
Complex-Farben Schellhorn Josef GmbH  
Conexio-PSE GmbH  
Dirk Söndgerath / Innovative Heiztechnik  
dormakaba Deutschland GmbH  
Duschl Ingenieure GmbH & Co. KG  
Ecoforest  
Ed. Züblin AG  
EFT-Systems GmbH  
Elka-Holzwerke GmbH  
ELTAKO GmbH  
EPLAN GmbH & Co. KG  
Fineo by AGC  
Fischbacher Gerüstbau GmbH  
Flötzingen Brauerei Franz Steegmüller GmbH & Co. KG  
Fronius Deutschland GmbH  
GKK GmbH & Co. KG  
GRWS Wohnungsbau und Sanierungsgesellschaft  
der Stadt Rosenheim mbH  
GUTEX Holzfaserplattenwerk  
H. Henselmann GmbH & Co. KG  
Häfele SE & Co. KG  
Hilti Deutschland AG  
Hobmaier Haustechnik GmbH & Co. KG  
Huber & Sohn GmbH & Co. KG  
ift Rosenheim GmbH  
Instalighting GmbH  
INTEWA GmbH  
J. N: KREILLER KG  
James Hardie Group  
Joulia SA  
KNIPEX-Werk  
Konstrukt AG mit Partner Lucama  
Lignotrend Produktions GmbH  
MDT technologies GmbH

Memodo GmbH  
Meteotest AG  
Norit  
OBI GmbH & Co. Deutschland KG  
Oventrop GmbH & Co. KG  
Pichler Werkzeug GmbH  
Pröbstl Holz GmbH  
Quest Baukultur GmbH  
RAICO Bautechnik GmbH  
Raimund Beck KG  
RHEINZINK GmbH & Co. KG  
Rieder Bau GmbH & Co. KG  
Robert Bosch Power Tools GmbH  
Röckl Flachdachbau GmbH  
ROTHO BLAAS SRL  
Rubner Türen GmbH  
SAILER GmbH  
Salvia Elektrotechnik GmbH  
Sanitär Heinze GmbH & Co. KG  
Sarnfail by Sika Deutschland GmbH  
Schüller Möbelwerk KG  
Seeoner Kreis e.V.  
Siedlungswerke Nürnberg  
SIGA Cover GmbH Deutschland  
Sika Deutschland GmbH  
SOLAR-COMPUTER GmbH  
Solibri Inc  
SORAA  
Sparkassenstiftung Landkreis Rosenheim  
Sparkassenstiftung Stadt Rosenheim  
Spenglererei Karl Banjai  
Staatliche Fachschule Rosenheim (Holztechnik)  
Steico SE  
Sulzer Pumpen GmbH  
SUNOVATION Produktion GmbH  
SWISS KRONO AG  
Tjiko GmbH  
Tobler GmbH & Co. KG / dormakaba Holding AG  
Ushio Germany GmbH  
Valentin Software GmbH  
Vela Solaris AG  
vrame Consult GmbH  
W. Markgraf GmbH & Co. KG  
WAGKO Kontaktechnik GmbH  
Warema  
Werndl & Partner GmbH  
xoio GmbH  
Zimmerei Lukas Germerott UG

# Teamprofil LOCAL+



## Studentisches Team

Simon	Beckers
Bosse	Birmes
Laura	Böhmer
Daniela	Brücker
Nicolas	Butsch
Samuel	Butsch
Florian	Dittmann
Lena	Dückers
Markus	Fleuth
Isabelle	Goertz
Lukas Immanuel	Gross
Vera	Gruber
Majid	Hajhashemi
Melanie Franziska	Heupel
Manuel	Holzer
Raphael	Hüttinger
Simon	Joußen
Dominik	Leinders
Anna	Lennartz
Maximilian	Lindner
Felix	Lüdicke
Harshvadan Shashikant	Modi
Anastasia	Nevzorova
Alva	Nickels
Lukas	Nießen
Franz Sam	Plesch
Alexander Benjamin	Schier
Inci	Temizer

## Projektleitung

Jörg Wollenweber  
Faculty Advisor

Thomas Lehmann  
Projektmanager

Matthias Funken  
Architektur

Jagdishkumar Ghinhaya  
Energie- und Gebäudetechnik

Jael Schröder  
Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit

Leon Pilarczyk  
Studentische Teamleitung



## **Projektmitarbeitende und unterstützende Professor:innen**

### **Architektur & Konstruktion**

Thomas Wach  
Beratender Architekt

### **Gebäudetechnologie**

Prof. Dr. Ulf Herrmann  
Energiesysteme

Dr. Joachim Götsche  
Energiesysteme

Alexander Dau  
Elektrotechnik

### **Tragwerksplanung Gebäude**

Dr. Jochen Stahl  
Beratender Ingenieur

### **Smart Building Engineering**

Prof. Dr. Bernd Döring

### **Urban Mobility**

Prof. Dr. Christoph Hebel  
Verkehrs- und Mobilitätsmanagement

### **Realisierbarkeit & Bezahlbarkeit, Lebenszyklusanalysen**

Tim Sassen  
Nachhaltige Projektkalkulation

## **Lehre**

Prof. Dr. Evelin Rottke  
TWL

Prof. Dr. Anke Fissabre  
Geschichte & Theorie

Prof. Isabell Finkenberger  
Stadt-Land

Prof. Thomas Tünnemann  
Methodisches Gestalten

Prof. Frank Hausmann  
Gebäudelehre

Prof. Markus Hermann  
Ressourcenoptimiertes Planen und Bauen

Hon. Prof. Edward Zoworka  
Methodisches Gestalten

Prof. Stefan Werrer  
nachhaltige Quartiersentwicklung

## **Unterstützt durch**

FH Aachen  
Solar-Institut Jülich  
Festtool GmbH  
Geberit Vertriebs GmbH  
Kempen Krause Ingenieure GmbH  
Layher Holding GmbH & Co. KG  
liNear Gesellschaft für konstruktives Design  
Madaster Germany GmbH  
Prokühlsole  
SPAX International GmbH & Co. KG





## **Sponsoring**

### **Platin**

Alexander Maier GmbH

Cityarc

Natur Haus Eugène Anny

Vertiko GmbH –  
Vertikalbegrünungskonzepte /  
Optigrün international AG /  
Jakob Leonhards Söhne GmbH & Co. KG

### **Gold**

alwitra GmbH

ArgillaTherm GmbH

Bosch Thermotechnik GmbH

DELTA LIGHT GmbH

Deutsche Foamglas GmbH

Formitas AG

W. u. J. Derix GmbH & Co. | Poppensieker  
& Derix GmbH & Co. KG

Zehnder Group Deutschland GmbH

### **Silber**

Baumschule Lorenz von Ehren GmbH & Co. KG

Blum GmbH

Claytec GmbH & Co. KG

FRANKE

Hautech GmbH

Hüppe GmbH

Kellershohn GmbH & Co. KG

KORFF AG

NMC sa

nora systems GmbH

Serge Ferrari GmbH

Sita Bauelemente GmbH

Solar Energy Booster

SUNOVATION Produktion GmbH

Tremco CPG Germany (Ilbruck)

Troldtekt GmbH

UNIFLOOR GMBH

VitrA Bad GmbH

## Teamprofil MIMO



### Studentisches Team

Gabriel	Abu Rabia
Max	Bierbach
Adina	Branescu
Lars	Burmann
Sonja	Cieslinski
Marcella	Crespo
Emma	Damm
Chiara	Decher
Klara	Diedrichs
Pia	Duhme
Güliz	Durgut
Suleima	El Chafei
Diana	Espinosa Lozano
Antonia	Foest
Philipp	Freitag
Helena	Fremerey
Sophia	Gerlach
Tobias	Graef
Danny	Günther
Till	Harder
Christoph	Hartner
Janine	Hering
Mira	Hill
Lena	Hille
Marvin	Hillebrand
Georgina	Hogrefe
Jana	Holländer
Marco	Ideus
Fabian	Kasperek
Vitalii	Kens
Melis	Kilic
Tim	Kouroudis
Kim	Krall
Mario	Lefering
Maren	Leyendecker
Kathrin	Lörpen
Milena	Marsicek
Michael	Michel
Moritz	Munkel
Isabella	Nieling
Christin	Obermauer
Malcolm	Osafo
David	Paul
Patrick	Rathjen
Mareen	Reinelt
Leonie	Sarbo
Lukas	Scheurer
Hendrik	Siems
Anna	Sigloch
Vanessa	Stratmann
Isabelle	Szonn
Florian	Többen
Lem-Joe	Truong
Lisa	van Holt
Luise	Westphal
Cameron	Juna Wiest



## Studentische Teamleitung

Jana	Bauer
Maximilian	Brockerhoff
Ina	Ehrhardt
Alban	Fangmeier
Liwia	Gnoth
Elias	Hoffmann
Patricia	Keck
Linus	Knappe
Nina	Sohnemann

## Projektleitung

Prof. Dr.-Ing. Eike Musall  
Projektkoordination und Gebäudeperformance, Nachhaltigkeit

Prof. Dennis Mueller  
Leitung Architektur und Baukonstruktion

M.A. Lukas Horstmann  
Projekt Management

Dr.-Ing. Maximilian Rödder  
Leitung TGA

M.A. Janina Schleuter  
Projekt und Sponsoring Management

Prof. Christoph Ackermann  
Tragwerksplanung

Prof. Dr.-Ing. Mario Adam  
TGA

M.Sc. Sandra Lohmann  
Finanzen

M.A. Hartmut Raendchen  
Ausführungsplanung

M.A. Stephanie Weis  
Ausführungsplanung

Prof. Dr.-Ing. Holger Wrede  
PV und Elektro

## Teamleitung

M.A. Philipp Behrend  
Planung Küchenmöbel

Prof. Moritz Fleischmann  
BIM

M.Sc. Lena Frank  
TGA und Simulationen

Prof. Jens Herder  
Augmented Reality

Franz Klein-Wiele  
Innenausbau

Prof. Dr. Anne van Rieën  
Soziales Konzept

## Projektmitarbeitende und unterstützende Professor:innen

Prof. Peter Andres  
Lichtplanung

M.A. Kader Arslan  
Innenausbau

Prof. Dr.-Ing. habil. Ali Cemal Benim  
Strömungssimulationen

M.A. Carina Bhatti  
Soziales Konzept

Olaf Czosnowski  
Innenausbau

Prof. Thomas Fenner  
Landschaftskonzept

Prof. Martin Klein-Wiele  
Möbelbau

M.A. Ansgar Krajewski  
Entwurf

Prof. Dr. -Ing. Matthias Neef  
TGA

Georg Nöthe  
Innenausbau

Prof. Judith Reitz  
Entwurf

Olaf Schlacht  
Innenausbau

Tobias Urton  
Innenausbau



#### **Beteiligte Firmen**

##### **HLS**

Georg Gnoth Installation und Heizungsbau

##### **Elektro**

eds Elektro- und Datentechnik Service  
GmbH

##### **Holzbau und Rohbau**

Petershaus GmbH & Co. KG

##### **Möbel- und Innenausbau**

Team MIMO

##### **Fassade und Metallbau/ Fenster und Türen**

Berger GmbH & Co. KG

##### **Edelstahl Dach**

Binder & Sohn GmbH

##### **Dachbegrünung**

GRÜN + DACH

##### **Grünanlagen**

Leonhards

##### **Baustellenequipment**

ZECH Hochbau

##### **Vermessung**

Ingenieur- und Vermessungsbüro  
Ulrike Pennekamp



## **Sponsoring**

### **Öffentliche Hand**

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz

In-LUST – Institut für lebenswerte + umweltgerechte Stadtentwicklung

Landesbetrieb Wald und Holz Nordrhein-Westfalen

Landeshauptstadt Düsseldorf

ZIES – Zentrum für innovative Energiesysteme

### **Platin**

EuroLam GmbH

### **Gold**

Berger GmbH & Co. KG

DEUTSCHLAND.Immobilien AG  
eds GmbH

Erco GmbH

Georg Gnoth Installation und Heizungsbau  
holzius GmbH

Hottgenroth Software AG

Karl Deutsch GmbH & Co. KG

NRW.Bank

Petershaus GmbH & Co. KG

Schüco International KG

SUNOVATION Produktion GmbH

### **Silber**

Ackermann Ingenieure

alstria office REIT-AG

Gira Giersiepen GmbH & Co. KG

Grohe AG

Häfele SE & Co. KG

Junckers Parkett GmbH

LEG Immobilien SE

Miele & Cie. KG

SMA Solar Technology AG

Stiftung Mercator GmbH

Vaillant Deutschland GmbH & Co. KG

Zech Group SE

ZWP Ingenieur-AG

## **Bronze**

ArgillaTherm GmbH

Binder & Sohn GmbH

Carl Stahl ARC GmbH

Cellco GmbH

CLAYTEC GmbH & Co. KG

Création Baumann AG

Deutsche Rockwool GmbH & Co. KG

Geberit Vertriebs GmbH

GRÜN + DACH

GUTEX GmbH & Co. KG

Ingenieur- und Vermessungsbüro Dipl. Ing.  
Ulrike Pennekamp

Jakob Leonhards Söhne GmbH & Co. KG

Leifheit AG

Lithotherm Deutschland GmbH

Reinshagen & Schröder GmbH & Co. KG

Sattler AG

Silent Gliss International AG

SONOS, Inc

Weidmüller Interface GmbH & Co. KG

ZinCo GmbH

## Teamprofil RoofKIT



# RoofKIT

### Studentisches Team

Philip	Brücher
Patrick	Bundschuh
Stefanie	Christl
Luca	Diefenbacher
Florian	D'Ornano
Jonas	Ernst
Dominic	Faltien
Nadine	Georgi
Lukas	Großmann
Aaron	Harter
Johannes	Hasselmann
Louis	Hertenstein
Michael	Hosch
Erik	Hofmann
Maikel	Hollstein
Martin	Kautzsch
Jennifer	Keßler
Nicolas	Klemm
Katharina	Knoop
Sebastian	Kreiter
Anne	Lienhard
Michelle	Montnacher
Fabian	Moser
Friederike	Motzkus
Jana	Naeve
Saskia	Nehr
Julian	Raupp
Alexander	Resch
Sanda	Sandic
Nicolas	Salbach
Julian	Schmidgruber
Natascha	Steiner
Niels	Striby
Dennis	Sugg
Mortiz	Tanner
Sven	Teichmann
Benjamin	Weber
Vincent	Witt
Immanuel	Zeh

### Projektleitung

Regina Gebauer  
Bereich Architektur

Nicolás Carbonare  
Bereich Gebäudetechnologie



## **Projektmitarbeitende und unterstützende Professor:innen**

### **Architektur & Konstruktion Fakultät für Architektur, Professur Nachhaltiges Bauen**

Prof. Dirk E. Hebel  
Sandra Böhm  
Katharina Blümke  
Elena Boerman  
Hanna Hoss  
Philipp Jäger  
Anna-Lena Kneip  
Daniel Lenz  
Manuel Rausch  
Daniela Schneider  
Alireza Javadian  
Nazain Saeidi  
Elke Siedentopp

### **Gebäudetechnologie Fakultät für Architektur, Professur Bauphysik und Technischer Ausbau**

Prof. Andreas Wagner  
Delphine Holzwarth  
Mattis Knudsen  
Isabel Mino Rodriguez

in Zusammenarbeit mit:

#### **ip5 Karlsruhe**

Dipl.-Phys. Klaus Rohlfes

#### **Fachhochschule Offenburg**

Prof. Jens Pfaffert  
Moritz Büböhler  
Marco Oberle

#### **Heinrich-Meidinger-Berufsschule Karlsruhe**

Martin Wortmann-Vierthaler  
Tobias Laminski  
Timo Padöller  
Axel Zutterkirch

#### **FZI Forschungszentrum Informatik**

David Wölfl

## **Tragwerksplanung Gebäude**

### **2hs Architekten und Ingenieure**

Prof. Karsten Schlesier

## **Tragwerksplanung Gerüst**

### **DOKA**

Alexandra Sell  
Markus Wientzek

## **Tragwerksplanung Zirkulation, Sicherheit und Fundamentierung**

### **Fakultät für Architektur, Professur Tragwerksplanung und Konstruktives Entwerfen**

Prof. Riccardo La Magna  
David Andersson

## **Licht Design**

### **Fakultät für Architektur, Professur Bau- physik und Technischer Ausbau**

Prof. Andreas Wagner  
Luciana Alanis

## **Urban Mobility**

### **Fakultät für Architektur, Professur Stadt und Quartier**

Prof. Markus Neppi  
Peter Zeile

## **Realisierbarkeit & Bezahlbarkeit, Lebenszyklusanalysen**

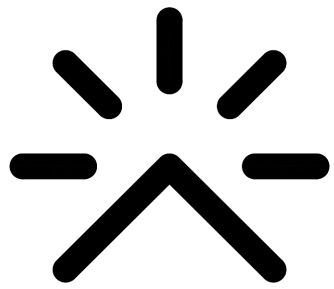
### **Fakultät für Wirtschaftswissenschaften, Professur Ökonomie und Ökologie des Wohnbaus**

Prof. Thomas Lützkendorf  
Daniel Rochlitz

## **Fabrikation**

### **Kaufmann Zimmerei und Tischlerei**

Matthias Kaufmann  
Mario Meusburger



**RoofKIT**



## **Sponsoring**

### **Öffentliche Hand**

Karlsruher Institut für Technologie

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz

Holzbauoffensive Baden-Württemberg –  
Ministerium für Ernährung, Ländlichen  
Raum und Verbraucherschutz

Energy Endeavour Foundation

### **Platin**

Becken Holding GmbH

Bosch

Hornbach Baumarkt AG

Implenia AG

Kaufmann Zimmerei und Tischlerei

Lotto GmbH Baden-Württemberg

Ratisbona Handelsimmobilien

MAGNA Glaskeramik GmbH

2hs Architekten und Ingenieur PartGmbH

### **Gold**

AxSun Solar GmbH & Co. KG

Hilti

Ingenieurgruppe Bauen

Neptu GmbH

Nimbus Group GmbH

ROMA KG

Tecu von KME SE

VOLKSWOHNUNG GmbH, Karlsruhe

Weru GmbH

### **Silber**

Amann – die DachMarke GmbH

BYD Company Limited

Carl Stahl ARC GmbH

Claytec

Deutsche Doka Schalungstechnik GmbH

Dörken GmbH & Co. KG

ecor

fischerwerke GmbH & Co. KG

FREITAG lab. ag

Fronius

Hansgrohe SE

HighLightCubes Held & Olbrisch GbR

Iseke Natursteinbrüche Bergisch Land GmbH

Jung

LastenVelo Freiburg

LUNOS Lüftungstechnik GmbH

M&K Filze GmbH

OpenProject GmbH, Berlin

Platek

RIBAG Licht AG

RotorDC

Solator GmbH

Umweltstiftung der Sparkasse Karlsruhe

Velux

V-ZUG AG

Wieland-Werke AG

Wolff & Müller Holding GmbH & Co. KG

## Teamprofil X4S



### Studentisches Team

Joelina	Bailer
Nadine	Barner
Thomas	Bischoff
Daniel	Buchmiller
Antonio	Castolo
Vera	Ciresa
Anna	Diemer
Denise	Ender
Lucia	Fechner
Joshua	Flaam
Nadine	Gerdung
Lena	Günther
Lorenz	Haag
Matthias	Hering
Victoria	Herrera
Marie-Lise	Hofstetter
Johannes	Holtkamp
Maximilian	Kehrle
Isabelle	Kehrle-Schäfer
Jonas	Keppler
Simon	Khater
Johanna	Kleiser
Valentin	Knöpfle
Jonas	Konrad
Maximilian	Krubitzer
Cedric	Kugel
Elias	Laule
Mark	Lawson
Leonie	Lebherz
Mari	Lewandowski
Max	Linnenschmidt
Lena	Lisowski
Felix	Löhr
Konrad	Melcher
Max	Möschl
Simone	Nitz
Christine	Nigg
Felix	Oppold
Timo	Pahl
Vanessa	Radunz
Tobias	Ritter
Johannes	Ruf
Charlotte	Schick
Antonia	Schoch
Max	Schröder
Jakob	Straub
Sarah	Sturek
Julia	Tangel
Xingying	Wang
Pius	Weidner
Tarik	Welch
Nikolai	Winter
David	Zeller



## **Projektleitung**

Lena Frühschütz  
Projektleitung und Koordination

Marie-Lise Hofstetter  
Kommunikation

Joshua Flaam  
Holzbau

Mari Lewandowski  
TGA Planung

Marc Lawson  
TGA Ausführung

Lucia Fechner  
Innenarchitektur

## **Projektmitarbeitende und unterstützende Professor:innen**

### **Architektur & Konstruktion**

Rainer Weitschies  
Matthias Löbermann  
Ute Meyer  
Max Rimmel  
Kurt Schwaner

### **Gebäudetechnologie**

Gernot Brose  
Volker Wachenfeld  
Jörg Entress  
Alexander Floss

### **Tragwerksplanung Gebäude**

Jörg Schänzlin

### **Tragwerksplanung Zirkulation, Sicherheit und Fundamentierung**

Jörg Schänzlin  
Gerhard Lutz

### **Licht Design**

Andreas Gerber

### **Realisierbarkeit & Bezahlbarkeit, Lebenszyklusanalysen**

Andreas Gerber

### **Fabrikation**

Michael Denzer  
Hannes Schwarzwälder

### **Unterstützt durch**

Zimmererausbildungszentrum Biberach





## **Sponsoring**

### **Öffentliche Hand**

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz

Holzbaupakt Baden-Württemberg  
Ministerium für Ernährung, Ländlichen Raum und Verbraucherschutz

Hochschule Biberach

### **Paket L**

Geberit AG  
Hochtief AG  
Tubesolar AG

### **Paket M**

Alwitra GmbH  
GUTEX Holzfaserplattenwerk  
H. Henselmann GmbH & Co. KG  
  
Technische Alternative RT GmbH  
Paul Bauder GmbH & Co. KG  
Bucher KG  
Consolar Solare Energiesysteme GmbH  
Enerquinn GmbH  
E.u.r.o.Tec GmbH  
Grundfos GmbH  
Holzbau Bildungszentrum  
Joulia SA  
Lignotrend Produktions GmbH  
Maico Elektroapparate-Fabrik GmbH  
Mühlschlegel  
Holzhandelsgesellschaft mbH & Co. KG  
  
OBI Markt Biberach  
MOLL bauökologische Produkte GmbH  
Rapunzel Naturkost  
Serge Ferrari AG  
STEICO SE  
Waterkotte GmbH  
ZinCo GmbH

### **Paket S**

Leviat GmbH  
Thermisto GmbH  
Akademie der Hochschule Biberach  
bau-technik-barth  
BayWa Agrar Biberach  
best wood SCHNEIDER GmbH  
BIOFA Naturprodukte W. Hahn GmbH  
elka-Holzwerke GmbH  
Fahrradprofis  
Grüner und Mühlschlegel  
Bauunternehmen GmbH & Co. KG

Grohe AG  
Gropper Baumaschinen & Transporte  
Ingenieurbüro Mencke & Tegtmeyer GmbH  
KSV Natursteinwelt  
LAYER-Grosshandel GmbH & Co. KG  
OpenProject GmbH  
Reflex-Winkelmann GmbH  
TESVOLT AG  
Threema GmbH  
Topstar GmbH  
Trimble Planca Nova  
ZÜBLIN Timber GmbH  
boesner GmbH  
Robert Bosch GmbH  
Brummerhoop & Grunow GmbH  
C. Flächen Eisenhandel und  
Betonstahlbiegebetrieb

Geiger Unternehmensgruppe  
KNIPEX-Werk C. Gustav Putsch KG  
OBI Markt Wuppertal  
Würth Biberach  
Allplan GmbH  
Biberacher Ernährungsakademie B-EA  
Graphisoft Center Süd  
Mafell AG  
Sinfiro GmbH & Co. KG  
Verfasste Studierendenschaft  
Zimmerei Merten

## **Bildnachweis**

Jürgen Pollack  
Abb. 26

Nicolai Rapp  
Abb. 47, Abb. 55, Abb. 58, Abb. 59,  
Abb. 60, Abb. 61, Abb. 62, Abb. 63,  
Abb. 64, Abb. 66, Abb. 67, Abb. 69,  
Abb. 70, Abb. 71

Bergische Universität Wuppertal  
Abb. 131, Abb. 154

Sigurd Steinprinz | Bergische Universität  
Wuppertal  
Abb. 139, Abb. 140, Abb. 142, Abb. 151,  
Abb. 152, Abb. 153, Abb. 155

Team LOCAL+ (außer separat erwähnt)  
Abb. 167 – Abb. 176

Team MIMO  
Abb. 180, Abb. 200, Abb. 217, Abb. 239,  
Abb. 245, Abb. 246, Abb. 247

Marvin Hillebrand  
Abb. 181, Abb. 206, Abb. 207, Abb. 208,  
Abb. 215, Abb. 219, Abb. 224, Abb. 225,  
Abb. 226, Abb. 227, Abb. 228, Abb. 229,  
Abb. 230, Abb. 231, Abb. 232, Abb. 238


Zooey Braun  
Abb. 263, Abb. 267, Abb. 274, Abb. 275

Team X4S  
Abb. 277 – Abb. 317









**Wie bauen wir in der Zukunft – angesichts des fortschreitenden Klimawandels, schwindender Ressourcen und weiterer vielseitiger gesellschaftlicher Herausforderungen? Und was bedeutet das für die europäische Stadt? Diese Fragen bildeten den Rahmen für den Solar Decathlon Europe 21»22. Sieben deutsche Hochschulteams waren am Start und präsentieren mit diesem Buch ihre Lösungen für ein solares und kreislaufgerechtes Bauen – ergänzt durch Hintergrundinformationen zum Wettbewerb. Eine Inspiration für alle, die an kreativer Architektur sowie innovativen Energie- und Bautechnologien für den Wohnungsbau von morgen interessiert sind.**