

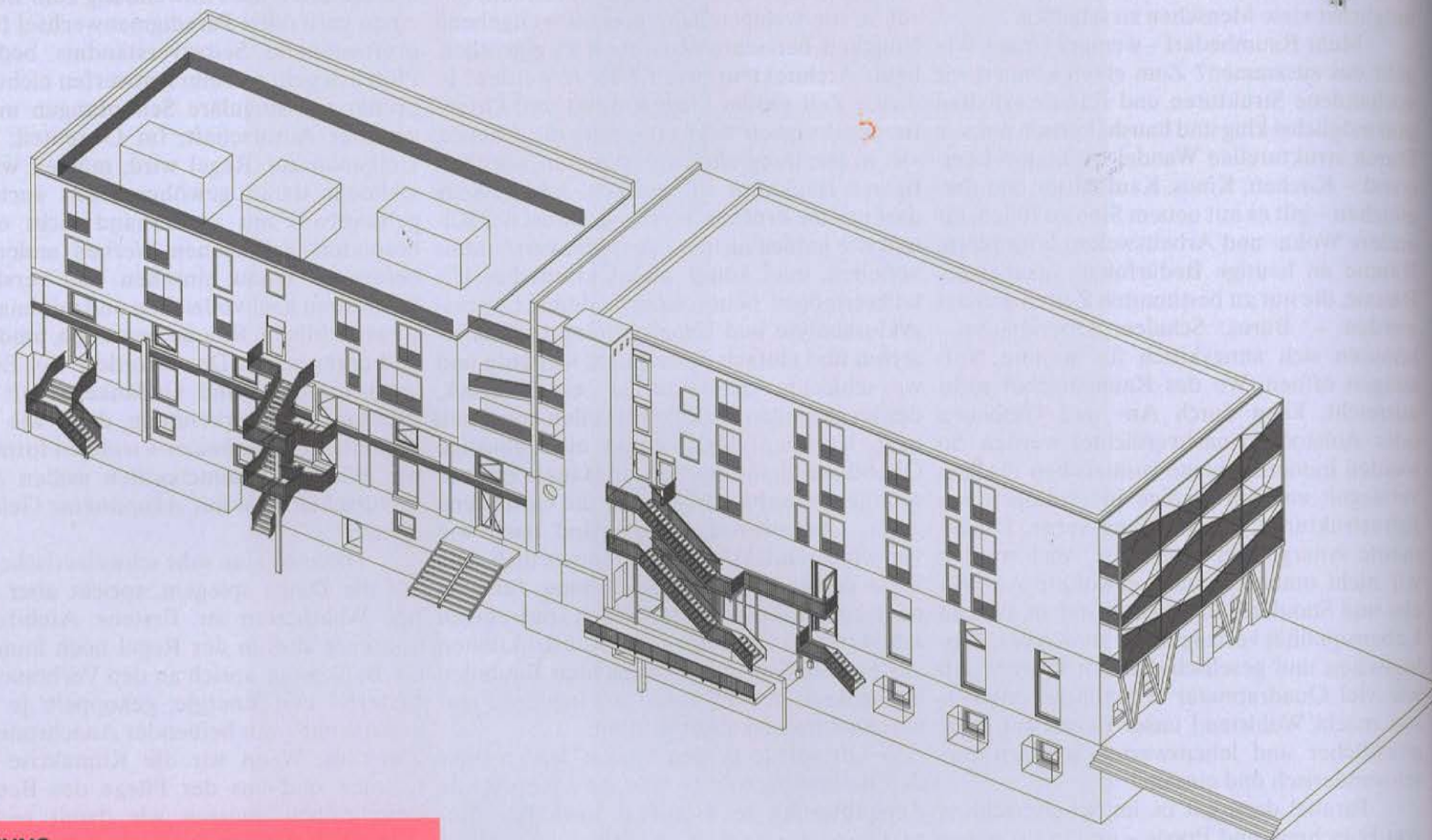
ARCH+

Zeitschrift für Architektur
und Urbanismus

OPEN FOR
MAINTENANCE -
WEGEN UMBAU
GEÖFFNET



CRCLR HAUS



NUTZUNG

Wohnen, Arbeiten, Labor- und Werkstatträume, Repair-Café, Gastronomie, Veranstaltungsort, Gewächshaus mit gemeinschaftlicher Dachterrasse, Gemeinschaftsräume, Spielplatz

GROSSE

6.100 m²

NUTZER*INNEN

CRCLR Living eG und Impact Hub Berlin

BAUHERRIN

TRNSFRM eG

ERBBAURECHTGEBERIN

Terra Libra Immobilien GmbH, Tochtergesellschaft der Stiftung Edith Maryon

ENTWURF

Die Zusammenarbeit – Gesellschaft von Architekten mbH (Berlin) mit baubüro in situ AG (Basel)

INNEAUSBAU

LXSY Architekten

MATERIALPASSÉ UND -INVENTARISIERUNG

Concular

FRAGWERKSPLANUNG

ZRS Ingenieure GmbH

STROHWAND UND AUSFÜHRUNG INNEAUSBAU

Kollektive Baustelle / Heap59 GmbH

BAUBEGINN

2019 (Planung seit 2015)

ORT

Berlin

Das Bauen, weltweit die ressourcenintensivste Branche mit rund der Hälfte des gesamten Rohstoffverbrauchs, muss neu – zirkulär – bewertet werden.¹ Im Gegensatz zur linearen Bauwirtschaft (Rohstoffentnahme – Produktion – Konsumption/Nutzung – Entsorgung/Vermüllung) setzt das kreislauforientierte Bauen nach den Prinzipien der zirkulären Wirtschaft (Cradle to Cradle) darauf, Materialien und Rohstoffe so einzusetzen, dass sie entweder möglichst ohne Qualitätsverlust erhalten und wiedergenutzt, das heißt in einem geschlossenen technischen Kreislauf gehalten, oder komplett abbaubar in den biologischen Kreislauf zurückgeführt werden können. Um graue Energie zu erhalten und Abfall zu vermeiden – Bau- und Abbruchabfälle machen heute über die Hälfte des gesamten Abfallaufkommens in Deutschland aus –, ist die Bestandserhaltung gegenüber Abriss und Neubau zu bevorzugen.

Das seit 2015 auf dem ehemaligen Areal der Kindl-Brauerei im Rollbergkiez in Berlin-Neukölln entwickelte CRCLR Haus ist ein

ABB. 1

Axonometrie des CRCLR Haus aus Nordwesten mit dem gewerblichen Haus Ost (links) und dem fürs Wohnen bestimmten Haus West (rechts).



Modellprojekt des zirkulären Bauens, das auf den zentralen Prinzipien von Erhalt und Umbau des Bestands, der Wiederverwendung ganzer Bauteile und Materialien mit Nutzungsgeschichte sowie der ökologischen und rückbaufähigen (Neu-)Konstruktion beruht. Unter der Bauherrin TRNSFRM eG entsteht auf 6.100 m² ein neues Zentrum für Arbeiten, Wohnen und gemeinschaftsorientiertes Zusammenleben, das von Die Zusammenarbeiter in enger Beratung mit baubüro in situ aus Basel geplant und im Innenausbau durch LXSY Architekten begleitet sowie von Kollektive Baustelle / Heap59 baulich umgesetzt wird.

Das Grundstück, auf dem das CRCLR Haus entsteht, lag über mehrere Jahre brach, bis es 2015 als Teil des 20.000 Quadratmeter großen Vollgut-Areals von der Terra Libra Immobilien GmbH, der deutschen Tochtergesellschaft der Stiftung Edith Maryon, erworben wurde. Die 1990 gegründete, gemeinnützige Schweizer Stiftung zielt darauf ab, Immobilien und Liegenschaften der Spekulation zu entziehen, um dauerhaft ökologische

und sozialverträgliche Projekte zu ermöglichen. Hierfür vergibt sie Grundstücke an Bauherr*innen bzw. Nutzer*innen im Erbbau-recht. Auf diese Weise konnten bereits im Jahr 2008 in Kooperation mit dem Miethäuser Syndikat die Hausgemeinschaft eines der ersten besetzten Häuser nach der Wende in der Rigaer Straße 78 in Berlin erhalten und auch das Anfang der 1990er-Jahre besetzte alternative Wohn- und Kulturhaus Schokoladen im Berliner Brunnenviertel vor der Räumung der angestammten Mieterschaft bewahrt und 2012 aus privater Hand langfristig in gemeinnützigen Stiftungsbesitz übertragen werden. Boden und Bestandsgebäude des Kindl-Areals übergab die Stiftung Edith Maryon im Jahr 2017 an die genossenschaftlich organisierte Baukooperative TRNSFRM eG. Der Erbbau-rechtsvertrag hat eine maximale Laufzeit von 99 Jahren und ist an die Bedingung geknüpft, eine profitorientierte Kapitalisierung des Bodens zu unterbinden, indem Nutzungsentgelte und Mieteinnahmen nicht an mögliche Bodenwertsteigerungen gekoppelt werden. Zudem

ABB. 2

Blick auf die Südfassade des CRCLR Haus im Rollbergkiez in Berlin-Neukölln

7BB.3

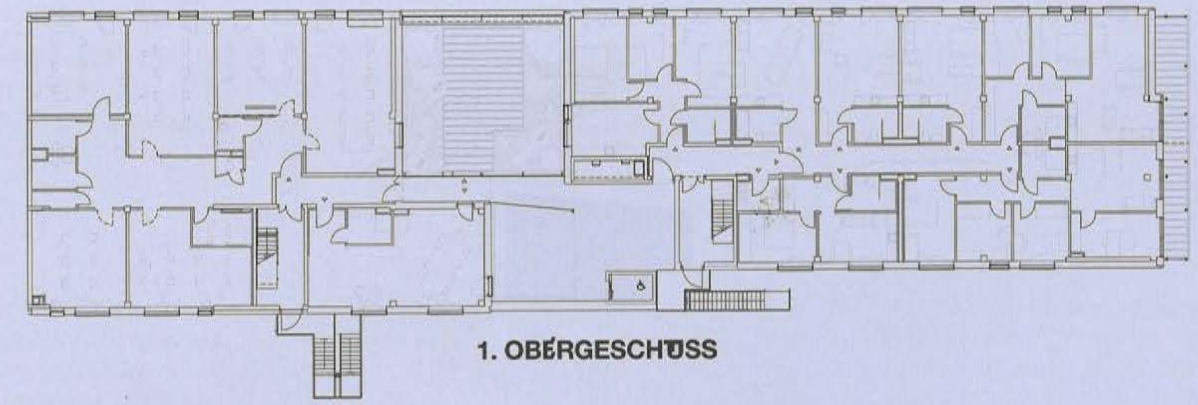
Durch Aufstockung entstehen im Haus West neue Wohnräume. Die lichte Raumhöhe der Geschosse orientiert sich an dem Maß der wiederverwendeten Holz-Aluminium-Fenster. Alle anderen Materialien sind biobasiert.



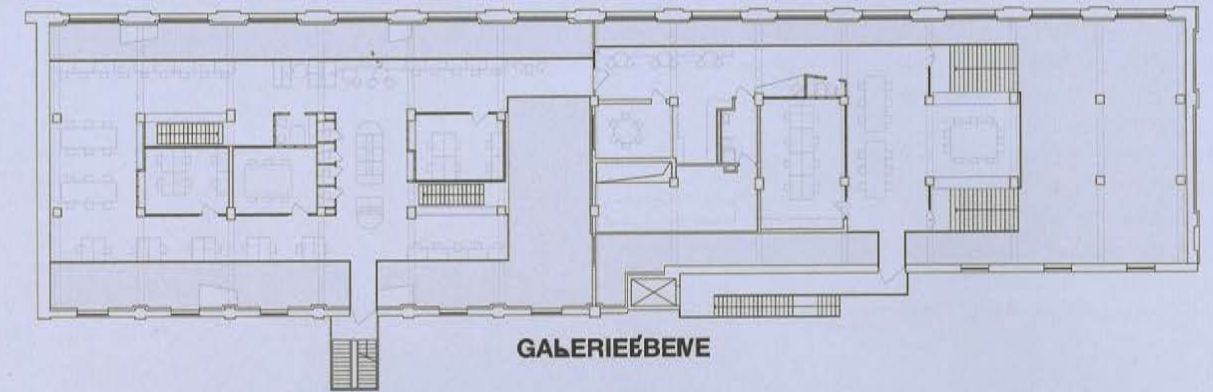
7BB.4

Blick in den Empfangsbereich des Impact Hub Berlin im Erdgeschoss der ehemaligen Fassladehalle mit neu eingezogener Galerieebene. Die sichtbar belassene Konstruktion und Fügung der Materialien zielt auf einfache Rückbaubarkeit und Demontage in der Zukunft.

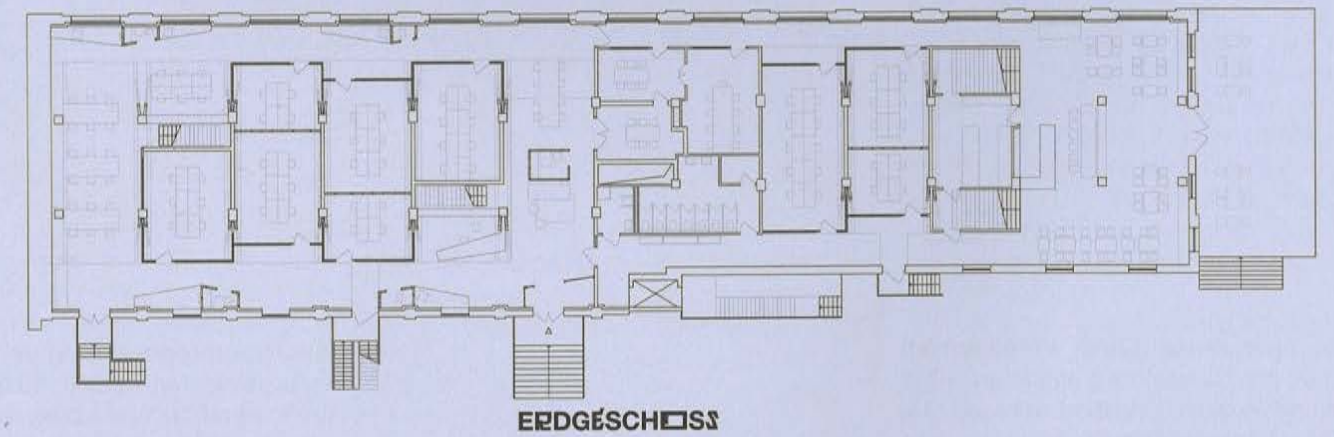
7BB.5



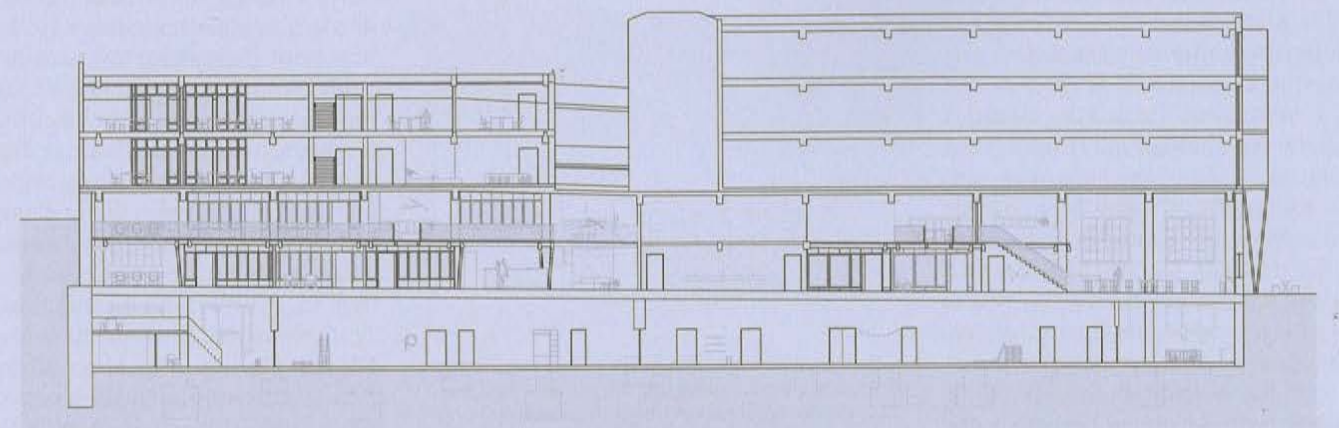
1. OBERGESCHÜSS



GALERIEEBENE



ERDGESCHÜSS



LANGSSCHNITT

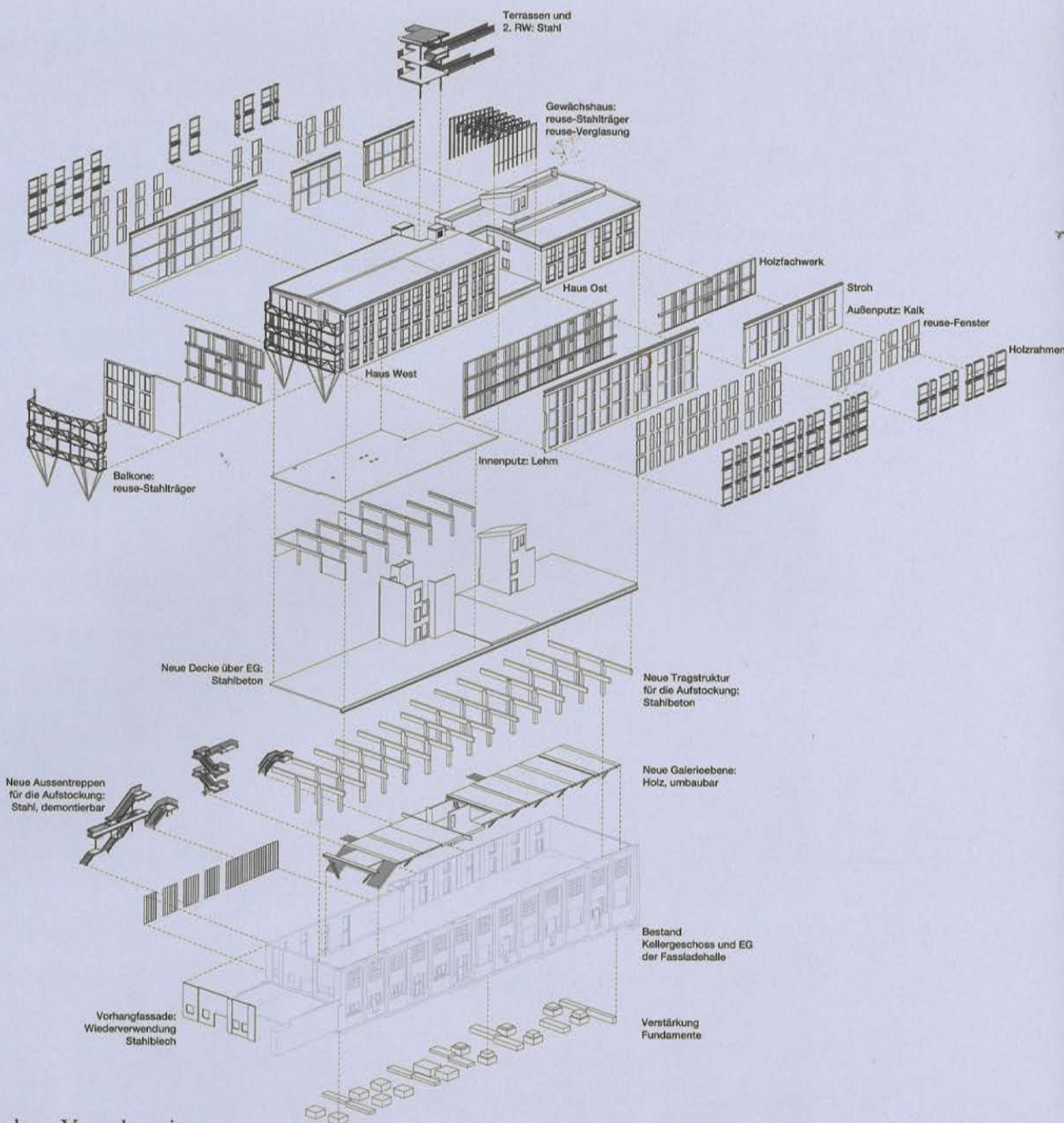


ABB. 6

Explosionszeichnung der Tragstruktur und der wiederverwendeten tragenden Bauteile im Bestandsumbau sowie in den neu hinzukommenden Obergeschossen

zielen die programmatischen Vorgaben im Vertrag auf die Herstellung baulicher, ökologischer und sozialer Kreislaufprozesse zwischen Nutzer*innen, Bewohner*innen und der Nachbarschaft, um Räume für neue Arbeitsformen sowie kostengünstigen, diversen Wohnraum für Menschen in besonderen Lebens- und Bedarfssituationen zu schaffen.

Ausgangspunkt des CRCLR Haus ist der Erhalt und Umbau des Bestandsgebäudes der Fassladehalle der ehemaligen Brauerei aus dem 19. Jahrhundert. Zur Sanierung und Aufstockung von Keller- und Erdgeschoss wurden überwiegend gebrauchte Bauteile und -stoffe eingesetzt, die mittels Urban Mining von Abriss-Baustellen, aus dem teilweisen Rückbau des Bestandsgebäudes, aus Ausstellungen, Messen, Museen und Lagerbeständen von Firmen sowie Restholzbeständen von Berliner Tischlereien beschafft wurden. Die Praxis des „Urban Mining“ begreift die gebaute Umwelt

als ein anthropogenes Materiallager, das „die verlustfreie und werterhaltende, wiederholende Verwendung und Verwertung von Materialien, Bauteilen und Stoffen“⁴² erlaubt. Das zurückgewonnene Material wurde in eigens dafür eingerichteten Materialdepots zuerst in der Erdgeschosshalle des CRCLR Haus, dann in einem benachbarten Gebäude zwischengelagert und in der neu errichteten Werkstatt im Untergeschoss ertüchtigt. Zerkratzte Innenwandplatten wurden mit Naturfarben lackiert, gebrauchte Fenster von einer Zweifach- auf eine Dreifachverglasung umgerüstet, um Passivhausstandards zu genügen. Das eingelagerte Material – von üblichen Baumaterialien wie Fliesen, Kalksandstein, Stegplatten, Trapezblechen, Lochblechen, Metallpaneelen, Rigips-Platten und Holzwerkstoffen über Akustikelemente, Kabeltrassen, Lüftungsrohre und Trittroste bis hin zu Bauelementen wie Türen, Fenster, Brüstungen, Trennwände,

Träger, Stützen und Dachbalken – wurde von TRNSFRM bzw. im Innenausbau durch LXSJ Architekten und Concular in sogenannten Materialpässen erfasst. Die Dokumentation erfolgte nach Bewertungskriterien wie Funktionstüchtigkeit, Materialeigenschaften, Fundort, Lagerstelle, Informationen zur Abfallvermeidung und Integrierbarkeit in neue Nutzungszyklen, um den Prozess rund um den Einbau und die weitere Planung möglichst präzise erfassen zu können. Der Anspruch, zirkulär zu bauen, bringt neue Herausforderungen an übliche Arbeitsabläufe und Routinen



mit sich, da sich Planung und Ausführung nach dem Prinzip „Form folgt Verfügbarkeit“ an den vorhandenen Materialbeständen ausrichten müssen. Im Gegensatz zu klassischen Leistungsphasen, in denen der Entwurf die Materialwahl vorgibt, pendelt das zirkuläre Planen und Bauen zwischen (prototypischem) Entwurf und Materialgewinnung, wobei die breite Implementierung (Skalierung) von digitalen Inventarisierungssystemen, Gebrauchtmaterialebörsen und Materialpässen – sowie damit einhergehenden Gewährleistungs- und Zertifizierungsstrukturen – den aufwendigen Prozess des Materialsourcing in Zukunft enorm erleichtern kann. Im Fall des CRCLR Haus setzte man auf größtmögliche Flexibilität und Improvisation sowohl in der Planung als auch auf der Baustelle vor Ort. Unter den gegebenen Umständen gestaltete sich die Suche nach Fachfirmen schwierig, was schließlich in der Gründung des Baukollektivs „Kollektive Baustelle“ mündete, aus dem heraus sich das Bauunternehmen Heap59 mit Spezialisierung auf das zirkuläre Bauen gebildet hat. In enger

ABB. 7

Blick in die neue Galerieebene mit kollektiv genutzter Teeküche und offenen Sitz-, Ruhe- und Arbeitsmöglichkeiten. Dem Prinzip „use as is“ folgend, kommen wiederverwendete und neue Materialien möglichst unbehandelt zum Einsatz, beschädigte oder unebene Materialien werden hingegen bearbeitet und nachgerüstet (Upcycling), um dem Gestaltungskonzept zu entsprechen.



ABB. 8

Neben dem Großraumbüro bieten abgeschlossene Telefonzellen und Besprechungsräume je nach Bedarf Platz für verschiedene Arbeitssituationen.

Abstimmung zwischen Bauarbeiter*innen und Architekt*innen wurden bauliche Maßnahmen entwickelt, um auf Unwägbarkeiten und Irregularitäten in Entwurf und Ausführung konstruktiv reagieren zu können. Hier spielte auch der enge Erfahrungsaustausch mit dem auf zirkuläres Bauen spezialisierten baubüro in situ eine wichtige Rolle. Um insgesamt 600 Quadratmeter an großformatigen Holz-Aluminium-Fenstern wiederzuverwenden, die noch während der Planung gerettet werden konnten, wurde die im Bebauungsplan festgeschriebene, sich an der zulässigen Oberkante orientierende Geschosshöhe von 2,50 Metern auf eine lichte Konstruktionshöhe von 2,80 Metern erhöht. Die Sondergenehmigung hierfür wurde mit Verweis auf den Aspekt der Wiederverwendung erteilt.

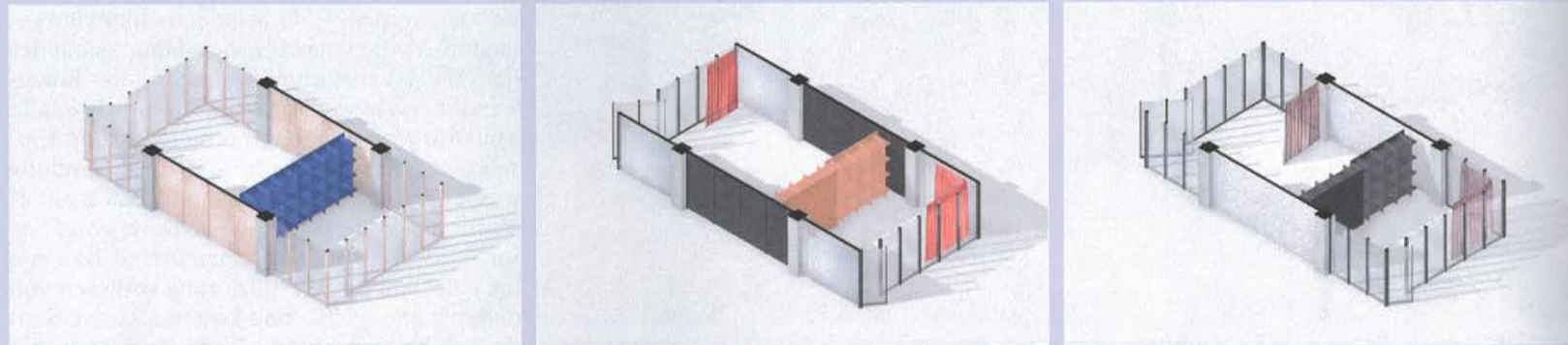
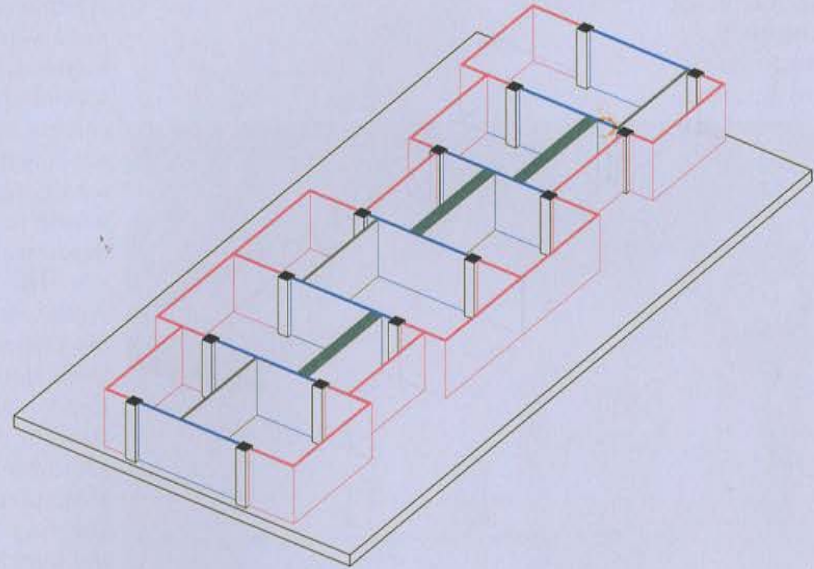
Im Innenausbau näherten sich LXSJ Architekten der Planung im Grundriss über die Definition gewünschter räumlicher Qualitäten durch die Zuweisung unterschiedlicher Grade von Transparenz, Transluzenz und Opazität für die Wände, ohne hierfür bereits konkrete Materialien festzulegen. Indem für das Holzständergerüst das kleinere Standardmaß von 62,5 Zentimetern gewählt wurde, konnten die häufig kleinformatigen Restzuschnitte aus Tischlereien ohne größeren Aufwand verwendet werden. ESG-Scheiben einer rückgebauten Vorhangfassade des Hauptgebäudes der BVG-Verwaltung kommen als Innenwandbekleidung der Bestandsgeschosse, alte Metalltrittroste als Geländer erneut zum Einsatz. Solche Potentiale der Wiederverwendung werden durch rechtliche Rahmen von Bauvorschriften allerdings erschwert, da die Vorgaben für Wiederverwendung ungenau sind, Bauteile bei Rückbau ihre Zertifizierung verlieren und dadurch häufig zeit- und kostenintensive Sondergenehmigungen für Einzelfälle beantragt werden müssen.

In dem Fall, in dem für den Bau des CRCLR Haus nicht auf wiederverwendetes Material zurückgegriffen werden konnte, wurden nachhaltige, nachwachsende Rohstoffe und neue Materialien eingesetzt, die sortenrein getrennt und somit nach Gebrauch wieder in den biotischen Kreislauf eingespeist werden können: Holz als hauptsächliches Tragwerksmaterial, Strohballen-Außenwände, Hanfwände mit hohem Schallschutzfaktor für Innenwände in einzelnen Arbeitsräumen, Kalk- und Lehmputze sowie Strohauplatten statt Gipskarton. Das neue Dach wurde als hinterlüftete Holzbalkendecke mit Holzfaserdämmung ausgeführt, auf eine verschweißte Bitumenabdichtung wurde zugunsten einer wiederverwendbaren mechanisch (reversibel) befestigten Kunststoffolie verzichtet.

Im Hinblick auf seine zukünftige Zirkularität wird das CRCLR Haus rückbaufähig konstruiert, das heißt auf weitere mögliche Nutzungs- und Produktionszyklen der Materialien

7BE. 9

Als eine Strategie des zirkulären Bauens näherten sich LXS Y Architekten der Planung im Innenausbau über die Definition gewünschter räumlicher Qualitäten, ohne bereits spezifische Materialien festzulegen. Drei Arten von Wandtypen wurden definiert: Trennwände (blau), transparente/transluzente Elemente (rot) und flexible Wandregalsysteme (grün), um gebrauchte Materialien und deren jeweilige Eigenschaften im Nachhinein möglichst offen in das Raumkonzept integrieren zu können.



und Bauteile nach einem potentiellen Rückbau des Gebäudes ausgelegt (und in Materialpässen erfasst). Das Gebäude wird somit selbst zu einem Materialreservoir, in dem die Bauteile bis zur Wiederverwendung in einem nachfolgenden Kontext nur „zwischenlagert“ sind. Konstruktiv setzt das rückbaufähige „Design for Disassembly“ auf einfache Verbindungen, eine möglichst geringe Anforderung an Bauteile sowie die Entkoppelung der funktionalen Bestandteile in der Baukonstruktion, weshalb auch weniger verputzt und Wärmebrücken geometrisch vermieden wurden. Dabei ist die Bewertung des Aufwands von Reparatur, Demontage und Trennung von Bauteilen besonders bedeutsam. Daher wurde geschraubt, gesteckt oder verklotzt statt geklebt und genagelt, wobei Holz-Holz-Verbindungen bevorzugt wurden. Oberster Grundsatz war hier, die

Komplexität der Verbindungen an die Dauer des Nutzungszyklus der Materialien anzupassen und somit dauerhafte Verbindungen zwischen Bauteilen mit verschiedenen Nutzungszyklen zu vermeiden, um die einfache Reparatur- und Demontierbarkeit (auch ohne die Inanspruchnahme fachlicher Expertise) zu erhöhen. Der weitestgehende Verzicht auf eine Verkleidung der Verbindungen und die Führung sämtlicher Installationen außerhalb des Fußbodenaufbaus erleichtert Reparatur und Rückbau, vermittelt die auf Einfachheit und Suffizienz zielende Bauweise und erlaubt Nutzer*innen auch eine leichtere bauliche Adaption in der Zukunft.

Neben der zirkulären Bauweise ist erklärtes Ziel des CRCLR Haus auch eine sozial nachhaltige, an Kreislaufprozessen orientierte Verknüpfung von Wohnen und Ar-

beiten, indem technische, organische und soziale Materialkreisläufe verschiedener Parteien über unterschiedliche Geschosse hinweg eng aufeinander bezogen werden. Die Aufstockung des Bestandsbaus um zwei bzw. drei Geschosse (insgesamt 2.800 m²) gliedert sich in zwei Baukörper, die jeweils fürs Wohnen und Arbeiten vorgesehen sind und durch eine Dachterrasse verbunden werden, eine für Nutzer*innen und Bewohner*innen aneignbare Gemeinschaftsfläche. Die fürs Wohnen bestimmte dreigeschossige Baueinheit, das Haus West, ist überwiegend in sogenannten Wohnungsklustern organisiert, bei denen 1 bis 3 Zimmer zu Wohneinheiten zusammengeschaltet werden können, kombiniert mit Räumen für gemeinschaftliche Nutzungen wie Wasch- und Sanitäräume, Gemeinschaftsküchen, ein Fahrradabstellraum, Gästezimmer



7BE. 10

Trennwand auf der Galerieebene, die als Pfosten-Riegel-Konstruktion aus Holz und wiederverwendeten Glaselementen sowie Brettsperrholzplatten ausgeführt wurde



oder Gemeinschaftsbäder, die jeweils einem Cluster oder auch allen Bewohner*innen gemeinsam zugeordnet werden können. Der erhöhte Anteil geteilter Nutzflächen und geteilten Wohnraums zielt neben dem sozialen Aspekt auch auf einen reduzierten Flächenverbrauch pro Person, denn ökologisch effizientere Bauweisen bleiben im Hinblick auf ökologischen Fußabdruck und Gesamtbilanzierung letztlich wirkungslos, wenn die Tendenz zum erhöhten Flächenverbrauch pro Person anhält. Als Träger des gemeinschaftsorientierten Wohnmodells im CRCLR Haus fungiert die hierfür eigens gegründete CRCLR Living eG, eine Mietergenossenschaft, die bezahlbaren Wohnraum für auf dem Wohnungsmarkt häufig benachteiligte Gruppen, LGBTQ*IA, Schwarze Menschen und People of Color schaffen möchte. Der

ABE. 11

Lokal produzierte Hanfwände erlauben die Abtrennung einzelner Arbeitsbereiche innerhalb der gewerblichen Nutzung des Bestands. Als natürliches Produkt mit wärme- und schalldämmenden Qualitäten und guter Feuchtigkeitsregulierung, das zudem Kohlenstoffdioxid speichert, bietet Hanf eine ökologisch nachhaltige Alternative zu herkömmlichen Wandkonstruktionen.

zweigeschossige gewerbliche Teil der Aufstockung, das Haus Ost, besteht aus aneignungs-offenen Räumen für diverse Büronutzungen mit jeweils kleineren „Telefonzellen“, welche Rückzug ermöglichen, ergänzt durch einen angrenzenden Optionsraum pro Stockwerk, der sowohl Bewohner*innen als auch Gewerbenutzer*innen für Veranstaltungen u. ä. offensteht.

Der Bestand wird im Erdgeschoss durch eine Galerieebene ergänzt und bietet neben einem gastronomischen Bereich Büroflächen für verschiedene Unternehmen, die sich unter dem Impact Hub Berlin versammeln, einem Netzwerk junger Unternehmen und gemeinnütziger NGOs, die im Bereich Kreislaufwirtschaft, nachhaltige Ernährung, soziale Innovation und grüne Technologien tätig sind. Die kollektiv genutzten und aneignungs-offenen

ABE. 12

Gebrauchte, doppelt verglaste Fenster werden als Trennwände zwischen Flur und einzelnen Besprechungsräumen verwendet.

**ABE. 13**

Der gastronomische Bereich des Impact Hub Berlin im CRCLR Haus soll der umliegenden Nachbarschaft offenstehen. Für die zwischen den Fliesen eingesetzte Fugenmasse wurden verschiedene Farbreste verwendet, was den materialschonenden experimentellen Ansatz auch auf der Detailebene widerspiegelt.

7BB.14

In der Küche der Rollwerk Werkstatt kommen verschiedenfarbige und unterschiedlich große Holzrestverschnitte als Wandverkleidung zum Einsatz.



7BB.15

In ihrem Labor im Untergeschoss entwickeln Made of Air kohlenstoff-negative Materialien aus landwirtschaftlichen Abfällen, die Kohlenstoffdioxid aus der Umwelt binden und u. a. als neuer Baustoff eingesetzt werden könnten.

Arbeitsräume unterscheiden sich in ihrer Größe, Form und Abgeschlossenheit und reichen von kleinen Zellen über ein offenes Großraumbüro bis zu Veranstaltungsflächen für bis zu 190 Personen. Prototypen von hier entwickelten Produkten und Ideen können in den spezialisierten Werkstätten und Laboren für handwerklich produzierende, forschende und lernende/vermittelnde Aktivitäten rund um material- und ressourcensparende Anwendungen im Kellergeschoss realisiert und getestet werden. Das Unternehmen *Made of Air* stellt hier aus landwirtschaftlichen Abfällen kohlenstoff-negative Materialien her, die Kohlenstoffdioxid aus der Umgebung binden und zukünftig unter anderem als neuer Baustoff eingesetzt

werden können. *Mujō* produziert biologisch abbaubare Verpackungsfolien für Lebensmittel, Kosmetik und andere Konsumgüter; *Protome* stellt Beschichtungen direkt für Lebensmittel her, um deren Haltbarkeit zu verlängern und sie vor Krankheitserregern zu schützen. Daneben gibt es auch ein Repair-

Café, um stoffliche und soziale Kreisläufe im städtischen Nahraum zu bedienen, sowie gemeinnützige Initiativen wie *Reviving Home*, eine Crowdfunding-Plattform zur Reparatur zerstörter Städte in Krisenregionen, oder *Hudara*, eine gemeinnützige NGO, die Themen der psychischen Gesundheit, des Lebens unter den Bedingungen des Klimawandels sowie soziale Entwicklung durch Zugang zu erneuerbarer Energie in den Mittelpunkt ihrer politischen Arbeit stellt. Für die zureichende Energieversorgung der vielfältigen Nutzungen im CRCLR Haus kommen Geothermie und Wärmepumpen, Solarthermie, Photovoltaik, Wärmerückgewinnung sowie ein saisonaler Wärmespeicher zum Einsatz, die bei Überschussproduktion

7BB.16

In der Rollwerk Werkstatt im Untergeschoss können Prototypen von im CRCLR Haus entwickelten Produkten und Ideen realisiert und getestet werden. Die Werkstattgemeinschaft bietet neben einem offenen Repair-Café auch Werkzeuge und Dienste für 3D-Druck, Holz- und Metallbearbeitung sowie Glasbearbeitung und -upcycling.



7BB.17

Die Arbeitsräume von *Skyseed*, einem Unternehmen, das sich der Wiederaufforstung und dem klimastabilen Waldumbau mittels Drohnen und pelletiertem Saatgut widmet, wurden nur soweit saniert, wie es zur langfristigen Substanzerhaltung der Bestandsarchitektur notwendig war.

Strom in das erweiterte Nahwärmenetz abgeben. Das Gebäude wird hier selbst zum Energieerzeuger und zur Keimzelle der dezentralen Energiewende.

Über verschiedene Maßstabsebenen hinweg bietet das CRCLR Haus einen Ansatz des zirkulären Bauens, der über die Implementierung langlebiger materieller Stoffkreisläufe hinausgeht und einen auf Ganzheitlichkeit zielenden nachhaltigen Umgang mit jeglichen Ressourcen vorsieht – vom sorgsamsten Verbrauch von Boden über den äußerst reduzierten Einsatz primärer Ressourcen bis hin zur sozial inklusiven Nutzer*innenebene. Die im Planungs- und Bauprozess oftmals individuell getroffenen Ent-

scheidungen und transdisziplinär erarbeiteten Maßnahmen sind nicht allgemeingültig, dennoch spiegeln sie in der Summe Tendenzen wider, wie zirkuläres Denken die Bewertung von Materialien, Bauweisen, Konstruktionen und Raumprogrammen verändert. Dessen Erlernen und breite Vermittlung stellt heute eine notwendige Voraussetzung dafür dar, Neu-

bau(ten) zukünftig überhaupt noch als eine ökologisch tragfähige Option für die Lösung drängender Raumprobleme zu vertreten. *DK*

1 Nach Erhebungen der Europäischen Union ist das Bauwesen für 40 Prozent der CO₂- und anderer Treibhausgasemissionen, für 50 Prozent des Primärenergieverbrauchs sowie 50 Prozent des primären Rohstoffverbrauchs und mindestens 37 Prozent des Festmüllaufkommens in Europa verantwortlich. Vgl. European Commission: *LEVEL(S) – Taking Action on the TOTAL Impact of the Construction Sector*, Luxemburg 2019, S. 5; vgl. Eurostat: *Waste Statistics, 2023*, ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/SEPDF/cache/1183.pdf (Stand: 16.1.2023)

2 Dirk Hebel, Felix Heisel: „Einführung“, in: Dies. (Hg.): *Urban Mining und kreislaufgerechtes Bauen – Die Stadt als Rohstofflager*, Stuttgart 2021, S. 9–15, hier S. 3