BAUEN MIT DEM ÜBRIGEN

WIEDERVERWENDUNG - GESTALTUNG - KONSTRUKTION - BILANZIERUNG

STUDIO NACHHALTIGES BAUEN UND GEBÄUDEPERFORMANCE 2025 | 2026

Bergische Universität Wuppertal
Fakultät für Architektur und Bauingenieurwesen

Lehrstuhl Baukonstruktion | Entwurf | Materialkunde Prof. Annette Hillebrandt, WiMi Christina Sonnborn

AUTOR:INNEN

Die vorliegende Publikation ist im Rahmen des Masterstudierendenkurses Studio - Nachhaltiges Bauen und Gebäudeperformance in den Semestern SoSe 2025 und WiSe 2025-2026 entstanden.

alle:
Bergische Universität Wuppertal
Fakultät für Architektur und Bauingenieurwesen

Lehrstuhl Baukonstruktion, Entwerfen und Materialkunde:
Prof. Annette Hillebrandt
Christina Sonnborn M.Sc.
Wissenschaftliche Mitarbeiterin und Doktorandin

cand. M.Sc.:
Edzhe Ayyaldaz
Viktoria Berger
Lukas Dauenheimer
Mariem El Amri
Jana Esselbrügge
Sophie Koch
Lena Königbauer
Laura Möller
Sara Reyhan
Valentin Riede
Noah Sattler
Tugce Varol
Lucie Veermann
Sven Walther
Mona Weish

Die Online-Ausgabe dieser Publikation ist dauerhaft auffind- und zitierbar über:
DOI: 10.25926/BUW/0-985
URN: urn:nbn:de:hbz:468-2-6710

BERGISCHE UNIVERSITÄT WUPPERTAL

VORWORT

Prof. Annette Hillebrandt

"Doing the most with the least" (Buckminster Fuller 1938) oder auch "Less is more" (Browning 1855)

Wir sind Architektinnen. Was treibt uns an, zum „Übrigen", dem vermeintlich Wertlosen, dem Abfall zu forschen?

Um das zu erläutern, möchte ich mich einiger Zitate eines großen US-amerikanischen Architekten, Konstrukteurs, Visionärs, Designers und gesellschafts-politischen Schriftstellers bedienen: Richard Buckminster-Fuller, in Architekturkreisen berühmt geworden für seine Geodätischen Kuppeln, seine Leichtbautragwerke, die in der frühen Nachkriegszeit wie kaum andere Bauwerke für eine grenzenlose Zukunftsvision standen.

Schon 1938 prägt er den Begriff der Ephemeralisierung, der die Fähigkeit des technologischen Fortschritts bezeichnet „immer mehr mit immer weniger zu erreichen, bis man schließlich alles mit nichts erreichen kann" (Wikipedia 2026). Wenn sich dieser Traum realisieren ließe oder auch der eines Perpetuum mobile, dann könnte die immer weiterwachsende Menschheit auf diesem begrenzten Planeten vielleicht bis in alle Ewigkeit gut leben. Doch so sieht es leider aktuell nicht aus.
Der Club of Rome hatte bereits 1972 "Die Grenzen des Wachstums" erkannt und auch Fullers Aussagen wurden später deutlich kritischer. 1981 stellte er fest:

„*Die Menschheit gerät immer tiefer in eine Krise, die ihresgleichen sucht.*" (Buckminster Fuller 1981 - 1)

Spätestens seit der zweiten Hälfte des letzten Jahrhunderts vernichten wir in rasantem Tempo unseren Lebensraum, verbrauchen und zerstören immer mehr, rivalisieren unter Kosten- und Einflussdruck, anstatt die Gesamtheit im Blick zu halten und uns als Gemeinschaft zu verstehen. Wenn man hinschaut, kann man zunehmend auch Problematiken um eine steigende Ressourcenknappheit erkennen: Die imperialistische Rohstoff-Ausbeutung vieler Länder der Südhalbkugel durch die Länder der Nordhalbkugel, die seit Ende des 15. Jahrhunderts andauert, ist durch die Globalisierung stark angestiegen. Weltweilt finden Verteilungskämpfe statt, Zollstreits und Lieferengpässe bedrohen den wohlstandsverwöhnten Norden, Klimakatastrophen vor allem im Süden führen zu großen Flüchtlingsbewegungen und global zu immensen Kosten, die in Zukunft mindestens das 20-fache der Bemühungen um eine Klimastabilisierung auf „akzeptablem Niveau" ausmachen werden. (vgl. Rahmstorf und Schellnhuber 2006: S. 109)

Es klingt bedrohlich nach Kriegen, Rückschritt, nach Verzicht, nach Armut, nach Perspektivlosigkeit. Aber wegschauen? Weiter machen – weiter Architektur lehren, weiter bauen – wie bisher? Ignorieren? Auf ein Wunder warten, darauf, dass alles schon wieder gut werden wird?

„*Die gesamte Menschheit ist vom Aussterben bedroht, wenn nicht jeder von uns es wagt, von nun an stets nur die Wahrheit und die ganze Wahrheit zu sagen – und zwar unverzüglich, genau jetzt.*" (Buckminster Fuller 1981 - 2)

Wir sind forschende Architekturschaffende, wir arbeiten privilegiert an einer Universität; wir tragen Verantwortung uns und andere mit dem zu konfrontieren was ist und mit dem was – wissenschaftlich bewiesen – kommen wird.
Die Mahnungen Buckminster Fullers liegen ein halbes Jahrhundert zurück und es scheint fast, als meinten sie heute. Auch seine Kritik an den Führungspersonen seiner Epoche erscheinen uns heute seltsam vertraut und verhehlen seine Politikverdrossenheit kaum:

„*Wir sind an einem Punkt angelangt an dem die Integrität des Einzelnen zählt und nicht das, was die politische oder religiöse Führung vorschreibt.*"
(Buckminster Fuller 1983)

Es ist beinahe eine Aufforderung zur Rebellion im Sinne der Wahrhaftigkeit, eine Aufforderung selbst Verantwortung zu übernehmen, sich selbst zu ermächtigen, die dringend erforderlichen Veränderungen herbeizuführen.
Deshalb forschen wir zum Übrigen, dem vermeintlich Wertlosen, dem Abfall.
Die Linearwirtschaft eines verschwenderischen „take-make-waste" kann kein Zukunftsmodell für ein auskömmliches und friedliches Miteinander der Menschheit sein. Die Transformation zur Kreislaufwirtschaft nach dem Vorbild der Natur, in der es keinen Abfall gibt, ist unser Ziel. Wir können, ja müssen auskommen mit dem, was ist, mit den riesigen menschengemachten Materiallagern, die seit 2020 die Biomasse aller lebendigen Organismen der Welt übersteigt. (vgl. Bocksch 2025)

„*Umweltverschmutzung ist nichts anderes als Ressourcen, die wir nicht nutzen. Wir lassen sie verpuffen, weil wir ihren Wert nicht erkannt haben.*"
(Buckminster Fuller 1974)

Unser anthropogenes Lager zu nutzen und Urban Mining zu betreiben, statt unserem Lebensraum weiterhin zu schaden, ist das Ziel dieser Forschung. Ganz pragmatisch geht es auch darum, neue Tätigkeitsfelder für Architektinnen, Architekten; Ingenieur:innen und Bauschaffende zu erschließen. Wir sehen die Zukunft in „Care-Berufen": bewahren, pflegen, reparieren, ertüchtigen, „re-designen", „re-craften". Individualität einer Lösungserarbeitung, Kreativität im Erforderlichen und Stärkung des Handwerkes, statt „Bullshit-Jobs" in Planung und Ausführung immer gleicher Neubauten.

Aufgrund seiner Masse sollte „das Übrige"/ der Abfall längst genügen, doch es fehlt uns an der Kunst es zu erschließen, es zu transformieren in das Wertvolle. Unsere Forschung arbeitet daran. Denn ohne die Schönheit ist alles nichts: es erfreut uns nicht, es berührt uns nicht, es wird nicht überdauern. Es braucht die Synergie zwischen dem Notwendigen und der Ästhetik, erst daraus entsteht Kultur: Baukultur.
Suffizienz und Wiederverwendung müssen die Königsdisziplinen des Bauens werden.
Daran wollen wir mitarbeiten, denn:

„*Es geht nicht nur um den guten Willen. Die Menschheit muss sich das Überleben erst verdienen.*"
(Buckminster Fuller 1981 - 1)

Und überdies:

„*Es gibt keine größere Freude, als für die gesamte Menschheit arbeiten zu können und das zu tun, was man gut kann.*"
(Buckminster Fuller 1981 - 2)

Hinweis: Dieser Text wurde von der Autorin ohne generative KI erstellt. Die Zitate R. Buckminster-Fullers wurden übersetzt mit DeepL.com (kostenlose Version).

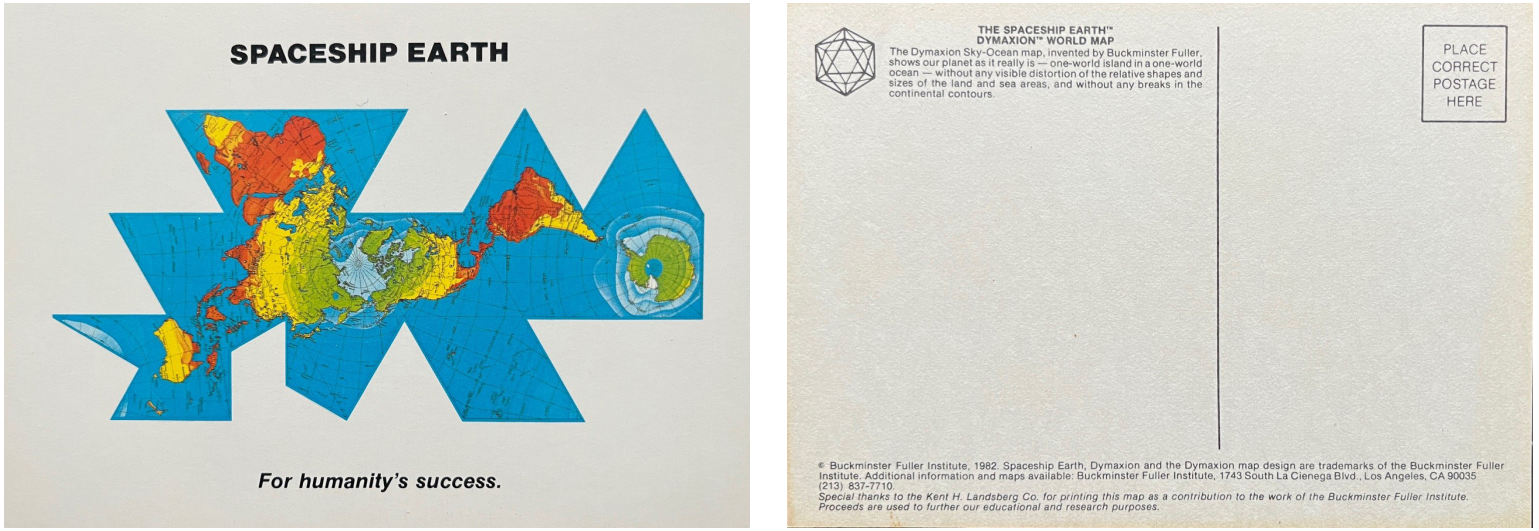


Abb. 0.1: Spaceship Earth

INHALT

VORWORT

TEIL 1: GRUNDLAGEN DER BAUTEILZIRKULATION

1.1 DAS ÜBRIGE
1.2 BAUTEILBÖRSEN
1.3 KREISLAUFSYSTEME VON BAUPRODUKTEN

TEIL 2: GESTALTUNG

2.1 AUS DER LITERATUR
2.2 AUS DER KUNST
2.3 GESTALTUNGSGRUNDSÄTZE
2.4 GESTALTUNGSTECHNIKEN

TEIL 3: KONSTRUKTION

3.1 HISTORISCHE TRAGWERKE
3.2 KONSTRUKTIONSTECHNIKEN

TEIL 4: FÜGUNGEN

4.1 GRUNDSÄTZE DER FÜGUNG
4.2 FÜGUNGSTECHNIKEN

TEIL 5: SEMESTERARBEITEN SOSE 2025

5.1 EINLEITUNG
5.2 TEPPICHFLIESEN
5.3 TENNISBÄLLE
5.4 PAKETBÄNDER

5.5 DOSEN
5.6 DACHZIEGEL
5.7 ROLLÄDEN
5.8 VORHÄNGE

TEIL 6: SEMESTERARBEITEN WISE 25/26

6.1 FORSCHUNGEN IM WISE 25/26
6.2 RELIVANE
6.3 ROTOR 33
6.4 RE FRAME
6.5 VOM DACH ZUR FASSADE
6.6 SECOND SKIN
6.7 LAYER BY LAYER

TEIL 7: ÖKOLOGISCHE BETRACHTUNG

7.1 CO_2 BILANZIERUNG
7.2 RELIVANE
7.3 ZIEGEL
7.4 BAUKRAN - METALL UND POLYCARBONAT
7.5 DACHPFANNEN
7.6 METALLBLECHE
7.7 HOLZ

TEIL 8: PROJEKTSTECKBRIEFE

6.1 K.118 KOPFBAUHALLE 118
6.2 ELYS
6.3 LYSP8
6.4 HOBELWERK WINTERTHUR
6.5 VILLA WELPELOO
6.6 BLUECITY OFFICES
6.7 MUSEUM NINGBO
6.8 COWAN COURT
6.9 ROUNDHOUSE
6.10 ALPENSTADTMUSEUM SONTHOFEN
6.11 VODKA PAVILLON
6.12 ROTUNDA
6.13 DIMITRIOS KIRCHE
6.14 HEXENHAUS
6.15 MAISON PROUVE
6.16 UPCYCLE STUDIOS KOPENHAGEN
6.17 CIRCUS CANTEEN
6.18 RESCOURCE ROW
6.19 THE DAILY COURTYARD HOUSE
6.20 CIRCULAR PAVILLON
6.21 REBEAUTY

QUELLENVERZEICHNIS
ABBILDUNGSVERZEICHNIS



Abb. 1.1: Bauteilbörse Bremen

TEIL 1
GRUNDLAGEN DER BAUTEILZIRKULATION

1.1 DAS ÜBRIGE

Christina Sonnborn

Ob ein Objekt als ürbig gilt, ist variabel. Der Status resultiert aus den getroffenen Entscheidungen. Er ist zeit- und orstabhängig und so kann ein Objekt in diesem Moment als übrig und in einem anderen als unverzichtbar gelten.

Erscheint ein vorhandenes Objekt für einen zu erfüllenden Zweck als wertlos oder gegenüber einem Neuprodukt als zweite Wahl, so bleibt das Objekt übrig. Die potenziellen Nutzer:innen wählen in diesem Fall ein alternatives, neues Objekt. Meist resultiert daraus ein höherer Ressourcenverbrauch, ein höheres Abfallaufkommen und ein höherer Ausstoß von Treibhausgasemissionen.

Ein solcher Umgang mit Objekten bzw. Material findet insbesondere heute und in Gesellschaften mit hohem Wohlstandsniveau statt. Jene Gesellschaften passen selten den zu erfüllenden Zweck an das verfügbare Objekt an und wählen anstelle dessen ein Neuprodukt. In unserer heutigen Zeit handelt es sich beim Übrigen um all jenes, das durch Menschen und die aktuelle Rechtsprechung als Abfall diskreditiert und entsprechend behandelt wird, d. h. deponiert, verbrannt wird oder ungenutzt bleibt. Für das Bauwesen kann es sich dabei um Materialien aus der urbanen Mine handeln, die beim Abriss, Rückbau oder Austausch anfallen.

Das Nutzen dieser Materialien und Objekte wird als Wieder- oder Weiterverwendung (Re-Use) bezeichnet.

Darüber hinaus werden beim Bauen mit dem Übrigen Materialien miteinbezogen, die nur kurzfristig genutzt werden, für ihren bestimmten Zweck unbrauchbar sind oder bereits in der Herstellung als Reste anfallen. Dazu zählen Lagerfenster, Verschnitt, Fehlproduktionen, krumme Äste und Baumrinde oder der Baubranche fremde Ressourcen, wie gebrauchte Tennisbälle oder Verpackungsbänder sowie alle weiteren als wertlos erachteten materiellen Ressourcen, die vor-

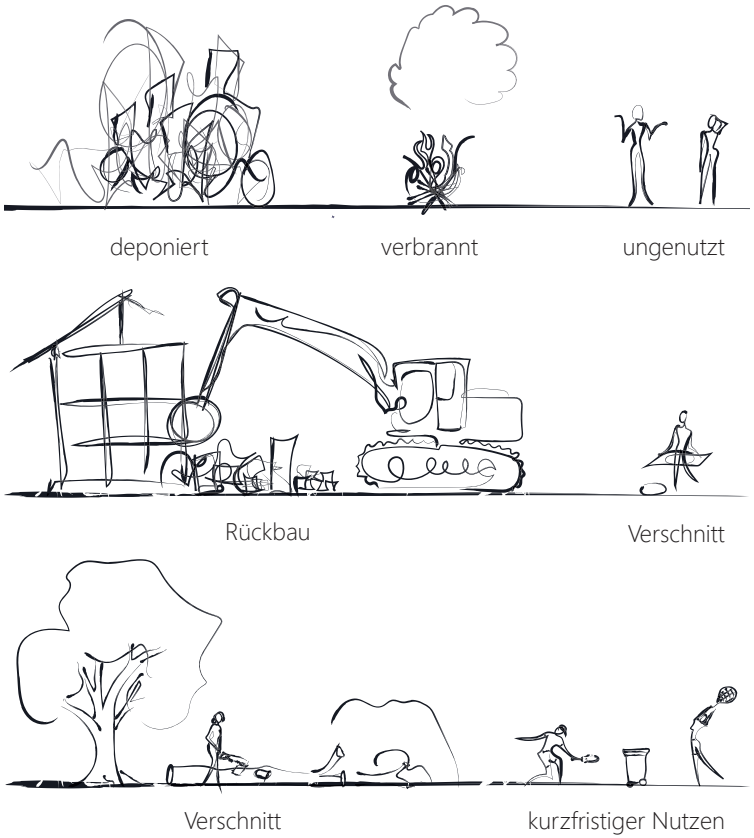


Abb. 1.1.1: Das Übrige

wiegend deponiert, verbrannt oder ungenutzt bleiben (s. Abb. 1.1.1).
Im Gegensatz zu neu produzierten Materialien bilden übrige Materialien eine zufällige und heterogene Sammlung. Häufig handelt es sich um Bruchstücke, die sich als kurze Abschnitte präsentieren oder Fragmente, deren Kanten unregelmäßig gebrochen sind. Sie weisen Narrative in Form von Gebrauchs-, Witterungs- und Alterungsspuren auf.

Diese Merkmale können in gleichem Maße beim Bauen mit Bestand festgestellt werden. Die belgische Umbaukultur veranschaulicht Gestaltungspotenziale, die mit dem Erhalt der genannten ästhetischen Merkmale einhergehen. Es ist nicht das Radieren und Überschreiben der bestehenden Struktur, sondern das Offenlegen und Weitererzählen der gelebten Geschichte, das diese Architektursprache wertvoll macht. Ein Beispiel dafür ist das Umbauprojekt Twiggy in Gent von Architecten de Vylder Vinck Taillieu (s. Abb. 1.1.2). Im Rahmen des Projekts wurde eine Zwischendecke zurückgebaut. Die Türen des oberen Geschosses wurden zweigeteilt. Die unteren Abschnitte der Türen dienen als Absturzsicherung, während die oberen als Fensterläden die Steuerung von Sichtbeziehungen ermöglichen. Durch den Erhalt der Fundstücke werden nicht nur Ressourcen geschont und Abfall vermieden, sondern auch die enthaltenen Narrative weitererzählt. Innerhalb der transformierten Architektur regen die Fragmente zum Grübeln über Vergangenes an.

Darüber hinaus ist eine Ergänzung von Bestandsgebäuden mit wiederverwendeten Materialien möglich. Anders als beim vielfach angewandten Prinzip, Altem Neues gegenüber zu stellen, wird hierbei der gealterte Bestand durch patinierte Materialien harmonisch ergänzt. Auf diese Weise erweitert das Wohnheim Cowan Court von 6a architects die Gebäude des Churchill College der University



Abb. 1.1.2: Architecten de Vylder Vinck Taillieu: Twiggy



Abb. 1.1.3: 6a architects: Cowan Court

of Cambridge. Die Fassaden aus wiederverwendeten, verwitterten Hölzern fügen sich subtil und selbstverständlich in das Ensemble ein (s. Abb. 1.1.3).

Um derartige Gestaltungspotenziale zu untersuchen, haben Vandkunsten Architects die Studie Rebeauty - Nordic Built Component Reuse durchgeführt. Das von Søren Nielsen geleitete Projekt behandelt die Wiederverwendung. Unter anderem wurden zurückgebaute Lüftungsrohre zerschnitten, flach geklopft und als Vorhangfassade eingesetzt. Die unterschiedlichen Rohrquerschnitte führen zu unterschiedlich hohen Streifen und erzeugen so ein zufällig anmutendes Spiel. Die schräg verlaufenden Falze ergänzen die Fassadenbekleidung um ein formales Detail (s. Abb. 1.1.4).
Søren Nielsen vertritt die Auffassung, dass ästhetische Objekte als attraktiv wahrgenommen werden, wenn sie ein Gleichgewicht zwischen dem gewohnt Erkennbaren und dem überraschend Anderen erzeugen (vgl. Nielsen 2022: S. 8).
Die Verwendung des Übrigen sowie das Fortschreiben einer Bestandsarchitektur ermöglichen dies und vereinen ästhetische Potenziale mit einer ökologischen Zielsetzung.

Unter der Prämisse, dass es gelingt, die Konformität mit dem Markt- und Zeitgeist zu hinterfragen, kann das Bauen mit dem Übrigen eine vielfältige Formensprache hervorbringen. Ein spielerischer Umgang mit Standards ist dabei von entscheidender Bedeutung. Die Unvoreingenommenheit von Architekturstudierenden ermöglicht es ihnen, sich mit unkonventionellen Formen auseinanderzusetzen und den Materialeinsatz neu zu denken. Ein solches Ausloten der Ästhetik kann als äußerst bereichernd und lehrreich für den Diskurs erachtet werden.



Abb. 1.1.4: Vandkunsten Architects, Søren Nielsen: Rebeauty - Nordic Built Component Reuse

1.2 BAUTEILBÖRSEN

Mariem El Amri, Lukas Dauenheimer, Sven Walther

Abb. 1.2.1: Logo Bauteilnetz Deutschland



Abb. 1.2.2: Barbara Buser 2019

Ist das schon Abfall oder nur übrig?

Wir brauchen Bauteilbörsen! Aber was brauchen Bauteilbörsen?

Neues Leben für alte Bauteile (vgl. Göres 2018)
„Im Kreislaufwirtschaftsgesetz steht die Abfallvermeidung an erster Stelle, das müsste endlich ernst genommen werden." -Ute Dechantsreiter (Göres 2018)
Bauteilbörsen machen es sich zur Aufgabe 60 % des gesamten Abfallsaufkommens in Deutschland, welcher durch die Bau- und Immobilienwirtschafts entsteht, entgegenzuwirken, in dem sie Ressourcen für eine Wiederverwendung bewahren und wertvolle Bauteile retten, die bei Abbruch, Umbau oder Sanierung anfallen. (vgl. Concular o.J.)

Barbara Buser gründete 1995 den Verein Bauteilbörse Basel und den Dachverband Bauteilnetz Schweiz. Gemeinsam mit Max und Eric Honegger lässt sie die denkstatt sarl, das baubüro mitte, das baubüro in situ und die unterdessen gmbh entstehen. Buser ist außerdem Mitbegründerin der Preigerhos AG, der Klara13 AG, des Gundeldinger Felds und der Kantensprung AG, sowie der Kantensprung Stiftung zur Förderung von urbanen Transformationen. Zusätzlich wurde sie in die Stadtbildkommission Basel berufen und mit dem Prix cültür und dem Bebbi Prys ausgezeichnet (vgl. Koeberle 2020).
Mit ihrem Wirken schafft Sie ein Vorbild für die Bauteilbörsen in Deutschland. Das Bauteilnetz steht im Austausch mit Bauteilbörsen in der Schweiz, Österreich, Dänemark und den Niederlanden. (vgl. bauteilnetz[1] o.J.)

Bauteilnetz Deutschland
Die deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU) forderte über 3 Jahre (2006-2009) den Aufbau des Bauteilnetz Deutschland. Als ein bundesweites Kooperationsprojekt dient das Netzwerk den Bauteilbörsen als Vernetzung und bietet Erstinformationen, fachliche Beratung und Begleitung im Aufbau von Lagern und Börsen. 2011 - 2015 fördert die DBU erneut das von der UNESCO dreifach ausgezeichnete Netzwerk bei der „Entwicklung zukunftsfähiger Instrumente zum bewussteren Umgang mit gebrauchten Bauteilen".
Als wesentliche Ziele setzt das Bauteilnetz auf die Vermeidung von Abfall, die Einsparung von Energie und die Minderung von CO_2 und betont gleichzeitig die positiven Effekte welche sowohl neue Arbeitsplätze, Bewusstseinsbildung, Erweiterung des Aufgabenspektrums für Unternehmen und Handwerksbetriebe, regionale Kooperationsgemeinschaften und die Festlegung neuer Qualitätsstandards umfassen. (vgl. bauteilnetz[2] o.J.)

Bauteilbörsen in Deutschland
Dem deutschen Bauteilnetz gehören aktuell acht Partner an. Sieben weitere Bauteilbörsen mussten in den Jahren 2011 – 2014 schließen. (bauteilnetz[3] o.J.).

Ute Dechantsreiter, Architektin, Mitbegründerin der Bauteilbörse Bremen und Geschäftsführerin von Bauteilnetz erklärt 2018 in einem Interview mit der Sueddeutschen, warum viele Bauteilbörsen schließen mussten: „In den Bauteilbörsen haben mal 1200 Menschen gearbeitet. Mit Zuschüssen der Agentur für Arbeit ist 200 Menschen der Sprung in den ersten Arbeitsmarkt gelungen. 2012 wurden diese Gelder gestrichen, danach war in vielen Bauteilbörsen leider Schluss" (Göres 2018).
Die bestehenden Bauteilbörsen finanzieren sich unterschiedlich, während in Bremen fünf festangestellte Menschen arbeiten und die Finanzierung durch die Bremer Stadtreinigung unterstützt wird, ist in Gronau die gemeinnützige Beschäftigungsgesellschaft „Chance" der Träger. In Hannover dagegen sorgt ein ehrenamtlicher Verein für den Betrieb (vgl. Göres 2018).

Die Bauteilbörse Bremen und ihre Schatzsuche

Die Bauteilbörse Bremen wird von vier Hauptamtlichen geführt, die auf Augenhöhe in allen Bereichen tätig sind und sowohl den Betrieb führen als auch Handwerker:innen beraten können. Dem Team werden Bauteile zum Ausbau angeboten, so viele, dass sie nicht allen Angeboten gerecht werden können. Bei großen Projekten picken sie sich die „Rosinen" heraus, wie zum Beispiel das Finanzamt Fegesack. In der Regel bauen sie alles selbst aus, um einen möglichst schonenden Ausbau gewährleisten zu können und die Bauteile im eingebauten Zustand zu fotografieren, was vorallem bei Treppen wichtig sei. Ein Großteil der Bauteile wird jedoch in der Fotoecke im Lager möglichst neutral und freundlich abgelichtet, unterstützt von der Goldfruchtpalme Brunhilde.
Die Preisbestimmung ist eine Kalkulation mit Stundenlohn der Stunden, die für den Ausbau und die Aufnahme in den Katalog entstehen und dem Preis eines vergleichbaren, neuen Produktes. Dabei sollen die Produkte nicht zu teuer werden aber gleichzeitig ein wirtschaftliches Arbeiten sicherstellen.
Das Publikum sei sowohl bei abgegebenen Bauteilen als auch beim Kauf sehr gemischt und alle Budgets vertreten. Der Katalog würde von den meisten für eine Vorauswahl genutzt. Das Team habe über die Jahre ein Gefühl dafür entwickelt welche Bauteile beliebt sind und welche sich garnicht verkaufen lassen. Diese werden nicht mehr ausgebaut. Hier handelt es sich zum Beispiel um neue Türen „ohne Charme und Qualität", außerdem spielt die Ästhetik eine große Rolle. Bevor Ladenhüter den Weg zur Deponie finden, überlegt sich das Team Upcycling Projekte oder die Bauteile kommen auf den „zu verschenken Tisch". Diesen gibt es aber nur vor Ort, verzogene Türen werden als Plattenmaterial für wenig Geld abgegeben. Wenn es doch zu einer Entsorgung kommt, dann landen die Bauteile auf der Deponie.
Die Bremer Stadtreinigung (DBS) ist Kooperationspartner und unterstützt die Bauteilbörse finanziell, da durch sie Müll eingespart wird. Die DBS selbst meldet sich jedoch nicht mit übrigen Bauteilen. Die kämen überwiegend unbrauchbar an der Deponie an.
Die Gründung der Bauteilbörse wurde von Forschungsgeldern unterstützt. Als Mitglied des Bauteilnetz Deutschland ist das Team in ständigem Austausch über Organisation, Ablauf, Techniken, man lerne nie aus. Herausforderungen im Alltag beziehen sich vorallem auf Schadstoffe und Mörtel- oder Klebereste. Wenn klar ist, dass Asbest enthalten ist, werden die Bauteile direkt abgelehnt bei Unsicherheit lohne sich eine Beprobung erst bei einer hohen Anzahl an Bauteilen wie zum Beispiel 100 Fenstern. Wenn man genau hinsieht, müsse man sich auch die Lacke aus den 20ern ansehen. Das sei eine Grauzone und die Kaufenden sind sich dessen meistens bewusst, trotzdem betont die Bauteilbörse das Tragen von Schutzmasken/-Kleidung beim Abschleifen oder vergleichbaren arbeiten. Bei Ziegeln und Fliesen kommt es vor, dass diese mit Mörtelresten verkauft werden. Das Abschlagen des Mörtels würde den Bauteilpreis erhöhen und die meisten Kaufenden zahlen lieber weniger und investieren selbst Zeit in das Abklopfen. Türen werden inklusive Zarge und Bekleidung ausgebaut, die Beschläge werden je nach Einbausituation neu ausgewählt. Der Ausbau der Bauteile sei teilweise akribische Feinarbeit. Die bereits erwähnten weniger gefragten Bauteile, die oft aus den 50er / 60er Jahren stammen, spielen nicht nur die ästhetischen Gründe eine Rolle, auch die Qualität nimmt im Vergleich zu historischen und handwerklich hergestellten Bauteilen ab, sodass es oft keinen Grund gibt diese weiterzuverwenden.

bauteil
börse
bremen

Abb. 1.2.3: Logo Bauteilbörse Bremen



Abb. 1.2.4: Bauteilbörse Bremen



Abb. 1.2.5: Logo concular



Abb. 1.2.6: 18. Architektur Biennale

Was macht eigentlich Concular?

Concular als digitales Ökosystem für zirkuläre Immobilien funktioniert vorallem als Planungs- und Beratungshilfe. Concular verfügt über ein digitales System, um die Wiederverwendung von Baumaterialien zu fördern, den Lebenszyklus von Gebäuden ganzheitlich zu betrachten, in dem es den Materialbestand sichtbar macht und bietet neben dem Concular Shop, in welchem rückgebaute Bauteile verkauft werden können, auch Software zur Digitalisierun weg von Bestandsgebäuden und zirkulären Neubauten an. Außerdem arbeitet Concular an der Einrichtung von Urban Mining Hubs welche die Zwischenlagerung von rückgebauten Bauteilen bei zeitlichen Engpässen unterstützen soll und längerfristig auch als Bauteillager genutzt werden soll (vgl. Concular o.J.).
Alles begann mit Dominik Campanella und Julius Schäufele: die zwei von vier Gründer:innen der Plattform restado. Ein Projekt das in Zusammenarbeit von Akteur:innen verschiedener Disziplinen Bauwirtschaft, digitale Geschäftsentwicklung, Programmierung und IT, Marketing & Kommunikation, Design, Produktmanagement, UX und Finanzen entstanden ist und geführt wird, um der Kreislaufwirtschaft auf allen Ebenen zu begegnen. Restado betrachtet Städte als Rohstoffbörse und bietet einen digitalen Marktplatz für Baustoffe aus dem Rückbau und Übriggebliebenem auf Baustellen. Das Angebot wird erweitert durch Anleitungen, Ratgeber und Baulexikon mit dem Ziel das Bauen zu einem Erlebnis zu machen. Aktuell werden auf restado unterschiedlichste Baumaterialien und -bauteile verkauft, die verkaufende Person stellt die Verkaufsanzeige selbst ein (vgl. restado o.J.).
Campanella und Schäufele erweitern das Geschäftsmodell und die Idee von restado mit dem digitalen Ökosystem für kreislaufgerechtes Bauen Concular (vgl. restado o.J.).
Concular bietet neben umfangreichen Planungshilfen ebenfalls einen Shop mit Bauteilen an. Der Unterschied zu restado zeichnet sich vorallem in Art, Anzahl und Größe ab, der Maßstab ist in dem Fall größer und wird unterstützt durch ein von Concular bereitgestelltes logistisches Netzwerk, um sowohl Planung als auch Organisation so einfach wie möglich zu gestalten. Damit soll vorallem die Hemmschwelle mit rückgebauten Materialien niedrig gehalten werden. Ein erstes Urban Mining Hub existiert in Berlin, um zeitlichen Engpässen entgegenzukommen. Concular arbeitet deutschlandweit und ist an dem europäischen Projekt Circular Construction Finance (CirCoFin) beteiligt (vgl. concular o.J.).

„The Laboratory of the Future"

Um mehr Bewusstsein für mögliche Materialkreisläufe zu schaffen, ist Concular Teil des deutschen Pavillons auf der 18.Architektur Biennale. Kuratiert von Arch+, Summacumfemmer & Büro Juliane Greb unter dem Titel „Open for Maintenance – Wegen Umbau geöffnet". Der deutsche Pavillon wurde umgewandelt in ein Materialdepot und zeigt gesammeltes und digitalisiertes Material aller 40 Pavillons der Kunstbiennale 2022 welches entsorgt worden wäre. Durch die digitale Erfassung können Künstler:innen und Kurator:innen aus aller Welt Material für die kommende Biennale finden (vgl. concular o.J).



Abb. 1.2.7: 18. Architektur Biennale

Re-Zertifizierung

Oft gelten rückgebaute Bauteile als Abfallprodukt und können ohne Zertifizierung nicht wiederverwendet werden. Concular bietet hierfür ein Webinar an in welchem Dr. Marthe-Louise Fehse verschiedene Optionen aufzählt:
a)Die technische Prüfung und Wiederverwendungsnachweis. Hierbei handelt es sich um eine Sicht- und Funktionsprüfung durch Fachbetriebe oder Prüfinstitute.
b)Die Herrsteller-Re-ertifizierung. Hierbei übernimmt der Hersteller die Prüfung und die erneute Zertifizierung, bei welcher die Herstellerhaftung wieder übernommen werden kann.
c)Die Bauaufsichtliche Zustimmung im Einzelfall. Hierbei erteilt die Bauaufsichtsbehörde eine Genehmigung zur Wiederverwendung von beispielsweise historischen Fenstern oder Sondertüren.
d)Sonderfall Brandschutztür: Hier hilft der passende Leitfaden von Concular
e)Sonderfall tragende Bauteile: Statik muss neu berechnet werden
Die Haftung übernimmt daraufhin der Inverkehrbringer (Concular oder Bauteilhandel), ein Versicherungsschutz erfordert Dokumentation und Prüfung der Nachweise. Die Rolle von Concular in dem Prozess der Re-Zertifizierung ist die digitale Dokumentation alles Prüfungen im Materialpass, die Kooperation mit Prüflaboren und Zertifizierern und die Schulung von Architekt:innen und Bauherr:inen zu rechtssicherer Ausschreibung mi Reuse-Bauteilen.

Abb. 1.2.8: Rezertifizierung concular



CirCoFin

Circular Construction Finance (CirCoFin) ist ein Horizon Europe gefördertes Projekt im Rahmen der Circular Cities and Regions Initiative (CCRI) mit dem Ziel zirkuläre Märkte im Bausektor durch die Einrichtung von Circular Construction Hubs (CCHs) als eine Kombination aus physischer Materialbank und digitalem Marktplatz. Teil des Kickoffs waren 13 europäische Partner, darunter Städte, Regionen, Forschungsinstitute und Unternehmen. Als Pilotstädte wurden München, Lissabon, Kopenhagen und Scottish Central Lowlands bekannt gegeben. Die Umsetzung vom Standort München wird von Concular geleitet. Hier enstehen 2000 qm Urban Mining Hub.
Ein Constructionhub setzt sich zusammen aus einer physischen Ebene die Lagerflächen, Logisitkdrehscheiben und Prüflabore umfasst und der digitalen Ebene auf welcher ein digitaler Marktplatz, Materialpässe und ein KI-matching zu finden sind. Das KI-matching soll dabei unterstützen kompatible Bauteile schneller zu finden.
Als Dienstleistungen kommuniziert CirCoFin Beratung und die Erstellung von Zertifizierungen und Ökobilanzen und sieht sowohl Kommunen, Unternehmen, Planer als auch die Forschung als Akteure und Partner in dem Prozess.
Auf Basis der Pilotstädte soll eine CCH Toolbox entwickelt werden, die Städten bei den Planen und Organisieren von einem eigenem Hub helfen soll. Die Toolbox wird als Teil eines CCH Cookbook veröffentlicht in welchem Beispiele und Datensätze abgebildet werden, um die Planung zu vereinfachen. CirCoFin erhofft sich weitere Städte und Regionen europaweit zu inspirieren und ist daran interessiert bessere EU-Standards zu erarbeiten, um das zirkuläre Bauen in Zukunft zu vereinfachen (vgl. CirCoFin o.J.).

CIRCOFIN

Abb. 1.2.9: Logo CirCoFin

Co-funded by the European Union

Abb. 1.2.10: Logo Europäische Union

Geografische Verortung der Bauteilbörsen in DACH, Benelux und Frankreich

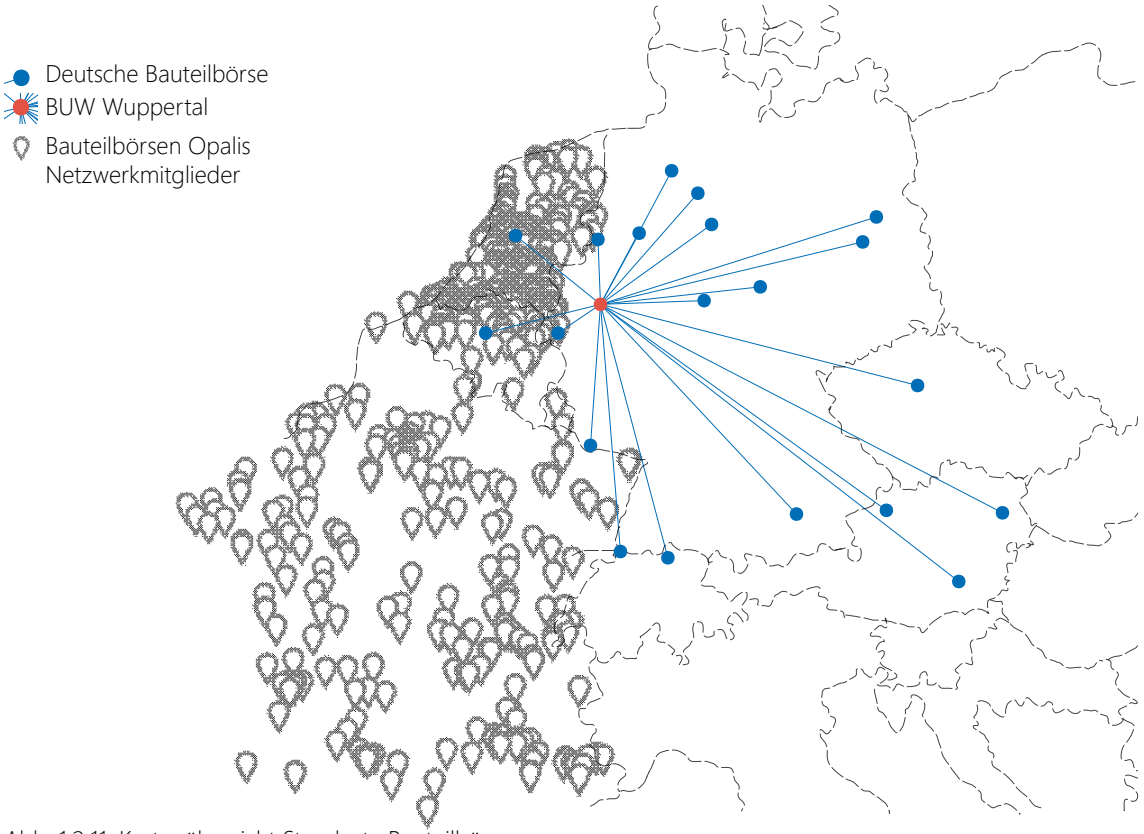


Abb. 1.2.11: Kartenübersicht Standorte Bauteilbörsen

Übersicht Bauteilbörsen und ausgewählte Beispiele aus DACH und Benelux

Allgemein	
Länder	Anzahl Bauteilbörsen
DE	13
CH	2
AT	3
EU	1
BE	123
NL	168
LUX	1
FR	249

Unternehmen		Information						Dienstleistungspaket							Zielgruppe		
Land	Name	Website	Standort	Eröffnungsjahr	OnlineShop	Öffnungszeiten	qm Lagerfläche	Zwischenlagerung	Lagerlose Vermittlung	Rückbau	Aufbereitung	Wiedereinbau	Beratung	Transport	Private Bauprojekte	Planungsbüro	Handwerks-betriebe
EU	Cyrkl	cyrkl.com	HQ Prag	2018	x	-	o	o	x	o	o	o	x	o	o	o	x
DE	Concular	concular.de	HQ Berlin	2020	x	-	o	x	x	-	-	-	x	x	x	x	x
DE	Restado	restado.de	HQ Stuttgart	2014	x	-	-	-	-	-	-	-	x	-	x	x	x
DE	Bauteilbörse Bremen	bauteilboerse-bremen.de	Bremen	2003	x	Di-Sa	750	o	o	x	x	x	x	o	x	x	x
DE	B2B Baumab	baumab-kassel.de	Kassel	2025	x	Mi-Sa	-		x	-	x	-	x	-	x	x	x
CH	Bauteilbörse Basel	bauteilboerse-basel.ch	Basel	1995	x	Mo-Fr	o	x	-	x	x	o	x	o	x	x	x
BE	RotorDC	rotordc.com	Brüssel	2014	x	Di-Sa	14000	x	x	x	x	o	x	x	x	x	x

Unternehmen		Produktangebot									Kooperation				Legende	
Land	Name	Antiquitäten, Unikate	Serielle Produkte	Baumaterial	Sekundär-rohstoffe	Produktfoto eingebaut	Produktfoto einzeln	Produktdetails	Datenblätter	Gewährleistung	Förderung	Kooperation	Besonderheit	Software	Zeichen	Bedeutung
EU	Cyrkl	o	o	x	x	o	x	x	x	x	-	-	-	o	x	Ja
DE	Concular	x	x	x	x	wenn möglich	x	x	auf Anfrage	x	Diverse	Diverse	7 Urban Mining Hubs	CircularLCA	-	Nein
DE	Restado	-	x	x	x	wenn möglich	x	x	x	-	o	o	Verkaufsplattform	-	o	Unbekannt
DE	Bauteilbörse Bremen	x	-	-	-	wenn möglich	x	x	o	o	Bremer Stadtreinigung	Bremer Stadtreinigung	Verhandlungsoptionen	-		
DE	B2B Baumab	x	x	x	x	-	-	-	-	-	Stadt Kassel	Diverse	Bauteilpatenschaft	Surap/DigiTwin		
CH	Bauteilbörse Basel	x	x	x	x	wenn möglich	x	x	x	-	o	o	-	o		
BE	RotorDC	x	x	x	-	x	x	x	x	o	Diverse	Opalis	-	-		

Abb. 1.2.12: Übersicht Bauteilbörsen in Europa

1.3 KREISLAUFSYSTEME VON BAUPRODUKTEN

1.3.1 ZIRKULARITÄT UND NACHNUTZUNG VON PV-MODULEN

Lukas Dauenheimer

Einführung in das Recycling von PV-Modulen

Mit dem globalen Ausbau erneuerbarer Energien nimmt auch die Menge ausgedienter Photovoltaikmodule stetig zu. Laut der Internationalen Organisation für erneuerbare Energien (IRENA) wird bis zum Jahr 2050 weltweit ein Aufkommen von bis zu 60 Millionen Tonnen PV-Altmodule erwartet, wodurch die Nachnutzung von PV-Modulen zunehmend an Bedeutung gewinnt (vgl. BDEW, 2022). Photovoltaikanlagen können mittlerweile sehr gut recycelt werden. Die Recyclingquote liegt aktuell bei über 95 Prozent. Das heißt, dass mehr als 95 Prozent der verbauten Rohstoffe aus Photovoltaikanlagen wiederverwertet werden können (vgl. Senec, 2022). Ein typisches PV-Modul besteht aus einer Frontscheibe aus Solarglas, die das Licht ungehindert passieren lässt und die Zellen schützt. Darunter liegen die Solarzellen aus Silizium, die zusammengelötet sind. In geringen Mengen kommen Metalle wie Indium, Gallium, Tellur und Selen zum Einsatz. Kunststoffschichten schützen und stabilisieren die Zellen von oben und unten. Ein Aluminiumrahmen verleiht dem Modul Struktur und Halt. Zudem enthält jedes Modul eine Kabelbox mit Steckverbindung zur Stromweiterleitung. Ältere Module können geringe Mengen Blei und Cadmium enthalten (s. Abb. 6.1.2) (vgl. Erdgas Südwest, 2025).



Abb. 1.3.1.1: Photovoltaikmodule

Die wichtigsten Bestandteile von PV-Modulen sind Aluminium, Glas, Silizium und diverse Kunststoffe. Diese Materialien lassen sich mit dem heutigen Stand der Technik problemlos wiederverwerten. Derzeit fallen noch wenig Altmodule an, da viele Anlagen noch nicht am Ende ihrer Nutzungsdauer angekommen sind. Die Entsorgungsbranche stellt sich aktiv auf diese größeren Mengen ein. Das Thema Recycling wird in den kommenden Jahren immer wichtiger. Recycelbare PV-Module sind entscheidend für eine nachhaltige Energiewende. Das Umweltbundesamt betont die Bedeutung von Photovoltaik und Kreislaufwirtschaft als Teil der Klimaschutztechnologien. Das Recycling von PV-Modulen ist nicht nur ökologisch, sondern auch wirtschaftlich und strategisch wichtig (vgl. Senec, 2022).

Laut der Internationalen Organisation für erneuerbare Energien (IRENA) werden schätzungsweise bis 2030 weltweit mindestens 1,7 Millionen Tonnen Altmodule anfallen. Bei einer kürzeren Lebensdauer von unter 30 Jahren, könnten bis zu acht Millionen Tonnen anfallen. In der EU gilt gemäß der Richtlinie über Elektro- und Elektronik-Altgeräte (WEEE-Richtlinie) eine gesetzliche Regelung, nach der 80 Prozent des Modulgewichts recycelt werden müssen. Dieser Anteil wird durch die Wiederverwertung von Glas und Aluminium erreicht (vgl. BDEW, 2022).

Die meisten PV-Module enthalten zwar keine knappen Rohstoffe, allerdings ist die Gewinnung der Rohstoffe sehr energieintensiv. So wird beispielsweise Silizium bei etwa 2300°C aus Quarzsand hergestellt. Das verursacht einen hohen CO_2-Fußabdruck von circa 20 Kilogramm CO_2 pro Kilogramm Silizium. Das Fraunhofer-Center in Halle arbeitet an Methoden, um Silizium aus al-

ten Modulen zu recyceln und somit den CO_2-Fußabdruck zu reduzieren (vgl. BDEW, 2022).

Die PV-Module bestehen zu 80 bis 90 Prozent aus Glas, das die Module vor Hagel, Schmutz und Witterung schützt und dadurch zu ihrer langen Lebensdauer beiträgt. Die restlichen 10 bis 20 Prozent fallen auf Metalle wie Aluminium (Rahmen), Kupfer und Silber (Lötverbindungen) sowie Kunststoffe. Der eigentliche Halbleiter und Kern aus Silizium macht nur etwa zwei Prozent des Gesamtgewichts aus. Glas und Metalle können effizient und kostengünstig zurückgewonnen werden. Glas wird zum Beispiel als Zuschlagstoff für Dämmstoffe in der Bauindustrie genutzt. Kunststoffe gelten als minderwertige Stoffe. Sie werden meistens nicht stofflich recycelt, sondern energetisch verwertet. Entweder werden sie verbrannt, zur Energiegewinnung oder sie werden als Ersatzbrennstoff in der Zementindustrie eingesetzt. Seltene Erden der Metalle werden bislang nicht recycelt, da die Rückgewinnung aufwendiger ist als der Abbau von neuen Vorkommen (vgl. Bürgi, 2024).

Seit dem 13. August 2012 gilt in der EU die WEEE-Richtlinie (Waste Electrical and Electronic Equipment Directive). Diese Richtlinie verpflichtet die Produzent:innen, mindestens 85 Prozent der PV-Module kostenlos zurückzunehmen und zu recyceln. In Deutschland wird dies durch das Elektro- und Elektronikgerätegesetz geregelt, das PV-Module als Haushaltsgeräte einstuft. Private Nutzer:innen können alte Module kostenfrei bei einem Wertstoffhof abgeben. Hersteller sind für die Finanzierung des Recyclings zuständig. Zudem gibt es gewerbliche Abhol- und Entsorgungsdienste. Die freiwillige Branchenvereinigung PV Cycle wurde 2007 gegründet und bietet ein herstellerübergreifendes, WEEE-konformes Rücknahmesystem mit einem europaweiten Netzwerk an Sammelstellen (vgl. Erdgas Südwest, 2025).

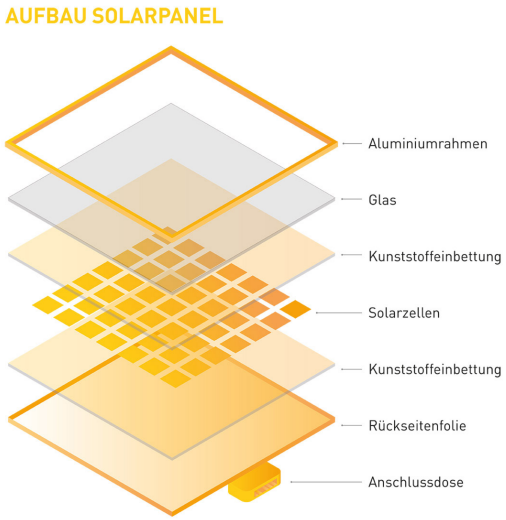


Abb. 1.3.1.2: Aufbau eines Solarpanels

Früher wurden PV-Module komplett geschreddert und als Materialmischung beispielsweise in Glaswolle-Dämmstoffen im Bausektor verwendet. Seit 2024 werden Wafer Materialien[1] (Zellen) vom Flachglas getrennt, wodurch das Glas erneut für die Produktion von neuem Flachglas genutzt werden kann. Dies stellt eine qualitative Verbesserung des Recyclingprozesses dar und ermöglicht eine höherwertige Rückgewinnung einzelner Komponenten, was sowohl ökologisch als auch wirtschaftlich von Vorteil ist (vgl. Bürgi, 2024).

[1] Wafer sind dünne Scheiben aus Halbleitermaterialien, wie zum Beipiel Silicium.

Mechanisches Recyclingverfahren

Das mechanische Recyclingverfahren stellt gegenwärtig den Standard in der Aufbereitung ausgedienter Photovoltaik-Module dar. Im Vordergrund steht hierbei die physikalische Trennung der fest miteinander verbundenen Materialien wie Glas, Aluminium, Silizium oder Kupfer. Ziel ist es, die enthaltenen Wertstoffe möglichst sortenrein zurückzugewinnen und dem Stoffkreislauf erneut zuzuführen (vgl. Reiling, o.J.).

Die Reiling GmbH & Co. KG, ein führendes Unternehmen im Bereich des PV-Recyclings, verfolgt einen ganzheitlichen Ansatz für End-of-Life Konzepte siliziumbasierter PV-Module. Die Strategie setzt dabei zunächst auf eine Prüfung zur Wiederverwendung der Module. Erst nach Ausschluss dieser Option nutzen Sie die mechanische Verwertung. Der mechanische Aufbereitungsprozess erfolgt an mehreren Standorten in Deutschland, insbesondere am Standort Münster, der als reines PV-Recyclingzentrum konzipiert ist. Die Erstbehandlung beinhaltet eine Sichtung und gegebenenfalls technische Prüfung der Module, während im Anschluss nicht mehr funktionsfähige Module mechanisch zerkleinert und ihre Bestandteile sortiert werden (vgl. Reiling, o.J.).

Im Einzelnen besteht das Verfahren aus folgenden Schritten: Zunächst erfolgt eine Erstbehandlung der Module, anschließend werden diese zerkleinert. Darauf folgt die Trennung der unterschiedlichen Materialfraktionen mithilfe hochspezialisierter mechanischer Verfahren. Die gewonnenen Sekundärrohstoffe, insbesondere Glas in Feinkorn- und Grobkornfraktionen, Aluminium, verzinntes Kupfer aus den Busbars[1] sowie Silizium, werden in hochwertige Anwendungen zurückgeführt. Die Qualität der Rezyklate entspricht dabei höchsten Standards, bei denen der Einsatz moderner Sortiertechniken ent-

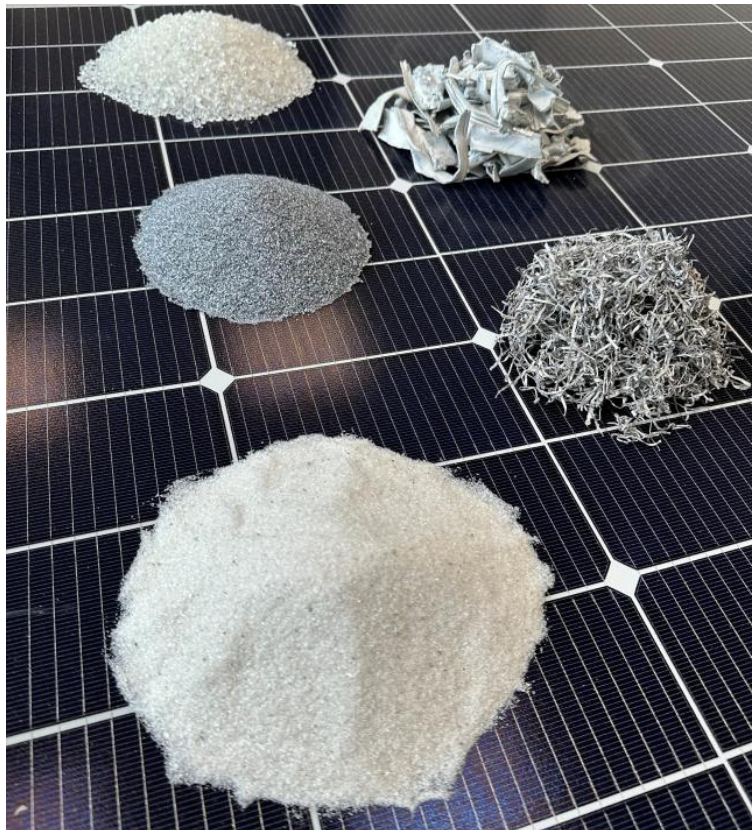


Abb. 1.3.1.3: Rezyklate einer Photovoltaikanlage

[1] Busbars sind die leitenden Kupferschienen innerhalb eines PV-Moduls, die den erzeugten Strom von den Solarzellen sammeln und weiterleiten

scheidend mitwirkt (vgl. Reiling, o.J.).

Der hohe Durchsatz des mechanischen Verfahrens erlaubt eine wirtschaftlich tragfähige Aufbereitung auch großer Mengen. Reiling plant 2024 mit einer Jahresmenge von 10.000 Tonnen und betreibt eine Anlage mit einer potenziellen Kapazität von bis zu 50.000 Tonnen pro Jahr. Trotz der rein mechanischen Vorgehensweise konnten zuletzt Verbesserungen bei der Rückgewinnung von Silizium erzielt werden, was den Ressourcenschutz weiter stärkt (vgl. Hommel de Mendonça, 2024).

Auch andere Akteur:innen im Bereich der PV-Aufbereitung setzen auf mechanische Verfahren. Die Solar Materials GmbH aus Magdeburg verfolgt ausschließlich das mechanische Verfahren, das laut eigenen Angaben bis zu 98 Prozent der in den Modulen enthaltenen Materialien zurückgewinnt, mit Ausnahme der Kunststoffe. Besonders hervorzuheben ist dabei der vergleichsweise geringe Energieeinsatz, der dieses Verfahren nicht nur nachhaltig, sondern auch wirtschaftlich attraktiv macht (vgl. Ristau, o. J.).

Neben der rein mechanischen Verarbeitung kommen am Markt zunehmend auch kombinierte Verfahren zum Einsatz. Dabei wird nach der mechanischen Zerkleinerung eine chemische Behandlung angeschlossen. Dadurch können zusätzliche Stoffe wie Metalle oder Halbleitermaterialien effizienter extrahiert werden. Solche hybriden Ansätze zielen darauf ab, die Rückgewinnungsquote weiter zu erhöhen und zugleich den Einsatz kritischer Chemikalien so weit wie möglich zu reduzieren. Alternative thermische Verfahren befinden sich ebenfalls in der Entwicklung und sollen langfristig zur Entlastung der mechanischen Verfahren beitragen, indem sie eine schonendere Trennung ermöglichen (vgl. Hommel de Mendonça, 2024).

Unabhängig von der jeweiligen Technologie bleibt die Zielsetzung übergeordnet gleich, die sortenreine Trennung der im Modul fest verbundenen Materialien wie Aluminiumrahmen, Anschlussdose, Glas, Laminat, Kunststoffe, Silizium und Silber. Durch den gezielten Einsatz moderner Recyclingtechnologien können diese Wertstoffe dem Wirtschaftskreislauf erneut zugeführt werden und tragen damit aktiv zur Ressourcenschonung und Nachhaltigkeit bei (vgl. Ristau, o. J.).

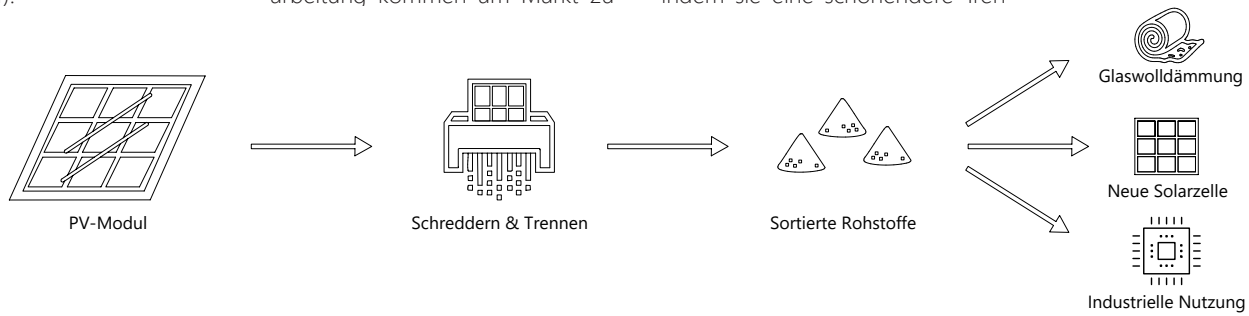


Abb. 1.3.1.4: Mechanisches Recyclingverfahren

Pyrolyseverfahren im Recycling

Die Pyrolyse ist ein thermochemisches Verfahren zur Zersetzung organischer Verbindungen unter Sauerstoffausschluss. Dabei werden große Moleküle durch hohe Temperaturen in kleinere Bestandteile gespalten. Der Prozess findet ohne Sauerstoff statt, um eine unkontrollierte Verbrennung zu vermeiden. Das Ziel ist die gezielte Auflösung chemischer Bindungen, sodass eine Trennung in verwertbare Stoffe ermöglicht wird (vgl. chemie.de, o. J.).

Obwohl die Pyrolyse ursprünglich bei der thermischen Behandlung von Biomasse angewendet wurde, ist das Verfahren grundsätzlich auf viele kohlenstoffhaltige Stoffe übertragbar. Dazu zählen auch Kunststoffe, die ebenfalls durch Pyrolyse thermochemisch zersetzt werden können. Die entstandenen Produkte können dabei je nach Materialzusammensetzung fest, flüssig oder gasförmig sein (vgl. enargu, o. J.).



Abb. 1.3.1.5: Photovoltaiklandschaft

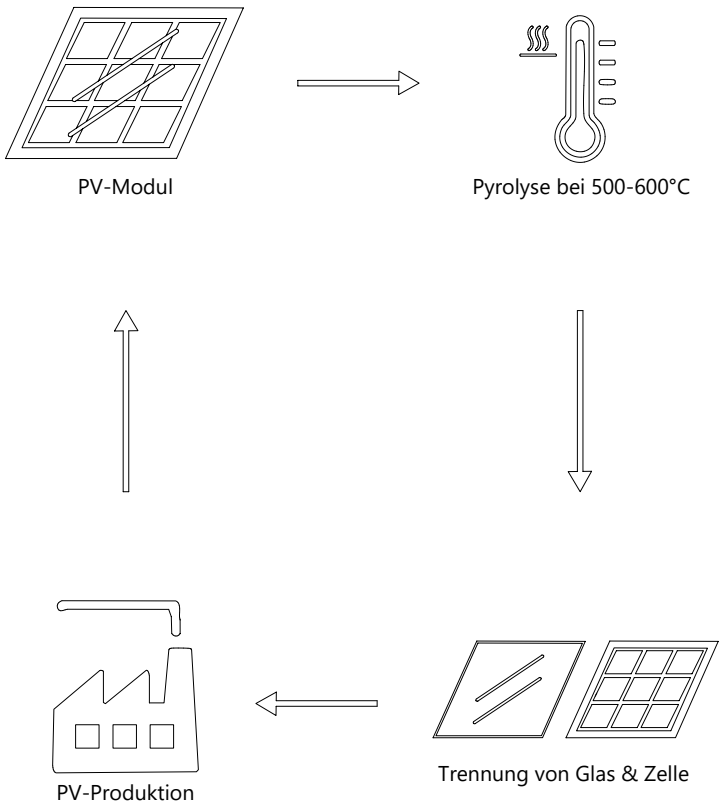


Abb. 1.3.1.6: Pyrolyseverfahren bei Photovoltaikanlagen

Beim Recycling von siliziumbasierten Photovoltaikmodulen wird die Pyrolyse gezielt eingesetzt, um Kunststoffbestandteile von übrigen Komponenten zu trennen. Zunächst werden Rahmen, Kabel und elektronische Bauteile entfernt. Bei Temperaturen von rund 600 °C und unter Ausschluss von Sauerstoff kommt es zur thermochemischen Abspaltung. Dabei zersetzt sich das Kunststoffmaterial, besonders die EVA-Folie, wodurch das Halbleitermaterial Silizium vom Glas getrennt wird. Das Glas kann anschließend direkt wiederverwendet werden. Das Silizium verbleibt in einer metallhaltigen Flüssigkeit, die durch eine gezielte pH-Wert-Fällung und weitere chemische Verfahren herausgelöst und für neue Solarzellen genutzt werden kann (vgl. solarmarkt, o. J.).

Auch beim Recycling von CIGS-Dünnschichtmodulen (Kupfer, Indium, Gallium, Selenid) zeigt sich das Potenzial der Pyrolyse.
Am Lehrstuhl für Nichteisenmetallurgie der Montanuniversität Leoben wurde die Methode gezielt für die Entfernung der EVA-Folie getestet. Das Ziel war, die verklebten Glasschichten zu trennen und die darunterliegende Halbleiterschicht freizulegen. Durch die erfolgreiche thermische Ablösung werden enthaltene Metalle, wie Kupfer oder Indium, für eine anschließende hydrometallurgische Rückgewinnung bestens vorbereitet. Die Versuche zeigten eine effektive Trennung der Schichten und eine verbesserte Vorbereitung für nachfolgende Recyclingprozesse (vgl. 320°, 2014).

Auch das Fraunhofer CSP bestätigt die Anwendung der Pyrolyse bei Dünnschichtmodulen. Hier wird das Verfahren als thermische Vorbehandlung genutzt, um die fest miteinander verbundenen Materialien wie Glas, Folien (Kunststoffe) und Halbleiterschichten voneinander zu trennen. Der Prozess erfolgt unter Sauerstoffausschluss, wodurch sich Rückstände in Gase und Feststoffe zersetzen. Dadurch lassen sich Laminatschichten für weitere stoffliche Rückgewinnungsschritte separieren (vgl. Ristau, o. J.).

1.3.2 NACHNUTZUNG VON FLACHGLAS

Sven Walther

[1] End-of-Life-Glas, welches nach einer Nutzungsphase beim Endanwender anfällt wie z.B Fenster und Glasfassadenelemente.

[2] Glas, welches zu dreidimensionalen, hohlen Formen verarbeitet wird wie z.B. Flaschen, Gläser, Konserven, Labor- & Medizingefäße etc.

[3] Flachglas bezeichnet alle Gläser, die in flacher Form hergestellt werden und dient als Ausgangsprodukt für Fenster, Fassaden, Spiegel, Glastüren, Möbelglas, Autoverglasung etc.

[4] Deponien der DK 0 oder bei starker Verunreinigung auch DK I (vgl. Rose et al. 2019).

[5] Glasbruch, der im eigenen Betrieb während der Produktion oder Weiterverarbeitung entsteht.

[6] Glasscherben, die außerhalb des eigenen Werks anfallen und aus anderen Produktionsstätten stammen.

[7] Produktionsabfälle aus der Herstellung und Verarbeitung von Flachglas, bevor das Glas jemals beim Endnutzer im Einsatz war.

In Deutschland fallen jährlich rund 521.000 t Flachglasscherben an, davon etwa 350.000 t aus dem Post-Consumer[1]-Bereich (vgl. Bundesverband Flachglas 2024; Fraunhofer IRB 2019). Im Gegensatz zu Hohlglas[2], das zu etwa 96 % recycelt wird, liegt die Gesamt-Recyclingquote von Flachglas[3] bei nur 19 % (vgl. Recovery Worldwide 2024). Der Großteil des Materials aus dem Post-Consumer-Bereich wird im Downcycling zu Produkten wie Glasperlen, Schaumglas oder Mineralwolle verarbeitet oder landet auf Deponien[4] (vgl. Fraunhofer IRB 2019). Lediglich rund 11 % des gesammelten Flachglases aus dem Post-Consumer-Bereich fließen zurück in die Flachglasproduktion, werden also recyclelt (vgl. Glass for Europe 2024). Eine präzise Erfassung der Recyclingquote ist erschwert, da Flachglas nicht als kontrollpflichtiger Abfall gilt (vgl. Espazium 2024). In der Industrie beträgt der Recyclatanteil in der Produktion derzeit maximal

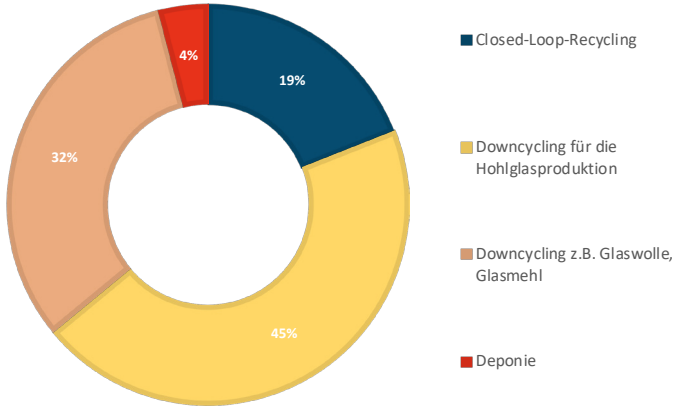


Abb 1.3.2.1 Flachglasscherben gesamt

20–30 %, welcher größenteils aus Eigen[5]- und Fremdscherben[6] aus dem Pre-Consumer[7] Bereich besteht. Der Anteil des Recyclats, welches aus dem Pre-Consumer-Bereich zurück in die Flachglasherstellung geführt wird ist mit ca. 60 % (ggü der 11 % des Post-Consumer-breichs) wesentlich höher (vgl. Bundesverband Flachglas 2019).

Die Aufbereitung des Flachglasrecyclats aus dem Post-Consumer Bereich ist technisch aufwendig. Post-Consumer-Scherben erfüllen oft nicht die strengen Anforderungen der Floatglasherstellung, die nur maximal 5 g Fremdstoffe pro Tonne zulässt. Etwa 20 % des gesammelten Glases müssen aussortiert werden, da sie durch Beschichtungen oder Rahmenmaterialien verunreinigt sind (vgl. Espazium 2024).

Grundsätzlich bietet der Einsatz von Recyclat deutliche ökologische Vorteile. Durch die niedrigere Schmelztemperatur von Recyclatglas, etwa 1.100 °C statt 1.700 °C, können rund 260 kg CO_2 pro Tonne Glas eingespart werden (vgl. Deloitte 2016).
Die Umstellung auf fossilfreie Energiequellen birgt hier noch großes Einsparungspotential. Ferner ersetzt 1 kg Recyclat 1,2 kg an Primärrohstoffen[8]. Studien zufolge ließen sich so durch konsequentes Closed-Loop-Recycling[9] von Flachglas in Deutschland jährlich über eine Million Tonnen an Primärrohstoffen wie Sand, Kalk und Soda einsparen (vgl. Fraunhofer IRB 2019).

Neben dem Recycling gewinnt auch die Wiederverwendung von Fenstern an Bedeutung. Gebrauchte Fenster lassen sich über Verfahren wie Reinigung, Dichtungswechsel und Neuverglasung technisch ertüchtigen (vgl. Glass for Europe 2024). In Pilotprojekten wurden Fenster erfolgreich demontiert, geprüft und erneut eingebaut (vgl. Espazium 2024).

Eine Studie der ETH Zürich kommt zum Schluss, dass der Erhalt bestehender Fenster in verschiedenen energetischen Sanierungsszenarien sowohl ökologisch als auch ökonomisch vorteilhaft ist. In der Studie wurde in keiner als optimal bewerteten Lösung ein Austausch empfohlen (vgl. Galimshina et al. 2021). Trotz dieser Potenziale bleibt die Wiederverwendung aufgrund von hohem logistischem und technischem Aufwand, fehlenden Standards und geringer Skalierbarkeit bislang eine Ausnahme. Im Gegensatz dazu bietet Closed-Loop-Recycling eine besser integrierbare Lösung, vorausgesetzt Reinheit und Nachfrage sind gegeben.

Die größten Herausforderungen liegen in der Qualität des verfügbaren Materials sowie in der mangelnden Infrastruktur. Die hohen Anforderungen der Flachglasproduktion führen dazu, dass ein Großteil der Post-Consumer Scherben nicht als Sekundärrohstoff[10] verwertbar ist. Gleichzeitig ist die erforderliche getrennte Sammlung auf Baustellen kostenintensiv und rund 30 % der Recyclingkosten entfallen allein auf den Transport (vgl. Fraunhofer IRB 2019). Hinzu kommt, dass Hohlglaswerke oft höhere Preise für minderwertiges Recyclat zahlen, wodurch es der Flachglasindustrie verloren geht. Die geringe Nachfrage nach recyceltem Flachglas hemmt zudem Investitionen in moderne Aufbereitungstechnologien, ein strukturelles Henne-Ei-Problem (vgl. MDPI 2022). Doch auch hier ist eine Änderung absehbar wenn in der Zukunft Entsorgungskosten (insb. Deponiekosten) steigen werden.

Ein Blick in die Niederlande zeigt Lösungsansätze: Hier wurde ein Rücknahmesystem für Isolierglas eingeführt, das über eine Recyclingabgabe[11] von 0,30 € / m² finanziert wird. Dieses System beinhaltet die flächendeckende Sammlung, sowie die Glasaufbereitung inklusive Qualitätskontrollen für alle Arten von Flachglas (vgl. Glass for Europe 2024).

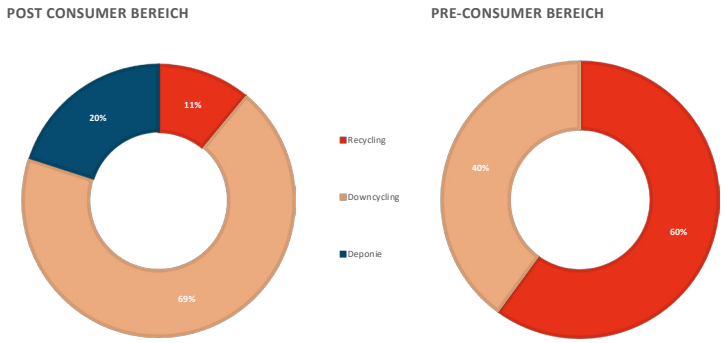


Abb 1.3.2.2 Post-Consumer-Bereich | Pre-Consumer-Bereich

Auch die enge Zusammenarbeit zwischen Herstellern und Recyclern kann helfen die Materialqualität zu sichern und logistische Prozesse effizienter zu gestalten. Technologische Entwicklungen wie KI-gestützte Sortierung und sensorbasierte Glasprüfung eröffnen weitere Perspektiven für eine hochwertigere Verwertung (vgl. Bristogianni & Oikonomopoulou 2022).

Trotz bestehender Barrieren zeigen diverse Pilotprojekte als auch die ETH-Studie von Galimshina et al., dass es sich lohnt, Fenster möglichst lange zu nutzen oder hochwertig zu recyceln. Für eine zukunftsfähige Kreislaufwirtschaft im Bauwesen braucht es klare gesetzliche Rahmenbedingungen, ökonomische Anreize, technologische Fortschritte und vor allem eine strukturierte Integration entlang der gesamten Wertschöpfungskette.

[8] Rohstoffe, die direkt aus der Natur gewonnen werden und noch nicht zuvor als Produkt oder Material genutzt wurden.

[9] Aufbereitung eines Abfallstoffes, sodass daraus ein gleichwertiges Produkt entsteht, welches den gleichen Qualitätsanforderungen entspricht wie das ursprüngliche Material.

[10] Rohstoffe, die aus dem Recycling von bereits genutzten Materialien stammen und erneut in den Produktionsprozess eingespeist werden.

[11] Zuschlag beim Erwerb von Pre-Consumer Flachglas

1.3.3 HERSTELLERLISTE / HERSTELLERRÜCKNAHME

Valentin Riede

Um sich dem Übrigen zu nähern und herauszufinden, was zu diesem gehört, muss man sich anschauen, welchen Bauprodukten bereits eine Nachnutzung zukommt und somit aus dem Betrachtungsraum herausfällt.

Ein Ansatz dafür ist die Betrachtung von Herstellerrücknahmegarantien oder bereits vorhandenen Systemen, die mehr als einen Nutzungszyklus ermöglichen.

Diese Herstellerrücknahmegarantien sind in ihren Rahmenbedingungen nicht homogen und unterscheiden sich teilweise stark voneinander. Die Nachnutzung bei zurückgenommenen Bauprodukten reicht von einer wiederaufbereiteten Weiterverwendung (Re-use) über einen Wiederverwertungsprozess (Recycle) bis hin zum Downcycling.
Auch Rahmenbedingungen, wie Kosten für den Transport oder die Rücknahme generell, variieren. Ein Solarmodulhersteller aus der Schweiz (3S Swiss Solar Solutions AG, 2025) preist die Rücknahme bereits beim Kauf ein und ein deutscher Hersteller für Bad- und Küchenarmaturen (Dornbracht GmbH & Co. KG, 2025) nimmt die gebrauchten Armaturen kostenlos zurück.

Eine Problemstellung bei der Rücknahme ist, dass oftmals nur Teile des ursprünglich verbauten Produkts zurückgenommen werden. Dies lässt sich durch die ursprünglich eingesetzte Verbindungstechnik und somit auf die Lösbarkeit sowie die Sortenreinheit begründen. Ein Beispiel dafür sind die unterschiedlichen Dämmstoffe, bei denen meist nur die sortenrein getrennten Baustellenverschnitte zurückgenommen werden. Der Großteil der verbauten Menge an Dämmung unterliegt nicht den Herstellerrücknahmegarantien, da die verbauten Produkte oft keinem Hersteller zugeordent werden können. Diese werden somit nach ihrer Lebensdauer üblicherweise einer thermischen Verwertung zugeführt (Wecobis, 2025).
Weiterhin gilt für die Mehrheit der Rücknahmesysteme eine ausschließliche Zusammenarbeit mit gewerblichen Unternehmen (s. Tabelle, Abb. 1.3.3.5 - 1.3.3.9), was die Nutzung dieser Systeme für private Anwender verteuert und damit auch erschwert.

Darüber hinaus erweist sich eine vertiefte Betrachtung von Materialien mit hohem Masseanteil im Bauwesen als sinnvoll. Im folgenden wird daher insbesondere die Verwendung und Zirkularität von Gips näher untersucht.

Das jährliche Abfallaufkommen an Gipskartonplatten beträgt ca. 280.000 t, von denen ca. 210.000 t als recyclingfähig gelten. Von diesem Abfallaufkommen an Gipskartonplatten werden weniger als 20.000 t jährlich recycelt.
In Deutschland findet ein qualitätserhaltendes Recycling von Gips in die Gipsplattenproduktion so gut wie nicht statt. Recyclinggips wird hierzulande als Estrichbindemittel für Fließestriche oder als Sulfatträger in der Zementindustrie eingesetzt. Dies stellt eine qualitätsverlierende Kaskadierung als ein qualitätserhaltendes Recycling dar. Skandinavische Länder erreichen Gipsrecyclingraten von 30 %. Eine Ursache hierfür könnten höhere Entsorgungspreise sein (Umweltbundesamt, Hrsg. Müller Felix, 2019).

Hier können Produkte wie das RigiMove- oder das re:GKP-Systems helfen, den Massenstrom zu reduzieren.
Das RigiMove- und das re:GKP-System sind Bauprodukte, die im Fall des RigiMove-Systems von Anfang an wiederverwendbar geplant sind oder im Falle des re:GKP-Systems Bauprodukten einen weiteren Lebenszyklus erschließen.

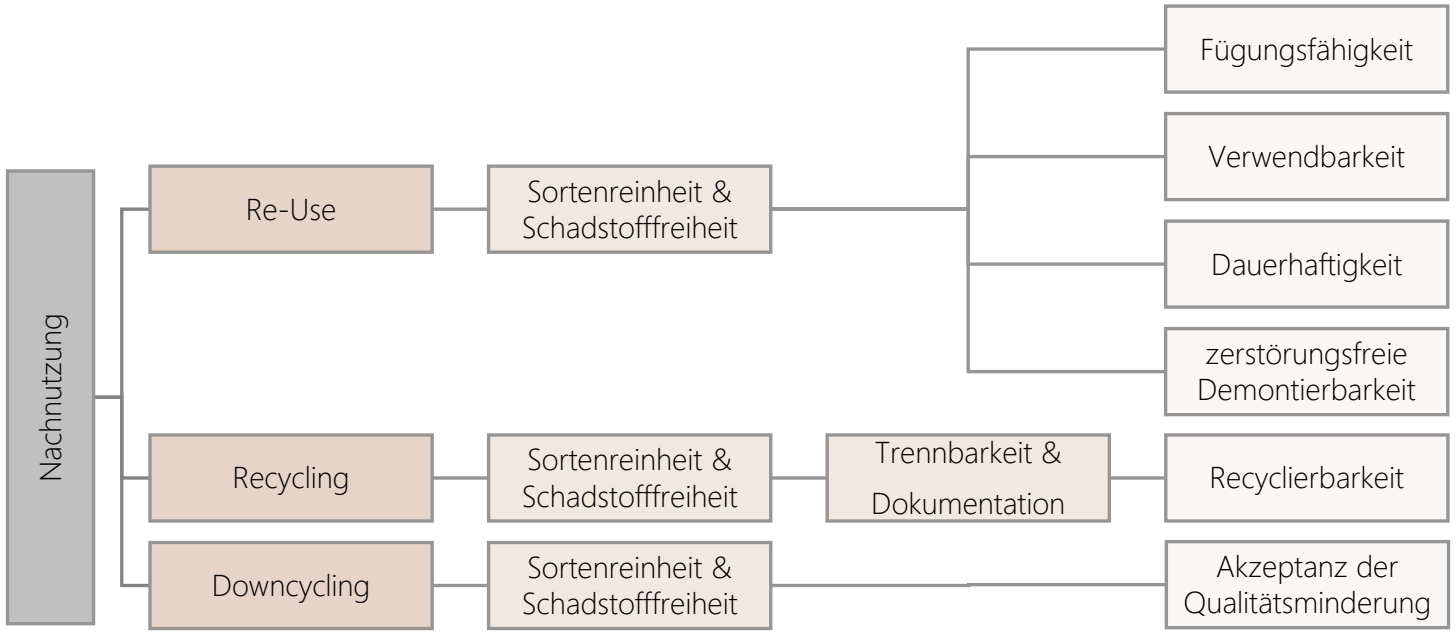


Abb. 1.3.3.1: Baumdiagramm Nachnutzungsvoraussetzungen

Klebeverbindung (Klebeband)

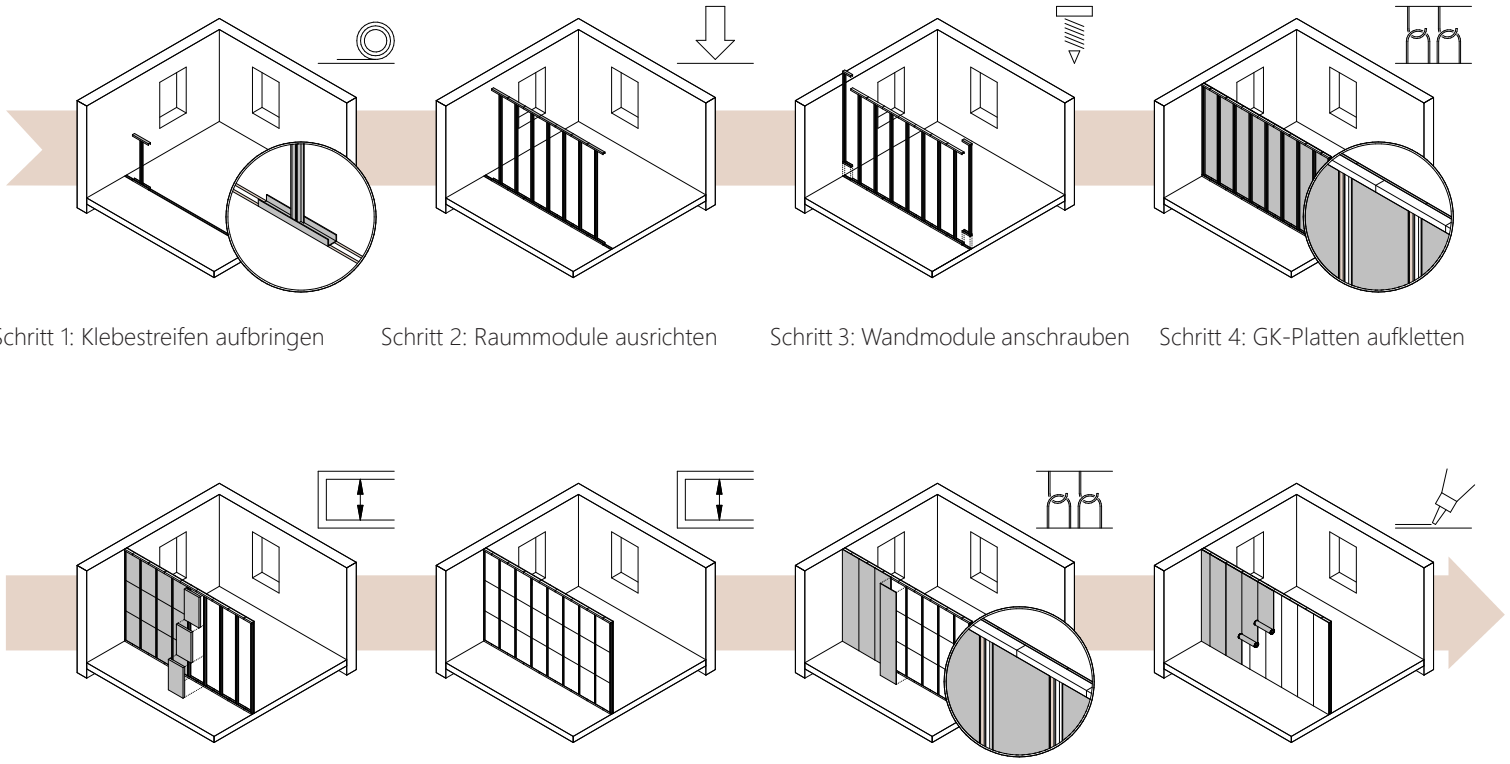
An- und Einpressen

Schrauben

Klettverbindung

Einrenken

Klebeverbindung (Klebstof / Kleister)



Schritt 1: Klebestreifen aufbringen

Schritt 2: Raummodule ausrichten

Schritt 3: Wandmodule anschrauben

Schritt 4: GK-Platten aufkletten

Schritt 5: Dämmung einbringen

Schritt 6: Dämmung einbringen

Schritt 6: GK-Platten aufkletten

Schritt 7: Tapete aufbringen

Abb. 1.3.3.2: Bauablaufdiagrammen SAINT-GOBAIN RIGIPS GmbH, RigiMove - wiederverwendbares Gipskartonwandsystem

SAINT-GOBAIN RIGIPS - RigiMove

Schritt 1: Klebestreifen aufbringen

Die RigiMove Raummodule werden an ihrer Unterseite mit doppelseitigem Klebeband auf dem vorhandenen Boden befestigt. Das System kommt somit ohne Bohrungen in den Boden aus.

Schritt 2: Raummodule ausrichten

Die I-Modulprofile werden durch ihre Teleskopfunktion in der richtigen Länge arretiert. Die Abstände zueinander ergeben sich durch die Kopfstücke. Das Achsmaß beträgt 600 mm.

Schritt 3: Wandmodule anschrauben

Nach dem Setzen aller Raummodule werden als Wandabschluss die C-Modulprofile eingesetzt und an Wand und Decke verschraubt. Durch die Randmodule wird das System flexibel gehalten. Die Randmodule können im Abstand von 200 mm - 600 mm zur Wand verbaut werden.

Schritt 4: GK-Platten aufkletten

Die Gipskartonplatten werden mit Klettbändern am Ständerwerk befestigt und untereinander mit einem Nut- und Feder-System verzahnt.
Die erste Platte besitzt zwei Klettstreifen, die folgenden Platten sind nur einseitig angeklettet.

Schritt 5+6: Dämmung einbringen

Nach der Beplankung einer Seite kann die Dämmung eingebracht werden. Im RigiMove-System kommen Glaswolldämmmatten zum Einsatz.

Schritt 7: GK-Platten aufkletten

Anschließend werden auf der zweiten Seite die Gipskartonplatten mit Klettbändern am Ständerwerk befestigt und untereinander mit einem Nut- und Feder-System verzahnt. Die umlaufende Fuge wird mit vorkomprimierten Dichtungsbändern versehen.

Schritt 8: Tapete aufbringen

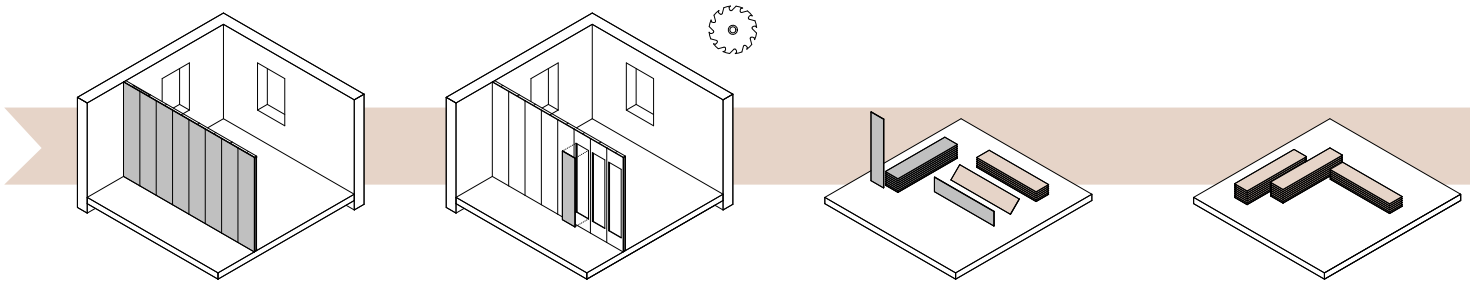
Als letzter Schritt wird eine ablösbare Glasfasertapete auf die Gipskartonplatten aufgebracht, um die Fugen der Platten zu überdecken.

Rückbau:

Auch der Rückbau des Systems verläuft trocken ab. Durch die ablösbare Glasfasertapete ist das Befeuchten der Wand nicht notwendig.

Sägen

Schrauben

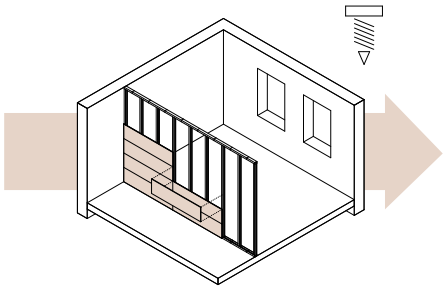


Schritt 1: Sichtung

Schritt 2: Neue re:unit Formate ausschneiden (mithilfe einer Schablone

Schritt 3: Qualitätskontrolle und Codierung

Schritt 4: Lagerung / Vertrieb



Schritt 5: Wiedereinbau

Abb. 1.3.3.3: Bauablaufdiagrammen re:unit, re:GKP - System für eine Wiederverwendung bereits verbauter Gipskartonplatten

re:unit - re:GKP

Schritt 1: Sichtung

Die zu erntenden Wände werden untersucht, um sichtbare Schäden zu identifizieren, die einen Wiedereinsatz der geernteten Platten ausschließen könnten (Brand- oder Wasserschäden).

Schritt 2: Neue re:unit Formate ausschneiden

Dabei werden kleinere Formate aus den vorhandenen Gipskartonwänden mittels Schablonen und Tauchsägen herausgeschnitten. Da sie aus den ursprünglichen Wandfeldern entnommen wurden, weisen sie keine Bohrlöcher auf.

Schritt 3: Qualitätskontrolle und Codierung

Die unbeschichteten Rückseiten der entnommenen Platten können nach einer Qualitätskontrolle und neuer Codierung direkt wiederverwendet werden.

Schritt 4: Lagerung / Vertrieb

Die geernteten Platten können je nach Bedarf entweder direkt auf der Baustelle wiederverwendet, an Dritte verkauft oder extern bezogen werden.

Schritt 5: Neueinbau

Der Einbau erfolgt analog zur Verarbeitung herkömmlicher Gipskartonplatten, mit dem Unterschied, dass die geernteten Platten um 90° gedreht und mit der ehemaligen Rückseite nach vorn montiert werden müssen.

Klebeverbindung
(Klebeband)

An- und Einpressen

Schrauben

Klettverbindung

Einrenken

Klebeverbindung
(Klebstof / Kleister)

Sägen

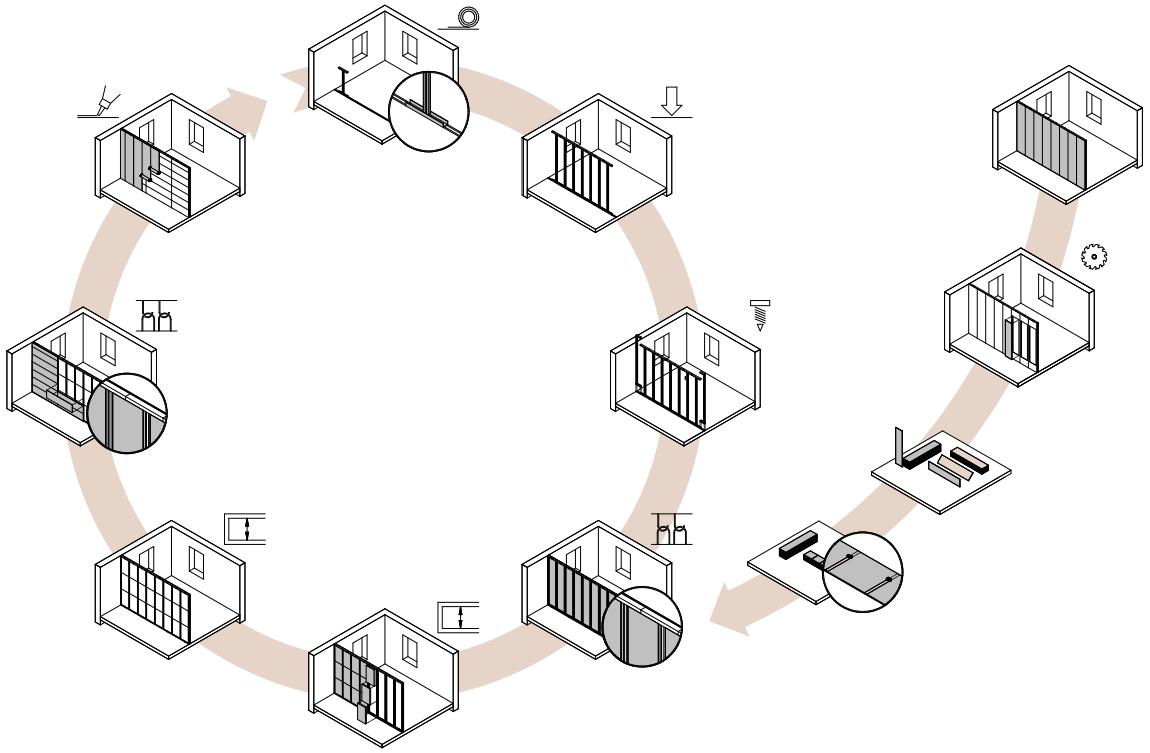


Abb. 1.3.3.4: Bauablaufdiagramm kombiniertes RigiMove und re:GKP-System

Kombiniertes Rigimove- und re: GKP-System

Ein kombiniertes RigiMove- und re:unit-System würde die Vorteile eines wiederverwendbaren Gipskartonwandsystems mit denen der Wiederverwendung bereits verbauter Gipskartonplatten verbinden. Bis zur Qualitätsprüfung und erneuten Kennzeichnung erfolgt die Vorgehensweise analog zum re:unit-System. Für die Kombination müssten auf die ehemaligen Sichtflächen der geernteten Gipskartonplatten Klettbänder aufgebracht, die Platten um 90° rotiert und anschließend lösbar eingebaut werden.

Für die Idee die beiden Systeme zusammenzubringen, stellen sich allerdings mehrere Problemstellungen. Eine von ihnen ist der Arbeitsaufwand und die Koordination der Prozesse. Die Platten des aktuellen re:unit-Systems werden von externen Firmen geerntet, die eine Schulung der Firma re:unit GmbH erhalten. Fraglich ist hier, wer das Auftragen der Klettverschlussseite auf die Platten übernimmt und wie viel höher der zusätzliche Arbeitsaufwand wäre. Ein Ansatz dafür könnte ein Lizensieren des Systems seitens SAINT-GOBAIN RIGIPS und ein unternehmensgesteuerter Ernteprozess sowie eine werkseitige Beklebung sein. Eine weitere Problemstellung ist die Tauglichkeit der Klettverbindungen im horizontalen Verbau der Platten, die aus dem geänderten Format der re:unit-Gipskartonplatten resultieren. Eine konstruktive Frage stellt sich bei dieser abgeänderten Konstruktion. Ist die Verbindung über mehrere kurze Klettverschluss-Strecken genauso tragfähig, wie über wenige raumhohe Klettverschluss-Strecken?

Weiterhin entfällt aufgrund der geernteten Platten die Nut- und Federverbindung zwischen den Platten. Die Plattenstöße würden zwar wie im regulären RigiMove-System durch eine Tapete überdeckt, es müsste allerdings überprüft werden, welchen Einfluss ein Entfall der Nut- und Federverbindungen auf Stabilität und Schalldämmmaß mit sich bringt oder ob ein nachträgliches Hinzufügen von Nuten und Federn wirtschaftlich möglich ist.

Die Notwendigkeit einer Weiterverwendung oder eines effektiveren Recycling von Gipskartonbauteilen könnte in Zukunft weiter steigen, da der jährliche Gipskartonverbrauch in Deutschland zu etwa 60 % (ca. sechs Millionen Tonnen) aus REA-Gips, einem Abfallprodukt aus der Kohlverstromung, resultiert (Umweltbundesamt, Hrsg. Müller Felix, 2019) und der Ausstieg aus der Kohleverstromung 2038 beschlossen wurde (Archiv Deutscher Bundestag, 2020).

Hinweis: Die Liste stellt eine Auswahl an verschiedenen Systemen dar. Sie erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit und bezieht sich nur auf frei zugängliche Informationen.

Eine Schadstofffreiheit sollte immer eine Grundvoraussetzung für ein Re-Use, Recycling oder Downcycling sein, wird aber hier separat ausgewiesen.

	Wiederverwendung (Re-Use)	$Anteil_{Re-Use}$ (In %)	Wiederverwertung (Recycling)	$Anteil_{Recy.}$ (In %)	Downcycling	$Anteil_{Downcy.}$ (In %)
3s Swiss Solar Solutions PV-Module [1]	X	85 %	X	k. A.	-	-
Dornbach Armaturen [2]	X	Armatur-körper	X	k. A.	-	-
Lindner Doppelbodenplattensysteme [3],[4],[5],[6]	X	k. A.	-	-	-	-
Strähle-Raum-Systeme, in Zusammenarbeit mit Concular Systemwände [7],[8]	X	k. A.	-	-	-	-

Abb. 1.3.3.5: Tabelle Hersteller Rücknahmen, Teil 01

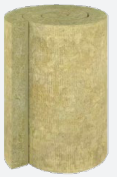
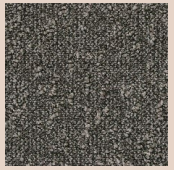
Voraussetzung	kostenlos / kostenpflichtig	Annahme / Rücksendung	privat / gewerblich	KG nach BKI (100er)	Bilder
k. A.	vorgezogene Recyclinggebühr (vRG) im Kaufpreis enthalten	SENS-Sammelstellen (bis 10 Module), SENS-Abholauftrag (ab 10 Module)	privat & gewerblich	540	 [a]
Ausgewählte Produkte	kostenlos	kostenlose Rücksendung	privat	470	 [b]
sortenrein, Doku. Schadstofffreiheit	kostenpflichtig	Abstapelung auf Einzelpaletten	gewerblich	350	
ausschließlich Produkte: System 2000 Vollwand, System 2000 Glaswand, System 3400 Glaswand	k. A.	k. A.	gewerblich	340	

Hinweis: Die Liste stellt eine Auswahl an verschiedenen Systemen dar. Sie erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit und bezieht sich nur auf frei zugängliche Informationen.

Eine Schadstofffreiheit sollte immer eine Grundvoraussetzung für ein Re-Use, Recycling oder Downcycling sein, wird aber hier separat ausgewiesen.

	Wiederverwendung (Re-Use)	$Anteil_{Re\text{-}Use}$ (In %)	Wiederverwertung (Recycling)	$Anteil_{Recy.}$ (In %)	Downcycling	$Anteil_{Downcy.}$ (In %)
Rockwool Steinwolldämmung [9]	-	-	X	100 %	-	-
Tarkett Teppichfliesen [9]	-	-	X	95 % (Garn) 76 % (Polyamid)	X	24 % (Polyamid)
Tarkett Vinyl- & Linoleumböden [10]	-	-	X	k. A.	-	-
BASF Styrodur-Dämmung (Verschnitt) [11],[12]	-	-	X	100 %	-	-

Abb. 1.3.3.6: Tabelle Hersteller Rücknahmen, Teil 02

Voraussetzung	kostenlos / kostenpflichtig	Annahme / Rücksendung	privat / gewerblich	KG nach BKI (100er)	Bilder
sortenrein, hergestellt nach 1996 (ohne Asbest)	Verschnitt: kostenlos, Altdämmstoff: kostenpflichtig	Big Bags	gewerblich	330/ 350/ 360	 [c]
sortenrein	kostenpflichtig	Big Bags	gewerblich	350	 [d]
sortenrein	kostenpflichtig	Big Bags	gewerblich	350	
sortenrein, hergestellt nach 2014 (ohne Polymer-FR)	kostenpflichtig	Big Bags	gewerblich	330/ 350/ 360	 [e]

Hinweis: Die Liste stellt eine Auswahl an verschiedenen Systemen dar. Sie erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit und bezieht sich nur auf frei zugängliche Informationen.

Eine Schadstofffreiheit sollte immer eine Grundvoraussetzung für ein Re-Use, Recycling oder Downcycling sein, wird aber hier separat ausgewiesen.

	Wiederverwendung (Re-Use)	$Anteil_{Re\text{-}Use}$ (In %)	Wiederverwertung (Recycling)	$Anteil_{Recy.}$ (In %)	Downcycling	$Anteil_{Downcy.}$ (In %)
Xella Porenbeton (Verschnitt) [13]	-	-	X	25 %	-	-
Rigips – Rigimove Ständerwerkswände [14],[15]	X	k. A.	-	-	-	-
Derix Brettschichtholz & Brettsperrholz [16],[17]	X	k. A.	-	-	-	-
Baufritz [18]	X	einzelne Bauteile	X	einzelne Bauteile	-	-

Abb. 1.3.3.7: Tabelle Hersteller Rücknahmen, Teil 03

Voraussetzung	kostenlos / kostenpflichtig	Annahme / Rücksendung	privat / gewerblich	KG nach BKI (100er)	Bilder
sortenrein	Kosten bei Verunreinigung	Big Bags	gewerblich	330	 [f]
Herstellerrücknahme gepl., aber noch nicht am Markt	k. A.	k. A.	k. A.	340	
Dokumentation	k. A.	Bewertung abhängig von Lebensdauer des Gebäudes	gewerblich	330/ 350/ 360	
sortenrein	kostenpflichtig	k. A.	privat & gewerblich	nach Bauteil	

Hinweis: Die Liste stellt eine Auswahl an verschiedenen Systemen dar. Sie erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit und bezieht sich nur auf frei zugängliche Informationen.

Eine Schadstofffreiheit sollte immer eine Grundvoraussetzung für ein Re-Use, Recycling oder Downcycling sein, wird aber hier separat ausgewiesen.

	Wiederverwendung (Re-Use)	$Anteil_{Re\text{-}Use}$ (In %)	Wiederverwertung (Recycling)	$Anteil_{Recy.}$ (In %)	Downcycling	$Anteil_{Downcy.}$ (In %)
re:Unit – re:GKP Gipskartonplatte [20],[21]	X	50-60 %	X	k. A.	-	-
Saint-Gobain ecophon - Sound Circularity Glaswollprodukte mit Farb- oder Vliesoberfläche [22]	-	-	X	k. A.	-	-
Isover - Saint-Gobain Glas- und Steinwolle [23],[24]	-	-	X	100 %	-	-
Rigips / Rigidur Gipskarton- /Gipsfaserplatten [25]	-	-	X	k. A.	-	-

Abb. 1.3.3.8: Tabelle Hersteller Rücknahmen, Teil 04

Voraussetzung	kostenlos / kostenpflichtig	Annahme / Rücksendung	privat / gewerblich	KG nach BKI (100er)	Bilder
nur ganze Platten, ab 1000 m²	kostenpflichtig	über Fremdfirmen	gewerblich	340	 [g]
Produktionsjahr 2015 und später, sortenrein, mind. 8 Bigacks/2 Paletten	kostenpflichtig	akkreditierte Unternehmen, bereitgestellte Paletten/ Big Bags	gewerblich	350	 [h]
gekauft ab 11.2022, sortenrein, trocken	kostenpflichtig	Big Bags, über Fremdfirma	gewerblich	330/ 350/ 360	 [i]
gekauft ab 11.2022, BIM-Dokumentation, sortenrein	kostenpflichtig	Big Bags, über Fremdfirma	gewerblich	330/ 350/ 360	

Hinweis: Die Liste stellt eine Auswahl an verschiedenen Systemen dar. Sie erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit und bezieht sich nur auf frei zugängliche Informationen.

Eine Schadstofffreiheit sollte immer eine Grundvoraussetzung für ein Re-Use, Recycling oder Downcycling sein, wird aber hier separat ausgewiesen.

	Wiederverwendung (Re-Use)	$Anteil_{Re\text{-}Use}$ (In %)	Wiederverwertung (Recycling)	$Anteil_{Recy.}$ (In %)	Downcycling	$Anteil_{Downcy.}$ (In %)
Austrotherm XPS-Baustellenverschnitt [26]	-	-	X	100 %	-	-
Weber.Saint-Gobain Weber.Therm.Circle Rückbaubares WDVS (Glasfaser-/Holzfaserdämmplatte) [27]	-	-	-	-	X	100 %

Abb. 1.3.3.9: Tabelle Hersteller Rücknahmen, Teil 05

Voraussetzung	kostenlos / kostenpflichtig	Annahme / Rücksendung	privat / gewerblich	KG nach BKI (100er)	Bilder
Baustellenverschnitt, EPS-Verpackungsfüße, sortenrein, nur in DE	kostenpflichtig	Über Baustoff-Fachhandel	gewerblich	330/ 350/ 360	 [j]
korrekte Systemmontage sortenrein	k. A.	k. A.	gewerblich	340	 [k]

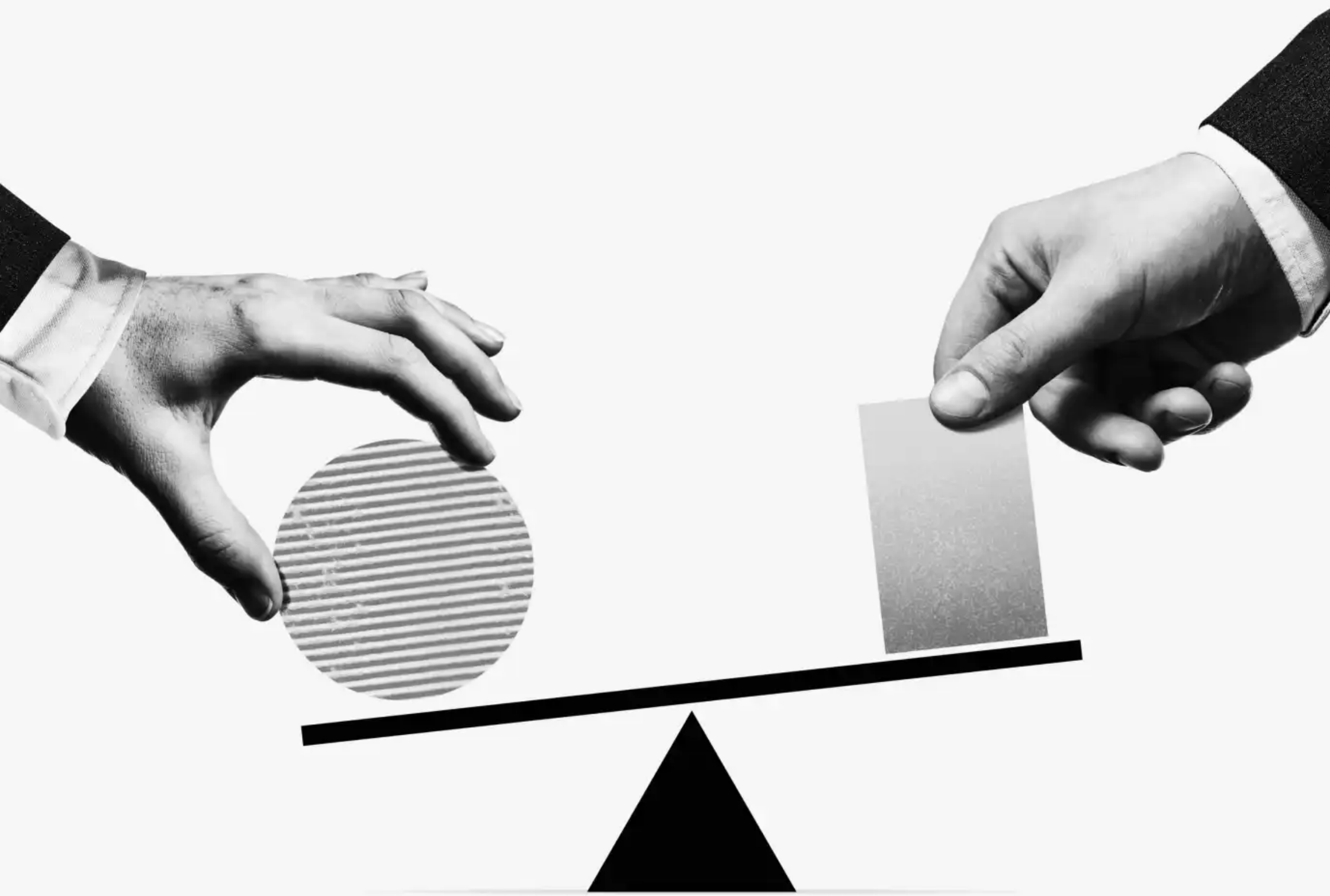


Abb. 2.1: Gleichgewicht

TEIL 2
GESTALTUNG



Abb. 2.1.1.1: „Collage City"

Collage:

Ursprünglich aus der modernen Kunst - beschreibt das Zusammenfügen heterogener Elemente zu einem neuen Ganzen

2.1 AUS DER LITERATUR

2.1.1 COLLAGE CITY- COLIN ROWE UND FRED KOETTER - 1978

Laura Möller

Einleitung & Kontext

Das Buch Collage City von Colin Rowe und Fred Koetter, veröffentlicht im Jahr 1978, versteht sich als kritische Neubewertung zeitgenössischer, orthodoxer Theorien zum Städtebau und der daraus resultierenden Rolle der Architekt:innen bzw. Planer:innen. Es beinhaltet theoretische Analysen und begründet eine klare Haltung gegenüber starr funktional determinierten Planungsidealen und eröffnet somit eine alternative Sichtweise auf die vielschichtigen urbanen Entwicklungen (vgl. Rowe & Koetter, 1978).

Rowe und Koetter lehnen das Prinzip eines utopischen, „allumfassenden" Gesamtentwurfs, der sich auf eine „eindimensional ausgerichtete Funktionalität" bezieht, ab und schlagen stattdessen ein Stadtbild aus vielen „miniaturisierten Utopien" vor (vgl. Rowe & Koetter, 1978). Zeitgleich mit dem Ende der 1970er Jahre erfolgten Veröffentlichung von Collage City trat ein Wendepunkt im Denken auf, der durch Bewegungen wie die Postmoderne und den Strukturalismus sowie durch ein generell wachsendes Interesse an der Rolle des historischen Entwurfkontextes geprägt wurde (vgl. Rowe & Koetter, 1978).

Von der Moderne zur Collage City

Die beiden Autoren kritisieren den monistischen Ansatz dieser Moderne, die von Le Corbusiers Ville Radieuse sinnbildlich verkörpert wurde und als Symbol für den Verlust historischer Vielschichtigkeit, städtischer Komplexität und menschlichen Maßstabs gelten kann. Die Moderne baue auf utopischen Idealen, oft ohne poetischen Kontext auf - sie sei „messianisch" und formell-rational, dabei jedoch in ihrer Wirkung eingeschränkt (vgl. Rowe & Koetter, 1978).

Rowe und Koetter präsentieren mit Collage City ein Gegenmodell - ein pluralistisches, offenes Stadtsystem,

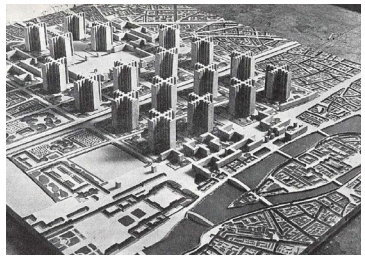


Abb. 2.1.1.2: „Ville Radieuse"

dass sich bewusst städtisch organisiert und nie als statische Gesamtvision verstanden werden will und von Karl Poppers „Kritischem Rationalismus" inspiriert wurde. Die Stadt soll als adaptives, inkrementelles System gedacht werden - nicht als einmalig geplantes Monument (vgl. Rowe & Koetter, 1978).

Collage als Methode und Stadtbild

In Collage City wird Collage nicht als bloße Stilmetapher, sondern als Transformationsstrategie verstanden, ein Mittel, um die Uniformität

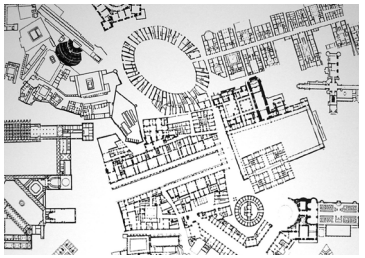


Abb. 2.1.1.3: „Composite Presence"

der Moderne zu brechen und historisches Erbe als aktive Entwurfsressource zu nutzen. Die Architekt:innen fungieren dabei als Bricoleurs, die ironisierend alte und neue Formen kombinieren, ohne hierbei eine erzwungene stilistische Harmonie anzustreben - vielmehr entsteht eine autonome Vielfalt (vgl. Senakocakaya, 2015).

Stadt als Collage bedeutet, Brüchen Raum zu geben, Widersprüche bewusst zu inszenieren. Die Stadt wird zur „Composite Presence" - einem Nebeneinander zeitlicher und typologischer Differenzen (vgl. Rowe & Koetter, 1978).

Die Vorlage fungiert als Museum der Stadt, als ein kuratiertes Gefüge historischer und zeitgenössischer Elemente, das Identität im Prozess, nicht aus statischen Masterplänen, erschafft (vgl. Rowe & Koetter, 1978).

Denkweisen und Bausteine der Collage City

Rowe greift auf Isaiah Berlins Metapher „Igel und Fuchs" zurück: Der Igel steht für eine einzige große Idee (die Moderne), der Fuchs für viele kleine Ideen - situativ, flexibel, fragmentarisch. Collage City ist die fuchsige Antwort: offen, adaptiv, pluralistisch (vgl. Senakocakaya, 2015).

Der zentrale Stadtbaustein ist das Fragment - kleine, autonome Einheiten, die Typologie, Kontext und Erinnerung bündeln (vgl. Holmik & Muminovic, 2023). Stadtentwicklung wird so als fortlaufende Collage-Arbeit verstanden, die bestehende Fragmente transformiert, statt sie vollständig zu ersetzen (vgl. Holmik & Muminovic, 2023).

Prinzipien und Ausdrucksformen der Collage City

Die Stadt ordnet sich nicht durch formale Einheit, sondern durch strukturelle Bezüge: Maßstab, Typologie und funktionale Zusammensetzung bieten Ordnung ohne Uniformität zu schaffen; Offenheit bedeutet hier Anpassungsfähigkeit und Erweiterbarkeit. Die Collage besitzt dabei eine rhetorische Dimension: Sie kommuniziert städtische Ideen nicht durch Narration, sondern durch assoziative Montage - produktiv, argumentativ, nicht nostalgisch). Collage City fordert damit auch einen Mix aus Nutzung, Maßstab und Form - als Kritik an funktionaler Segregation (vgl. Looking@Cities, 2018).

Synthese der Prinzipien

In Collage City kulminieren die Argumente in einem Spannungs und Offenheit, Fragment und Ganzheit, Geschichte und Utopie. Rowe und Koetter zeigen, dass diese Gegensätze nicht als Widersprüche, sondern als komplementäre Kräfte verstanden werden müssen.

Die Collage fungiert als methodisches Bindeglied, das unterschiedliche zeitliche Schichten, architektonische Sprachen und urbane Maßstäbe in einem dynamischen Gefüge vereint (vgl. Rowe & Koetter, 1978). Der zentrale Wert der Collage liegt in ihrer Fähigkeit, den historischen Kontext zu bewahren, ohne die Möglichkeit für Neues zu blockieren. Das Fragment wird zum Träger von Erinnerung und zugleich zum Ausgangspunkt für Umwandlung. Damit wird die Stadt zu einem offenen Archiv, das sich fortlaufend neu konfiguriert, ohne seine Lesbarkeit zu verlieren (vgl. Holmik & Muminovic, 2023).

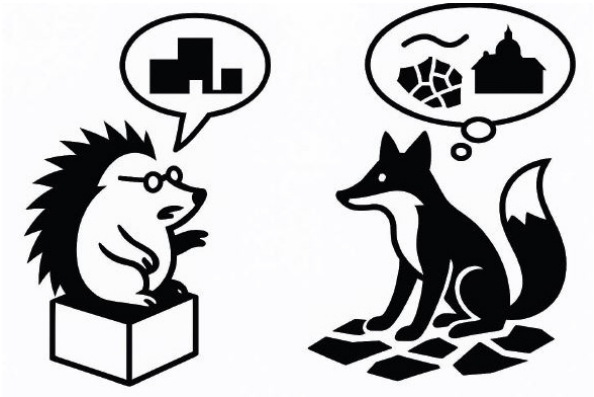


Abb. 2.1.1.4: „Der Igel und der Fuchs"

Fragment:

Ein Teilstück, das in seiner Unvollständigkeit Bedeutung trägt - bewusst unvollständig statt defizitär.



Abb. 2.1.2.1: Das wilde Denken (1973)

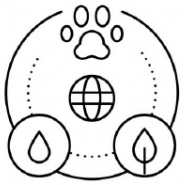


Abb. 2.1.2.2: Wechselwirkungen in den Begrifflichkeiten

2.1.2 DAS WILDE DENKEN- LÉVI- STRAUSS - 1973

Lena Königbauer

Sprache als Spiegel der kulturellen Weltordnung

Die sprachliche Beschreibung von Objekten ist nach Strauss eng mit den kulturellen und ökologischen Gegebenheiten der jeweiligen Gesellschaft verknüpft. Wie Dinge benannt, kategorisiert und beschrieben werden, hängt weniger vom Intellekt einer Sprachgemeinschaft, sondern vielmehr von ihren Interessen und der Relevanz, die bestimmten Eigenschaften in ihrem Lebensumfeld zugeschrieben wird, ab (vgl. Strauss 1973: S.3).

So kann beispielsweise der Begriff „Baum" in einer Sprache als ausreichend differenziert verstanden werden, während in einer Anderen spezifischere Unterscheidungen der Baumart oder gar noch feinere Klassifikationen hinischtlich der funktionalen und gewinnbringenden Eigenschaften existieren (vgl. Strauss 1973: S.4). Diese begriffliche und formale Differenzierung zeigt sich auch in der Verwendung von zunächst abstrakt erscheinenden, meist konkretisierenden Begriffsumschreibungen, welche ergänzend, wenn nicht sogar neologisierend agieren. Etwaige Spezifikationen entstehen zumeist als passiver Prozess als Reaktion auf die alltägliche Gewichtung bestimmter Merkmale im Kontext eines innerhalb der Rezipientengesellschaft thematisierten, oft wiederkehrenden Vorgangs. Beispielsweise Flora und Fauna werden in vielen, traditionellen Kulturen nicht isoliert betrachtet, sondern stets im Zusammenhang mit ihrem Standort, ihren Eigenschaften und den Wechselwirkungen zu anderen Pflanzen und Tieren (vgl. Strauss 1973: S.3). Dieses holistische Verständnis wird jedoch in modernen Gesellschaften aufgrund der vorherrschenden Wohlstandsentwicklung und der damit einhergehenden Spezialisierung der relevanten Interessensbereiche jedes Individuums zunehmend durch funktionale Vereinfachungen ersetzt. Eigenschaften, die im neu definierten Kontext als sekundär oder irrelevant erscheinen, geraten dabei oft in Vergessenheit. Ein bemerkenswerter Perspektivwechsel innerhalb der Entwicklung der Gesellschaft zeigt sich darin, dass Pflanzen- und Tierarten nicht nur aufgrund ihres Nutzens kategorisiert und verbreitet sind, vielmehr werden sie durch ihre Bekanntheit als nützlich wahrgenommen. Die als relevant wahrgenommenen Eigenschaften einer Lebensform ergeben sich also aus der jeweiligen kulturellen Einbettung und dem gesellschaftlich verbreiteten Wissen.

Im Zuge dessen entwickeln viele Gesellschaften eine Art „taxonomische" Sprache, also Systeme hierarchischer Klassifikationen, um die Umwelt zu strukturieren und Wissen darüber zu vermitteln. Diese taxonomischen Systeme spiegeln nicht nur biologische Fakten wieder, sondern vor allem kulturelle Sichtweisen und Prioritäten (vgl. Strauss 1973: S.5).

Das neopolitische Paradox

Jede wissenschaftliche Betrachtung beginnt mit der gar stupiden Beobachtung, die bereits bei frühen Kulturen eine zentrale Rolle spielte. Ohne die aktive und methodische Beobachtung durch vorangehende Bevölkerungen hätte es keine ersten Erkenntnisse über Zusammenhänge in der Natur geben können. Auch wenn nur Bruchteile dieser frühen Beobachtungen zu direkt anwendbaren, praktischen Ergebnissen führten, legten sie doch den Grundstein für eine kontinuierliche Entwicklung des Wissens.

Die Lebensweise der ersten der Epoche des Neolithikums zuzuordnende Menschen ist keineswegs als kontextloser Neustart zu betrachten, sondern eher als Erbe einer langen, wissenschaftlichen Tradition, die bereits in den Zeiten der Jäger und Sammler seine Wurzeln verankert hat, anzusehen. Die Frage, warum sich diese Menschen

schließlich zu Hirten und Bauern entwickelt haben, lässt sich nicht nur mit äußeren Umständen beantworten, sondern auch mit einem inneren Antrieb: Dem fortstrebenden Geist der Neugier, der Suche nach Ordnung und dem Willen, die Umwelt zu verstehen und erweitert nutzbar zu machen. Dabei lassen sich zwei Ebenen wissenschaftlichen Denkens unterscheiden. Zum einen steht die Intuition, eine Denkweise, die eng mit Wahrnehmung, angepasster Einbildungskraft und dem unmittelbaren Erleben verknüpft ist. Zum anderen gibt es eine fortschreitende Loslösung von dieser Intuition: Eine bewusste Abstraktion und Systematisierung, die zu planvollerem und strategischerem Denken führt. Beide Denkweisen bilden zusammen die Grundlage für das, was wir damals wie heute als wissenschaftliches Denken verstehen (vgl. Strauss 1973: S.7).

Ordnungsstrategien

Die Gruppierung von Dingen und Lebewesen bildet den Ursprung jeglicher menschengeschaffener Ordnung im Universum. Klassifikationen erscheinen stets als Fortschritt gegenüber vorgefundener und empfundener „Unordnung". Sie sind der erste Schritt, um der chaotischen Vielfalt der Wahrnehmung eine Struktur zu verleihen.
Das Ziel der Gelehrten war es seit jeher die natürliche Ordnung hinter den Erscheinungen durch Reduktion, Systematisierung und die Suche nach Gesetzmäßigkeiten sichtbar zu machen. In diesem Sinne kann eine theoretische Wissenschaft als ein Versuch verstanden werden, das Universum durch Systematik und Determinismus zu begreifen. Dabei steht die Vorstellung im Zentrum, dass alles Geschehen im Universum auf unveränderlichen Naturgesetzen beruht und somit alles einer tieferen Ordnung folgen muss. (vgl. Strauss 1973: S.10).
Auch die so titolierte „Magie" kann in diesem Zusammenhang als früher Ausdruck eines globalen, integralen Determinismus verstanden werden. Rituelle Handlungen, welche aus heutiger Sicht oft irrational erscheinen, können als erste Ahnungen wissenschaftlicher Wahrheit gedeutet werden. Dies waren die ersten Versuche, über Vermutung und symbolische Manipulation, Wirkungszusammenhänge zu erschließen und sich an Systematiken durch das Leben von wilden Theorien heranzutasten. In dieser Perspektive wird Magie zur Vorform eines Glaubens an eine zukünftige Wissenschaft, an eine Praxis, die trotz fehlender Beweise Respekt vor dem Möglichen bewahrt.
Wissenschaft hingegen entwickelt sich weiter, differenziert, ordnet in Stufen, akzeptiert Widersprüche. Besonders in den Anfängen genügte die Klassifizierung nach sinnlich erfahrbaren Qualitäten wie Farbe, Form oder Größe, auch ohne erkennbaren inneren Zusammenhang (s. Abb. 2.2.3). Solche äußerlichen Merkmale gaben den Beobachtern das „Recht zur Folgerung" und damit das Gedankenkonstrukt einer legitimierten Annahme, dass Sichtbares auf Unsichtbares hinweist, dass sich aus der Form das übergeordnete Wesen ableiten lässt.
Die Klassifizierung des Universums ist dabei weder gleichmäßig noch objektiv. Alles vom Menschen Wahrnehmbare agiert im Kosmos der menschlichen Wahrnehmungsgrenzen und dem Gesamtkontext aller kulturellen Interessen. In dieser Vielfalt liegt nicht nur Erkenntnis, sondern auch Erinnerung. Klassifikationen schaffen ein mentales Ordnungssystem, das Gedächtnis und Wissen ermöglicht.

Die eigentliche Grundlage unserer Zivilisation liegt somit nicht allein in den Entdeckungen selbst, sondern im Erhalt der Denkweisen, auf denen diese aufbauen. Die Art der Erkenntnisgewinnung mag sich verändern, doch das Bemühen, durch Beobachtung und Ordnung, Sinn in der Welt zu finden, verbleibt als Manifest einer jeden Gesellschaftsform.

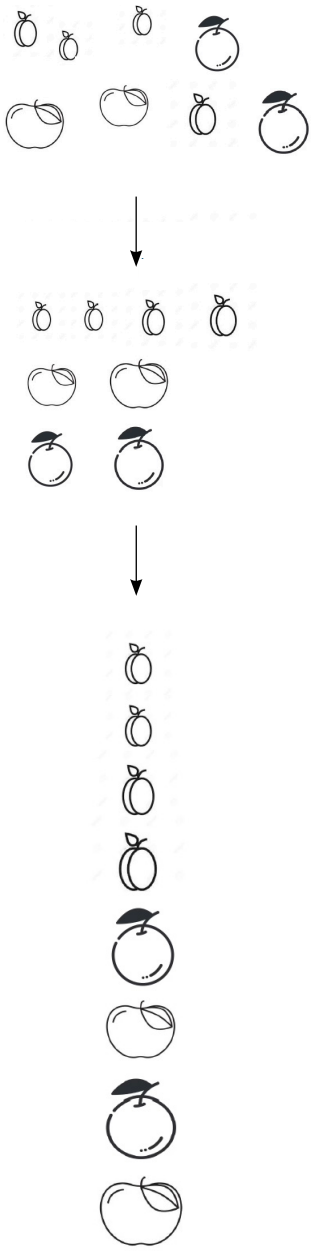


Abb. 2.1.2.3: Erkenntnisse der Ordnung unabhängig vom Produkt



	INGENIEUR	BRICOLEUR
Bestrebung	Perfektion	Komposition
Materialbeschaffenheit	global	regional, lokal
Vorgehensweise	Planen, Denken	Suchen, Finden
Lösung	Material folgt der Planung des Ingenieurs	Ausführung folgt dem vorgefundenen Material



Abb. 2.1.2.4: Gegenüberstellung der Ansätze eines Bricoleurs und eines Ingenieurs



Abb. 2.1.2.5: Bauteilhof „Queen to the South", 2011



Abb. 2.1.2.6: Das Arbeiten des Ingenieurs

Bricoleur:

Der Bricoleur ist ein improvisierender Bastler, der mit verfügbaren, oft zweckfremden Materialien arbeitet. Seine Lösungen entstehen spontan, ohne festen Plan, und spiegeln die Begrenztheit der Mittel wider. Werkzeuge und Elemente haben keinen festen Gebrauch, sondern werden kreativ neu kombiniert. Das Ergebnis ist immer vom Zufall und den konkreten Umständen geprägt.

Ingenieur:

Der Ingenieur arbeitet zielgerichtet mit spezialisierten Mitteln und klar definierten Werkzeugen (jeglicher irdischer Herkunft). Seine Lösungen folgen einem festen Plan und beruhen auf technischem Wissen. Im Gegensatz zum Bricoleur sind Zweck und Einsatz der Elemente vorab bestimmt. Das Ergebnis ist reproduzierbar.

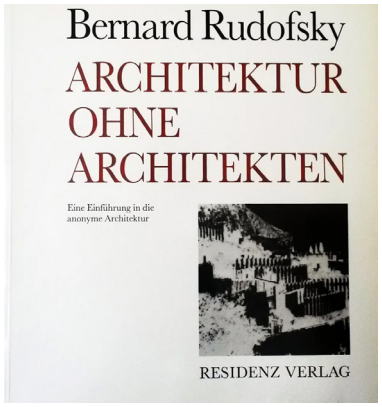


Abb. 2.1.3.1: Architektur ohne Architekten



Abb. 2.1.3.2: Gemeinschaftliche Architektur

2.1.3 ARCHITEKTUR OHNE ARCHITEKTEN - BERNARD RUDOFSKY - 1964

Noah Sattler

Kritik der klassischen Architekturgeschichte

Die im Westen dominierende Architekturgeschichtsschreibung ist räumlich und inhaltlich stark eingeschränkt. Sie behandelt meist nur Europa sowie kleine Teile Ägyptens und Anatoliens – also „wenig mehr, als von der Welt im 2. Jahrhundert n. Chr. bekannt war" (Rudofsky 1964: S. 1). Zudem beginnt sie in der Regel erst mit den „späten Phasen" der Architektur, überspringt die ersten fünf Jahrtausende und konzentriert sich auf „formale" Bauwerke (vgl. Rudofsky 1964: S. 2). Rudofsky beschreibt dies als einseitige „Anthologie von Bauten, von Privilegierten für Privilegierte" (Rudofsky 1964: S. 1).
Häuser gewöhnlicher Menschen bleiben weitgehend unbeachtet, während die Werke reicher Auftraggeber:innen oder religiöser Institutionen dominieren.

Diese Sichtweise mag in einer Zeit verständlich gewesen sein, in der historische Ruinen die einzigen Vorbilder für Architekt:innen darstellten. Doch in einer Gegenwart, in der die Nachahmung historischer Formen abnimmt, erscheint diese „selbstauferlegte Einschränkung absurd" (Rudofsky 1964: S. 1).

Begriff und Bedeutung der anonymen Architektur

Rudofsky macht deutlich, dass die von ihm thematisierte Baukunst in der etablierten Architekturgeschichtsschreibung kaum beachtet wird und nicht einmal eine einheitliche Bezeichnung besitzt. Mangels einer generischen Benennung wird sie „je nachdem einheimisch, anonym, spontan, bodenständig oder ländlich" genannt (Rudofsky 1964: S. 1).

Diese Architektur ist weder das Werk einzelner Stararchitekt:innen, noch Ausdruck einer bewusst entwickelten „Stilgeschichte". Vielmehr handelt es sich um Bauten,

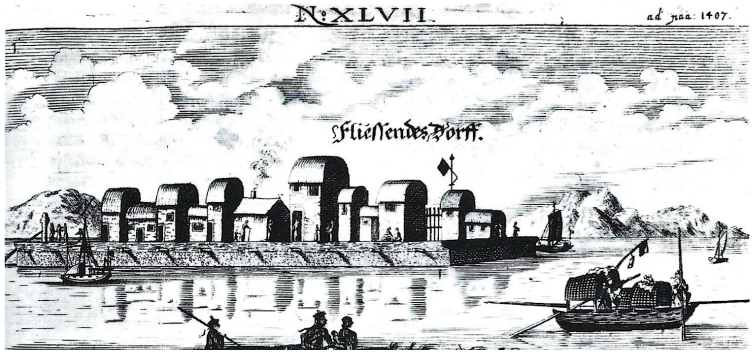


Abb. 2.1.3.3 Schwimmendes Dorf, China

die aus gemeinschaftlicher Erfahrung heraus entstehen, ohne schriftliche Aufzeichnungen oder berühmte Namen im Hintergrund. Ihre Formen sind oft über viele Generationen überliefert – „manchmal durch hundert Generationen" – und wie Werkzeuge „von bleibendem Wert" (Rudofsky 1964: S. 6).

Rudofsky betont, dass unsere Auffassung von anonymer Architektur „wegen der Spärlichkeit der Dokumentierung verzerrt" ist (Rudofsky 1964: S. 1). Während über das künstlerische Schaffen von Maler:innen vor 30 000 Jahren verhältnismäßig viel bekannt ist, fehlt Vergleichbares für frühe Bauleistungen. Dies steht im Kontrast zu ihrer Bedeutung: Sie umfasst die frühesten Wohn- und Schutzformen, vom natürlichen Höhlenraum bis zu komplexen Siedlungsstrukturen.

Ein zentraler Aspekt ist der kollek-

tive Charakter dieser Architektur. Der Architekt Pietro Belluschi beschreibt sie als „eine gemeinschaftliche Kunst, die nicht das Produkt einiger weniger Intellektueller oder Spezialisten ist, sondern (...) aus der spontanen und fortdauernden Tätigkeit eines ganzen, von einem gemeinschaftlichen Erbe getragenen Volkes, das unter dem Einfluss einer gemeinsamen Erfahrung handelt, entstanden ist" (Belluschi zit. in Rudofsky 1964: S. 4).

Diese kollektive Bauweise steht im Gegensatz zur Architektur als Werk eines Einzelnen. Sie ist eng mit den Lebensumständen, klimatischen Bedingungen und dem vorhandenen Materialvorrat verknüpft. Anonyme Baumeister:innen reagieren direkt auf ihre Umwelt und schaffen dadurch Lösungen, die sowohl funktional als auch ästhetisch überzeugen.

Prinzipien und Bauweisen

Anonyme Baumeister:innen verstehen es, ihre Bauten „in die natürliche Umgebung einzugliedern" (Rudofsky 1964: S. 4). Sie nehmen die „Wechselhaftigkeit des Klimas und die Herausforderung der Topographie" an (vgl. Rudofsky 1964: S. 4). Statt ebene Flächen zu bevorzugen, wählen sie oft zerklüftete Landschaften oder schwer zugängliche Orte wie Machu Picchu, Monte Albán oder den Berg Athos (vgl. Rudofsky 1964: S. 4).



Abb. 2.1.3.4: Berg Athos

Viele ältere Städte sind klar begrenzt, selbst wenn Mauern oder natürliche Barrieren keinen militärischen Zweck mehr erfüllen. Rudofsky verweist auf den Ursprung des Begriffs Urbanität: „urbs" bedeutet ummauerte Stadt (Rudofsky 1964: S. 4). Eine Stadt müsse „begrenzt sein wie ein Bild, ein Buch oder ein Musikstück" (Rudofsky 1964: S. 4, f), um als Kunstwerk zu gelten.

Ein weiteres konkretes Prinzip der „namenlosen" und „gemeinschaftlichen" Architektur seien laut Rudofsky menschenfreundliche, öffentliche Räume. In Regionen mit stärkerer Orientierung am menschlichen Maß finden sich Laubengänge, Markisen und Arkaden, die nicht nur Schutz bieten, sondern auch soziale Räume schaffen (vgl. Rudofsky 1964: S. 6). Arkaden sind für ihn „ein greifbarer Ausdruck bürgerlicher Zusammengehörigkeit" (Rudofsky 1964: S. 6). So soll die Straße nicht als Betonwüste wahrgenommen werden, sondern als Oase.

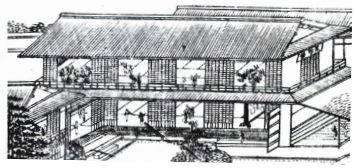


Abb. 2.1.3.5: japanische Architektur

Die „Menschlichkeit dieser Architektur", soll heute Widerhall in uns finden, denn die Formen der Häuser, die Prinzipien, Typoligien und Intentionen der Bauweisen, sind teilweise durch hundert Generationen überliefert worden. Von anonymen Schaffenden, Erfahrungen und gemeinschaftlichen Prägungen, deren Vorstellung teils utopisch scheinen. (Rudofsky 1964: S. 6). Doch die Bedürfnisse und Problemlösungen sind im Kern rohe Menschlichkeit, aus der wir heute lernen sollten.

Vorwegnahme moderner Technologien

Viele als „modern" geltende Bauideen haben sogar Vorläufer in dieser anonymen Architektur: modulare Bauteile, flexible Strukturen, Bodenheizung, Licht- und Klimasteuerung sowie unterirdische Siedlungen (Abb.2.1.3.5). Solche Innovationen entstanden aus praktischen Bedürfnissen, nicht aus einem Selbstzweck der Technik.

Lebensqualität und Kulturelle Haltung

Rudofsky betont die Ironie, dass der moderne Stadtmensch seine hochentwickelte Wohnung verlässt, um in einfachen Hütten, Zelten oder Dörfern Erholung zu suchen. Diese „primitive" Umgebung bietet eine Lebensqualität, die auf Selbstbestimmung, sozialer Nähe und Einfachheit beruht (vgl. Rudofsky 1964: S. 7 ff.).

Technische Errungenschaften können „kein Ausgleich für einen Mangel an Lebensqualität" sein (Rudofsky 1964: S. 9). Lebenskunst bedeutet hier nicht Luxus, sondern Maßhalten, Respekt vor Natur und Mitmenschen, und die Bereitschaft, die eigene Umgebung bewusst zu gestalten.

Lehre für die Gegenwart

Für Rudofsky ist die „Philosophie und das Know-how der anonymen Baumeister (...) die größte unangezapfte Quelle architektonischer Anregung für den industriellen Menschen" (Rudofsky 1964: S. 9). Diese Bauweisen vermitteln nicht nur ökonomische oder ästhetische Prinzipien, sondern vor allem eine Haltung: das „wie man lebt und leben lässt, wie man Frieden hält mit seinen Nachbarn" (Rudofsky 1964: S. 9).



Abb. 2.1.3.6: Eigenschaften anonymer Architektur

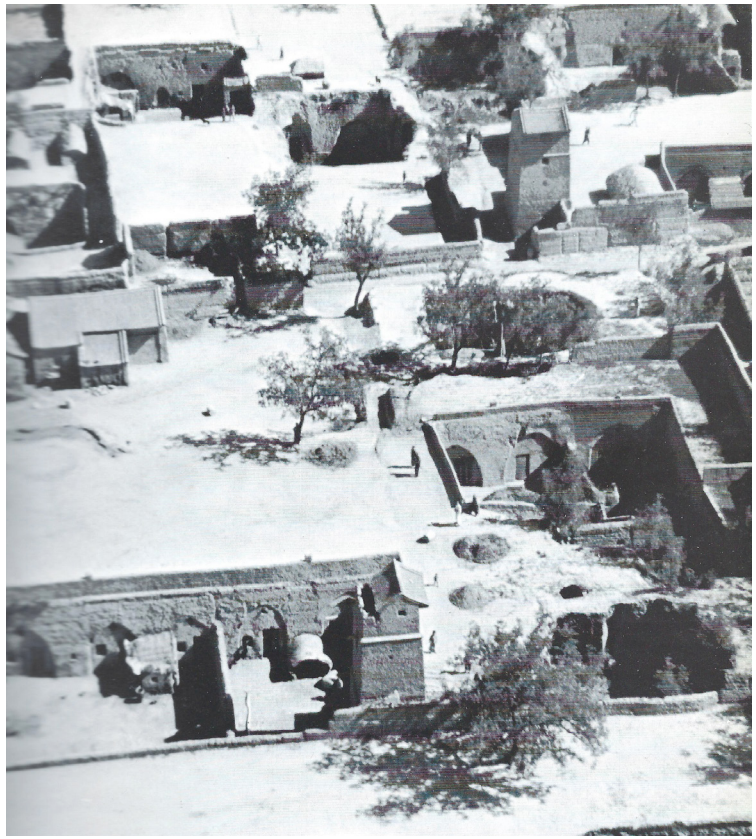


Abb. 2.1.3.7: Teilansicht eines unterirdischen Dorfes in der Nähe von Luoyang im nördlichen China

 „WHO‘S WHO ARCHITEKTEN:INNEN“	 „ANONYME BAUMEISTER:INNEN“	
Repräsentation	Gemeinschaft	Bestrebung
Prestige	Anpassung	Prinzipien
Formalismus	Integration	Vorgehensweise
Monument	Alltagsbau	Ergebnis

Abb. 2.1.3.8 Tabelle Vergleich „Who‘s who“ und „Anonyme Baumeister:innen“

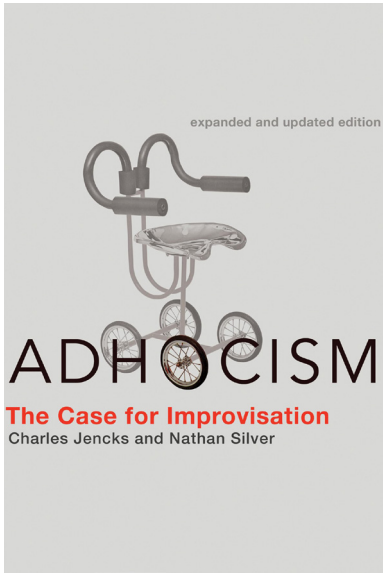


Abb. 2.1.4.1: Adhocism 1972

Adhocismus:

Adhocismus ist die spontane, kreative Lösung von Problemen mit den gerade verfügbaren Mitteln. Er beruht auf Improvisation statt Planung und nutzt Zweckentfremdung als gestalterisches Prinzip.

2.1.4 ADHOCISM THE CASE FOR IMPROVISATION - CHARLES JENCKS AND NATHAN SILVER - 1972

Lena Königbauer

Improvisation als Gestaltungsprinzip

In einer Welt zunehmend standardisierter und massentauglicher Lösungen beleuchten Charles Jencks und Nathan Silver in ihrem Buch „Adhocism" als eine alternative Herangehensweise: die Improvisation. Kerngedanke ist ein manifestartiges Plädoyer für kreative, pragmatische und situationsbedingte Gestaltung, sowohl im Alltag als auch in Architektur, Design und Kultur. Jencks und Silver verstehen Adhocism nicht als Chaos, sondern als bewusste und entwickelte Gegenbewegung zur Überplanung, Bürokratiesierung der stupidesten Vorgänge und kulturellen Verarmung (vgl. Jencks&Silver 1972: S.6ff).

Adhocismus als kreatives Prinzip im Kontext eines pluralisierten Universums

„Adhocism" beschreibt einen schöpferischen Prozess, bei dem im eigenen Handlungsspektrum vorhandene, begrenzte Materialien, Objekte und Ideen in neuer Funktion zusammengefügt werden. Aufgrund der Begrenzung der zur Verfügung stehenden Materialien und Werkzeuge werden zumeist unübliche Handlungsprozesse und Fügungstechniken im Zuge der Schaffung einer neuen Intention des Konglomerats angewandt. Diese Form der Improvisation steht nicht für das Fehlen von Gestaltung, sondern für eine kreative Aneignung bestehender Elemente zur Lösung konkreter Probleme. Jencks und Silver argumentieren, dass Innovation oft dann entsteht, wenn Individuen improvisieren müssen und somit der Zugang zu idealen Mitteln vewehrt bleibt. So wird der Akt der Improvisation zur Quelle von Originalität, Individualität und Relevanz (vgl. Jencks&Silver 1972: S.98f). Als Grundlage für den Adhocismus steht das „pluralisierte Universum" für eine Welt, in der keine einheitliche Ordnung oder feste Gestaltungsnorm mehr dominiert. Stattdessen existieren viele gleichberechtigte Formen, Stile und Lösungen nebeneinander. In einer pluralen Realität können Materialien, Bedeutungen und Funktionen frei kombiniert und neu interpretiert werden. Der Adhocismus reagiert auf diese Vielheit mit Offenheit, Flexibilität und einem bewussten Bruch mit starren Systemen und Uniformität.

Kritik an technokratischer Planung und Modernismus

Ein zentrales Anliegen des Buches ist die Kritik an der rationalistischen Planungsideologie des 20. Jahrhunderts, insbesondere am Modernismus. Adhocismus stellt der standardisierten, abstrakten Ordnung des Modernismus eine offene, situationsbezogene Praxis gegenüber. Viele gesellschaftliche und gestalterische Probleme werden durch übermäßige Bürokratie oder funktionalistische Ideale verschärft. Adhocismus hingegen ermöglicht direkte, intuitive Eingriffe, die näher an den tatsächlichen Bedürfnissen der Menschen und der spezifischen Situation liegen. Kompromisse, welche im ersten Gedankengang durch eine Begrenztheit der Materialien potenziell hervorgehen müssen, sind oft durch die spezifischere Auseinandersetzung mit der Problemstellung und dem Produkt gewinnbringend einzusetzen.

Der Alltag als Quelle von Innovation

Adhocism findet nicht nur im professionellen Design statt, sondern vor allem im Alltag. Menschen improvisieren täglich: Sie reparieren, kombinieren, zweckentfremden und experimentieren. Diese alltäglichen „Do-it-yourself"-Praktiken sind für die Autoren Belege einer stillen, tiefgreifenden Innovationskultur, die trotz des immer leichter werdenden Zugangs zu massenkonformen Lösungen, das Streben des menschlichen Wesens nach eigener Empirie verdeutlicht. Adhocismus erkennt in diesen Vorgängen kreative Potenziale und

erhebt sie zur gestalterischen Praxis unabhängig von Expertentum oder technischer Ausbildung. Ein zenraler Auslöser für Adhocismus im Alltag ist die Komponente Zeit. Oft erscheinen unkonventionelle Lösungen als unproblematischere Herausforderungen und somit als zielorientiertere Lösungsansätze.

Das Politische und Subversive am Adhocismus

Improvisation ist nicht nur pragmatisch, sondern auch politisch. Jencks und Silver betonen, dass Adhocismus als ein Akt der Selbstermächtigung verstanden werden kann, welche gegen Systeme der Kontrolle, Normierung und kulturellen Konformitäten steht. Wer improvisiert, widersetzt sich etablierten Hierarchien und schafft eigene Ordnungen. Die Unabhängigkeit von äußeren Faktoren, dritten Parteien und zeitlichen Kompromissen schafft ein Gefühl von Macht und Kontrolle, die das Bestreben eines Menschens entspricht. Diese Haltung steht im Einklang mit subkulturellen Bewegungen, etwa dem Punk oder der späteren Maker-Bewegungen. Adhocismus wird so zu einer ästhetischen wie politischen Praxis des Widerstands (vgl. Jencks & Silver 1972: S.23f)

Nachhaltigkeit durch Re-Use und Kontextbezug

Adhocism fördert eine nachhaltige, ressourcenschonende Gestaltung, da die Wiederverwendung des Vorgefundenen Grundlage der Neuschöpfung ist. Statt neue Materialien zu produzieren, werden vorhandene Elemente kreativ umfunktioniert. Zudem ist Adhocismus kontextsensitiv: Die Lösung ergibt sich aus dem unmittelbaren Umfeld und den verfügbaren Mitteln, nicht aus dem Verwenden von abstrakten Standards der Neuzeit. Damit steht „Adhocism" für eine ressourcenschonende, adaptive und lokal verankerte Gestaltungsweise, die besonders in Zeiten ökologischer Krisen an Relevanz gewinnt.



Abb. 2.1.4.3: The Jellyfish Theatre, London



Abb. 2.1.4.4: Drop City, Gene Bernofsky und Clark Richert, 1965



Abb. 2.1.4.2: Nick Olson, Lilah Horwitz, West Virginia

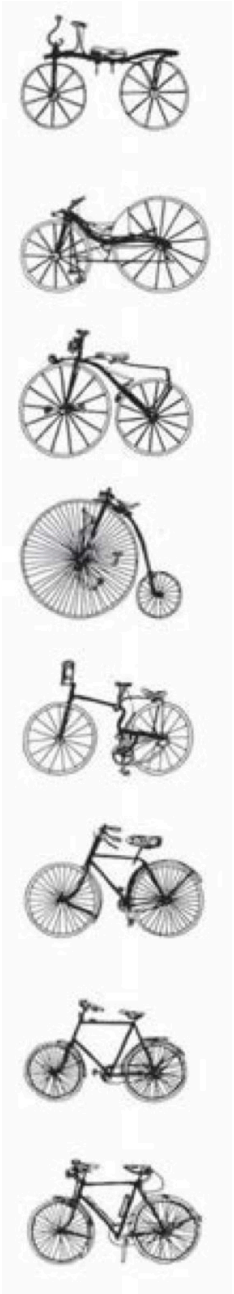


Abb. 2.1.4.5: Adhocismus als Start einer jeden evolutionären Serie

2.2 AUS DER KUNST

Lena Königbauer, Laura Möller, Noah Sattler



Abb. 2.2.1: „Hannah Höch, Cut with the Kitchen Knife Dada through the Beer-Belly of the Weimar Republic, 1919"

Dadaismus

Der Dadaismus ist eine Kunstrichtung, die 1916 in Zürich im Umfeld des Cabaret Voltaire gegründet wurde. Er entstand als direkte Reaktion auf die Erfahrungen und Zerstörungen des Ersten Weltkriegs und drückte die Enttäuschung über die bürgerliche Gesellschaft aus, die den Krieg hervorgebracht hatte.
In seinen Grundthesen lehnt der Dadaismus Logik, Vernunft und traditionelle Kunstformen ab. Provokation, Ironie und Nonsens werden bewusst als Stilmittel eingesetzt. Kunst wird hier in erster Linie als Protestform verstanden und nicht nur als ästhetisches Produkt. Ziel war die radikale Infragestellung und Zerstörung überkommener Werte und Konventionen. Der Dadaismus verstand sich als Gegenbewegung zu akademischer Kunst, bürgerlichen Wertvorstellungen, Nationalismus, Militarismus sowie zu traditionellen Vorstellungen von Ästhetik und Rationalität.
(vgl. Kunst-Zeiten, o. J.)

Merzbau (Kurt Schwitters)

Der Künstler Kurt Schwitters errichtete zwischen 1923 und 1937, vorwiegend in Hannover, den sogenannten Merzbau in seinem privaten Wohnhaus auf der Waldhausenstraße 5 im Dachgeschoss.
Es handelte sich um eine begehbare Raumcollage, die aus Alltagsresten zusammengefügt wurde (vgl. MoMA, 2012).

Der Begriff „Merz" ist eine von Schwitters erfundene Bezeichnung für Collagen oder Assemblagen. Mit dieser Kunstinstallation bezog er sich auf den Dadaismus und entwickelte zugleich seine eigene Form, die „Merzkunst" (vgl. MoMA, 2012).

Das Projekt begann zunächst in einem einzelnen Atelierzimmer, entwickelte sich jedoch im Laufe der Jahre zu einem labyrinthartigen Raumgefüge, das mehrere Räume umfasste. Es bestand aus Skulpturen, Collagen, Objekten, Nischen

und höhlenartigen Strukturen. Verwendet wurden Fundstücke, Alltagsgegenstände, Abfall, Papier, Holz, Gips oder Fotografien, die in Assemblage-Technik - also durch kontinuierliches An- und Überbauen - zu einem fortlaufenden Werkprozess zusammengefügt wurden. Schwitters setzte Licht und Schatten gezielt ein, teilweise mit spitz zulaufenden, stalagmitartigen Formen, die er in Anlehnung an seine „Kathedrale der Erotik" gestaltete. Jeder Bereich hatte eigene Themenräume, teils mit humorvollen oder kryptischen Namen. Der Merzbau verband Kunst, Alltag, Erinnerungen und absurde Elemente (vgl. MoMA, 2012).

Die Umsetzung der Merz-Idee bedeutete eine radikale Durchmischung aller Lebensbereiche mit Kunst. Sie hob die Trennung zwischen Kunstwerk und Lebensraum auf und gilt als frühes Beispiel für Installationskunst bzw. Environment Art. Im Mittelpunkt stand der Prozess und das Unfertige. Das Werk war zugleich eine ironisch-spielerische Auseinandersetzung mit der Moderne, dem Dadaismus und Schwitters' persönlicher Mythologie. Damit schuf der Künstler ein Experiment mit dem Charakter eines Gesamtkunstwerks (vgl. MoMA, 2012).



Abb. 2.2.2: „Merzbau in Farbe"



Abb. 2.2.3:
„Merzbau schwarz - weiß"

Marcel Raymaekers

Der belgische Baumeister und Antiquitätenhändler Marcel Raymaekers war über fünf Jahrzehnte hinweg eine prägende Figur des Bauens mit wiederverwendeten Materialien. Obwohl er nie ein abgeschlossenes Architekturstudium vorweisen konnte, arbeitete er im Bauwesen seit den 1960er-Jahren und realisierte in dieser Zeit mehr als 100, vermutlich sogar bis zu 150 Häuser und Villen in Belgien und darüber hinaus (vgl. Detail, o. J.). Ausgangspunkt seiner Tätigkeit war sein groß angelegter Re-Use- und Antiquitätenhandel, über den er Bauteile aus Abrissen erwarb, darunter Türen, Portale, Fenster, Natursteine, Säulen und andere Elemente. Diese Fundstücke bildeten stets den Ausgangspunkt seiner Entwürfe: Nicht das Gebäude selbst stand am Anfang, sondern ein einzelnes Objekt, um das herum das Haus geplant und gebaut wurde. Damit folgte er einer „Deal-Logik": Wer bei ihm ausreichend Material erwarb, erhielt Gestaltung, Entwurf und Bauleistung gleich mit dazu. Die Rollen von Händler:innen , Entwerfer:innen und Bauleiter:innen gingen dabei fließend ineinander über.
Seine Formensprache lässt sich als eine Art Ad-hoc-Barock beschreiben - opulent, eklektisch, humorvoll und bewusst zusammengesetzt aus Elementen hoher und niedriger Baukultur. Extremes Upcycling gehörte zu seinem Markenzeichen: Cockpits von Kampfjets verwandelte er in Oberlichter, Kirchenportale dienten als Hauseingänge, und Schiffsteile fanden in Fassaden oder Interieurs neue Verwendung (vgl. Rotor, o. J.).

Raymaekers gilt als Pionier des zirkulären Bauens, lange bevor dieser Begriff in der Architektur breit diskutiert wurde. Nahezu alle seiner Projekte bestanden aus wiederverwendeten Bauteilen, wodurch sein Werk heute im Kontext nachhaltiger Bauweisen besondere Aktualität besitzt (vgl. Detail, o. J.).

Enviromental Art:

Kunst welche sich mit Umwelt und Natur auseinadersetzt.

Seine Praxis war geprägt von einem offenen, improvisationsfreudigen Prozess. Die Baustelle verstand er als Atelier, in dem Pläne situativ angepasst und Ideen direkt vor Ort weiterentwickelt wurden. So entstanden hochspezifische Bauten, die millimetergenau auf das jeweilige Ausgangsobjekt abgestimmt waren (vgl. Baunetz, 2024). In der Rezeption wurde Raymaekers lange Zeit weniger als ernst zu nehmender Architekt betrachtet, sondern eher als Exzentriker und Lieferant von Kitsch und Absurdität. Erst spät erfuhr sein Werk breitere Anerkennung - nicht zuletzt als „Materialarchiv" einer verschwindenden Baukultur und als Inspirationsquelle für heutige Strategien des Bauens mit dem Vorhandenen (vgl. Baunetz, 2024). Sowohl der Dadaismus als auch die Arbeiten von Kurt Schwitters und Marcel Raymaekers zeigen, dass im bewussten Weiterverwenden des Vorgefundene, im An-, Über- und Umbauen des Übrige, ein subversives, offenes und zugleich produktives Prinzip liegt, das bestehende Ordnungen hinterfragt und neue Formen des künstlerischen wie architektonischen Handelns ermöglicht.

Surrealismus

Der Surrealismus wurde 1924 in Paris von André Breton im Manifest des Surrealismus begründet. Als Weiterentwicklung des Dadaismus reagierte er auf den Ersten Weltkrieg und war stark von Sigmund Freuds Theorien zu Träumen und dem Unbewussten geprägt. Ziel war die Erschließung des Unbewussten als künstlerische Quelle sowie die Auflösung von Logik, Moral und konventioneller Realität. Er stellte sich gegen Ordnung, Vernunft, Funktionalismus, Konstruktivismus und das Bauhaus. Bedeutende Vertreter sind Salvador Dalí, René Magritte und Max Ernst. (vgl. Kunsthaus Artes, o. J).



Abb. 2.2.8: „Indefinite Divisibility"



Abb. 2.2.4: „House Philippaerts"



Abb. 2.2.5: „Queen of South"



Abb. 2.2.6: „House Kelchtermans"



Abb. 2.2.7: „Eine Kleine Nachtmusik"

Das Abjekt

Das Abjekt ist weniger eine eigenständige Kunstrichtung als vielmehr eine ästhetische Kategorie und künstlerische Strategie, die stark von Julia Kristeva geprägt wurde - insbesondere durch ihr 1980 erschienenes Werk Pouvoirs de l'horreur. Darin beschreibt Kristeva das Abjekthafte als das Ausgeschlossene und Verdrängte, also dasjenige, was das Subjekt zur eigenen Selbstdefinition abstößt und ausgrenzt. In der Kunst wird das Konzept des Abjekts häufig in Arbeiten aufgegriffen, die sich mit Ekel, den Grenzen des Körpers, Verfall und gesellschaftlichen Tabus beschäftigen (vgl. Tate, o. J.).

Ziel ist es, eine Konfrontation mit dem Verdrängten zu erzeugen - etwa durch die Darstellung von Abfall, Zerfall oder sozialer Ausgrenzung. Thematisiert werden zudem die Infragestellung von Ordnung, Hygiene und Kontrolle sowie die Grenzziehung zwischen „Ich" und „Nicht-Ich". Abjekthafte Kunst thematisiert oft Abfallstoffe, Kreisläufe und Prozesse des Verfalls und positioniert sich damit als Gegenbewegung zu den Prinzipien der klassischen Moderne - Ordnung, Vernunft und Funktionalität - sowie zu Phänomenen wie Greenwashing oder einer rein ästhetischen Glättung ökologischer Probleme ohne tiefgreifende Lösungen. Abjekthafte Strategien finden sich in verschiedenen Medien - von Fotografie und Malerei über Installation und Performance bis hin zu raumgreifenden Environments. Künstler:innen nutzen dabei bewusst Materialien, die gesellschaftlich als minderwertig oder unrein gelten, und setzen sie in einen neuen, oft irritierenden Kontext. So können organische Reststoffe, Schutt, gebrauchte Textilien oder industrielle Abfälle Teil eines Werkes werden, um den Blick auf das zu lenken, was sonst verborgen oder entsorgt wird. Im architektonischen Kontext lässt sich das Abjekt als eine Haltung verstehen, die das „Nicht-Perfekte" und „Nicht-Saubere" integriert, anstatt es zu tilgen. Gebäude oder Räume werden nicht durch eine glatte, makellose Oberfläche definiert, sondern zeigen Spuren von Alterung, Nutzung und Transformation. Damit rückt das Prozesshafte, Vergängliche und Fragmentarische in den Vordergrund (vgl. Akahane-Bryen, 2019).

In Verbindung mit dem Bauen mit dem Übrigen kann das Abjekt einen bewussten Gegenentwurf zu standardisierten Bauprozessen und ästhetischer Homogenität bieten – ein Plädoyer für die Anerkennung von Unordnung, Materialalterung und sichtbaren Geschichten, die in den Dingen eingeschrieben sind.



Abb. 2.2.9: „Belay my Light"



Abb. 2.2.10: „Purging Abjection"

Earthships

Earthships, ursprünglich in den 1970er-Jahren von Michael Reynolds in New Mexico entwickelt, sind Gebäude, die auf vollständige Autarkie und eine enge Verbindung zwischen Konstruktion und Ökosystem ausgerichtet sind. (vgl. Reynolds 1990) In Deutschland finden sich erste Beispiele vor allem in Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern und Bayern. Sie entstehen aus einer Kombination lokaler Eigeninitiative und gemeinschaftlicher Baupraxis, oft mit Beteiligung von Freiwilligen und in Selbstbauweise. Dabei wird auf wiederverwendete Materialien wie Autoreifen, Glasflaschen und Dosen zurückgegriffen, die zu tragenden Strukturen oder dekorativen Elementen verarbeitet werden. (vgl. Reynolds, 1990)

Das konstruktive Grundprinzip basiert auf drei Prinzipien: passives Solar- und Klimadesign, geschlossene Wasser- und Nährstoffkreisläufe sowie die Nutzung von recycelten oder natürlichen Baustoffen. (vgl. Reynolds, 1990)

In Deutschland werden diese Konzepte meist an klimatische Bedingungen angepasst: stärkere Dämmungen, modifizierte Belüftungssysteme und teilweise hybridisierte Heizmethoden sind üblich. Beispiele wie das Earthship Tempelhof oder das Projekt in Kuckuck (Niedersachsen) verdeutlichen, wie eine ursprünglich für aride Regionen entwickelte Bauform an gemäßigte Breiten übertragen werden kann.

Earthships sind damit nicht nur technische Systeme, sondern auch Ausdruck einer Bauhaltung, die ökologische Notwendigkeit und kreative Selbstermächtigung verbindet. (vgl. Reynolds, 1990) Das Earthship existiert zurzeit weder als serielles Objekt, noch als Wohnkomplex sondern beschränkt sich auf maximal zwei Geschosse. Da zudem meistens nur eine Familie darin Wohnraum findet, gilt das Earthship eher als Luxusgut und



Abb. 2.2.11: Earthship Taos, New Mexico (Foto @Twolking Wikimedia)

als Möglichkeit jener, die es wollen, ihrer Lebensart Ausdruck zu verleihen.

Das Abjekt und seine Verbindung zu Earthships

Der Begriff „Abjekt" entstammt vor allem der Theorie Julia Kristevas (vgl. Powers of Horror, 1980) und beschreibt dasjenige, was kulturell ausgeschlossen, verdrängt oder als „unrein" empfunden wird – sei es organischer Abfall, gesellschaftlich Marginalisiertes oder ästhetisch Anstößiges. In der Architekturtheorie wird „abjekt" häufig auf Formen, Materialien oder Funktionen angewendet, die bewusst Konventionen unterlaufen und eine Grenzerfahrung zwischen Attraktion und Abstoßung erzeugen. Earthships lassen sich unter diesem Gesichtspunkt mehrfach als

„abjekt" lesen. Erstens durch ihre Materialität: Autoreifen, gefüllt mit gestampfter Erde, werden in der konventionellen Bauästhetik eher als Müll denn als Baustoff betrachtet. Ähnlich verhält es sich mit in Wände eingelassenen Glasflaschen oder Dosen, Relikte des Konsums, transformiert zu ornamentalen Lichtquellen. Die sichtbare Präsenz dieser Materialien verweigert sich einer glatten, industriell standardisierten Oberfläche und bringt den „Abfall" buchstäblich ins Zentrum des bewohnten Raumes.

Zweitens operieren Earthships auf der Ebene der Nutzung im Bereich des Abjekten: Komposttoiletten, Wasserrecycling inklusive Grauwasser-Nutzung für Pflanzenbeete im Innenraum und der sichtbare Kreislauf organischer Zersetzung irritieren herkömmliche Vorstellungen von Hygiene und Wohnkomfort. Für viele Besucher*innen wird die direkte Konfrontation mit Prozessen, die sonst unsichtbar bleiben, das Aufbereiten von Abwasser, das Düngen mit menschlichen Exkrementen, zu einer Erfahrung an der Grenze des Akzeptierten.



Abb. 2.2.12: Earthship Patagonia

Drittens zeigt sich das Abjekte in der gestalterischen Sprache: Da Earthships oft in Selbstbau entstehen, entziehen sie sich normierten Formen. Wände verlaufen organisch, Grundrisse folgen nicht immer orthogonalen Rasterlogiken, und die Oberflächen zeigen handwerkliche Spuren. Projekte setzen bewusst auf diese rohe, „unfertig" wirkende Materialästhetik als Gegenentwurf zur industriell glatten Architektur. Das Gebäude wird so zur performativen Kritik am Reinheitsgebot der Moderne, ähnlich wie dekonstruktive oder informelle Architektur, jedoch aus einer ökologisch motivierten Perspektive.

Earthships als Abjekt im gesellschaftlichen Kontext

In Deutschland werden Earthships bislang als Randphänomen wahrgenommen, nicht nur wegen rechtlicher Bauhürden, sondern auch wegen ihres Bruchs mit etablierten Baukonventionen. Sie sind weder Teil einer offiziellen Stilgeschichte noch Produkt großer Architekturstudios. Ihr künstlerischer Status bleibt ambivalent: Einerseits werden sie als visionär und nachhaltig gefeiert, andererseits als „selbstgebastelt" oder „unkonventionell" abgewertet. Diese Spannung entspricht dem Wesen des Abjekten: die gleichzeitige Anziehung und Abstoßung, das Herausfordern von Wertmaßstäben.

Die ästhetische und technische Radikalität von Earthships – von der Materialwahl bis zur Selbstversorgungslogik – konfrontiert uns mit den Schattenseiten unserer Bau- und Konsumkultur. Sie zwingen dazu, die vermeintlich



Abb. 2.2.13: Badezimmer, Earthship in Phoenix, USA

„schmutzigen" Grundlagen von Wohnkomfort sichtbar zu machen. Damit nehmen sie eine Rolle ein, die in der Architektur sonst nur wenigen experimentellen oder künstlerischen Bauformen zukommt: die der bewussten Irritation, um gesellschaftliche Selbstverständlichkeiten zu hinterfragen.

Ausblick

In der Verbindung von ökologischer Funktionalität und ästhetischem Abweichen von der Norm bergen Earthships in Deutschland ein kritisches Potenzial. Sie zeigen, dass die Integration von „Abfall" und unkonventionellen Kreisläufen nicht nur technische Innovation, sondern auch kulturelle Provokation sein kann. Ihre Gestalt ist damit nicht nur ökologisch motiviert, sondern zugleich eine ästhetisch-politische Geste – eine, die das Abjekte in Architektur produktiv macht.

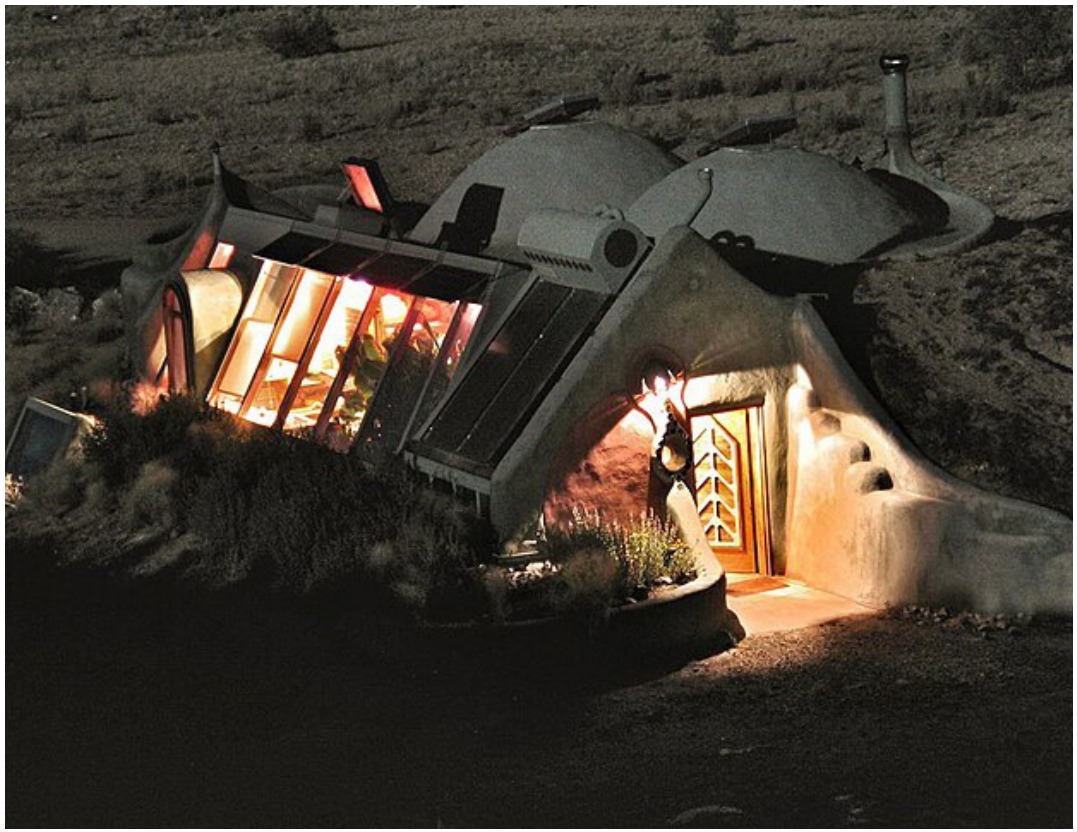


Abb. 2.2.14 „Earthship Exterior"

2.3 GESTALTUNGSGRUNDSÄTZE

Sara Reyhan

Ein Grundbedürfnis nach Ordnung und Harmonie?

Gestaltungsgrundsätze bilden seit Jahrhunderten ein fundamentales Instrumentarium der Architektur. Sie dienen der Ordnung von Proportion, Maßstab und Rhythmus und ermöglichen es, komplexe räumliche Anforderungen in nachvollziehbare und lesbare Strukturen zu überführen. Als abstrakte Systeme sind sie unabhängig von Stil oder Epoche und wirken als vermittelnde Ebene zwischen konstruktiven, funktionalen und gestalterischen Entscheidungen.

Im zeitgenössischen Kontext eröffnen diese Prinzipien besondere Potenziale im Hinblick auf die Nachhaltigkeit. Proportions- und Ordnungssysteme unterstützen eine effiziente Materialdisposition, indem sie Maße, Bauteilgrößen und Fügungen rationalisieren. Raster und Wiederholung erleichtern die Modularisierung und Vorfertigung, reduzieren Verschnitt und fördern die Wiederverwendbarkeit von Bauteilen. Maßsysteme wie der Modulor oder einfache geometrische Grundfiguren tragen dazu bei, Gebäude auf den menschlichen Körper, auf Nutzungszyklen und auf langfristige Anpassungsfähigkeit auszurichten.

Vor dem Hintergrund des Bauens mit dem Übrigen, gewinnen diese Gestaltungsgrundsätze zusätzliche Relevanz. Sie ermöglichen es, Heterogenes zu integrieren, Unregelmäßigkeiten produktiv zu nutzen und aus dem Vorgefundenen konsistente architektonische Ordnungen zu entwickeln. Gestaltungsprinzipien fungieren dabei nicht als formale Dogmen, sondern als flexible Werkzeuge, um nachhaltige, ressourcenschonende und dauerhaft nutzbare Architektur zu entwerfen.

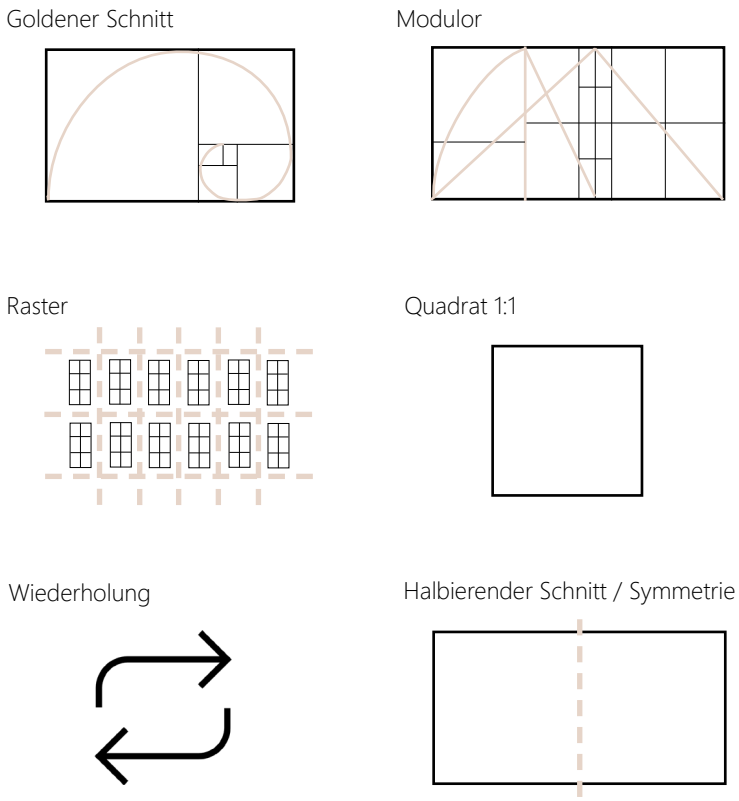


Abb. 2.3.1: Gestlatungsgrundsätze

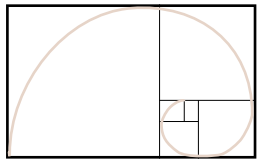


Abb. 2.3.2: Goldener Schnitt

Goldener Schnitt

Goldener Schnitt, auch bekannt als die „göttliche Proportion", ist ein mathematisches Verhältnis von ungefähr 1,618 zu 1, das seit der Antike als Ausdruck von Schönheit und Harmonie gilt. Er entsteht, wenn eine Strecke so in zwei Teile geteilt wird, dass das Verhältnis des Ganzen zum größeren Teil gleich dem Verhältnis des größeren Teils zum kleineren ist. Diese scheinbar einfache, aber tiefgründige Zahl begegnet uns in zahlreichen Bereichen: von der Kunst und Architektur über die Natur bis hin zur menschlichen Wahrnehmung von Ästhetik.

In der Architektur wird der Goldene Schnitt seit Jahrhunderten eingesetzt, um Gebäude und Räume so zu gestalten, dass sie als besonders ausgewogen und harmonisch empfunden werden. Berühmte Bauwerke wie der Parthenon in Athen oder Werke der Renaissance nutzen diese Proportion als Grundlage für die Anordnung von Elementen und Raumaufteilungen. Die gezielte Anwendung trägt dazu bei, dass das Auge des Betrachters angenehm geführt wird und ein Gefühl von Ruhe und Ausgewogenheit entsteht. Auch in der Natur lässt sich das Verhältnis des Goldenen Schnitts vielfach beobachten – etwa in der Anordnung von Blättern, an Pflanzen, der Spirale von Muscheln oder dem Muster von Sonnenblumen. Diese Formen sind nicht nur ästhetisch ansprechend, sondern oft auch funktional optimiert. Das Verhältnis schafft effiziente Strukturen, die Wachstum und Stabilität begünstigen. (vgl. Planet Wissen, o. J.).

Warum empfinden wir den Goldenen Schnitt als so harmonisch?

Wissenschaftliche studien legen nahe, dass unser Gehirn diese Proportion, oder eine Annäherung an diese, als angenehm verarbeitet, weil sie ein Gleichgewicht zwischen Symmetrie und Variation bietet. Das Verhältnis ist weder zu starr noch zu chaotisch, wodurch es als natürlich und schön wahrgenommen wird. Die Evolution könnte diesen Eindruck verstärkt haben, da wir in der Natur häufig mit dieser Proportion konfrontiert sind.



Abb. 2.3.3: HUB 67 Atelier Komposition

HUB 67 LYN Atelier

Hub 67 ist ein temporäres Gemeindezentrum im Londoner Stadtteil Hackney Wick, realisiert 2014 von LYN Atelier. Das Projekt entstand im Umfeld der Nachnutzung des Olympiaparks und verfolgt konsequent das Prinzip der Wiederverwendung von Materialien. Der Baukörper basiert auf mehreren ehemaligen Umkleide- und Servicecontainern der Olympischen Spiele 2012, die als räumliches und konstruktives Grundgerüst dienen. Ergänzt wird diese Struktur durch wiederverwendete Metallzäune, Gitter und Aluminiumtafeln, die zuvor als temporäre Absperrungen und Fassadenelemente auf dem Olympiagelände im Einsatz waren und nun die äußere Hülle sowie Teile der Innenausstattung bilden. Die Materialien wurden weitgehend unverkleidet belassen und prägen bewusst die rohe, industrielle Ästhetik des Gebäudes. (vgl.: ArchDaily, 2015)

Anwendung Goldener Schnitt

Auch wenn das Proportionssystem des goldenen Schnittes nicht gezielt mathematisch beim Entwerfen des Gebäudes angewendet wurde, kann man erkennen, dass sich bei Anordnung der Re-Use Elemente die Proportionen unbewusst an den goldenen Schnitt annähern. Die Unterkonstruktion folgt einem Raster auf denen die Re-Use Metallplatten angeordnet sind. Zudem ist die Fassadenfläche in erkennbare vertikale und horizontale Zonen gegliedert, deren Breiten- und Höhenverhältnisse sich diesem Proportionsprinzip annähern. Besonders prägnant ist die Staffelung der Öffnungen: Größere Re-Use-Fensterelemente markieren die Hauptzonen, wobei kleinere Formate sich in den Nebenbereichen verdichten, wodurch ein ausgewogenes Verhältnis von Masse und Öffnung entsteht.

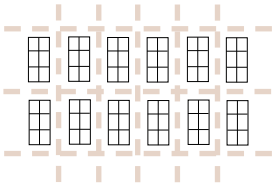


Abb. 2.3.4: Raster

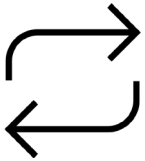


Abb. 2.3.5.: Wiederholung

Raster

Das Ordnungsprinzip des Rasters bietet beim Bauen mit dem Übrigen eine strukturierende Grundlage, um heterogene, wiederverwendete Bauteile systematisch einzuordnen. Durch ein übergeordnetes Maß- oder Achsensystem können unterschiedlich große Formate, Materialien und Zustände in eine nachvollziehbare Ordnung überführt werden. Das Raster wirkt dabei als ein Vermittler zwischen Unregelmäßigkeit und Entwurfskontrolle und ermöglicht sowohl serielle als auch flexible Anordnungen. Es eignet sich besonders, um Wiederverwendetes Material konstruktiv, funktional und gestalterisch integrierbar zu machen, ohne dessen Eigenheiten zu negieren.

Wiederholung

Wiederholung dient beim Bauen mit dem Übrigen als Mittel zur visuellen Beruhigung und zur Ausbildung von Zusammengehörigkeit trotz materieller Vielfalt. Durch die wiederholte Verwendung ähnlicher Bauteile, Formate oder Farbakzente können Unregelmäßigkeiten relativiert und als Teil eines übergeordneten Systems lesbar gemacht werden. Wiederholung ist dabei nicht auf Identität angewiesen, sondern kann auch durch Variationen innerhalb eines Typs funktionieren. Als Ordnungsprinzip ist sie flexibel einsetzbar und unterstützt sowohl ökonomische als auch gestalterische Strategien im Umgang mit wiederverwendeten Materialien.

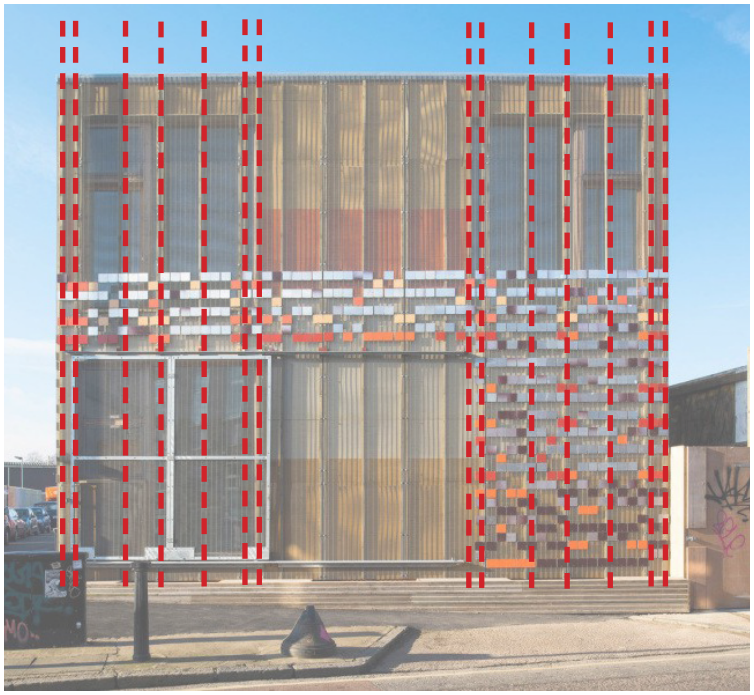


Abb. 2.3.6: HUB 67 Atelier Komposition

Anwendung: Wiederholung

Im HUB 67 Atelier wird das Ordnungsprinzip der Wiederholung genutzt, um mit wiederverwendeten, teils unterschiedlichen Re-Use Bauteilen eine zusammenhängende Fassaden- und Raumwirkung zu erzeugen. Durch die wiederholte Anordnung ähnlicher oder gleicher Elemente, wie die Vertikalen Holzbalken auf der Fassade im gleichen Abstand und die wiederkehrenden Doppelbalken, entsteht visuelle Kontinuität, die Materialunterschiede relativiert und als Teil eines übergeordneten Systems lesbar macht. Auch die Re-Use Metallbleche der Fassade zeigen ein wiederkehrendes farbliches Schema, die die Wiederholung ordnend und beruhigend wirken lässt und dem Bauen mit dem Übrigen eine gestalterische Klarheit verleiht, ohne die Eigenheiten der einzelnen Bauteile zu verdecken.

Anwendung: Raster

Das Raster der Balken dient im HUB 67 Atelier als strukturierendes Ordnungsprinzip, das die Integration heterogener, wiederverwendeter Elemente ermöglicht. Es schafft ein übergeordnetes Maßsystem, in das Bauteile unterschiedlicher Herkunft und Dimension eingeordnet werden können, wie z.B. Fenster, Türen und Fassadenelemente aus Metall unterschiedlicher Farben. Die Fenster befinden sich innerhalb dieses Rasters. Die Fenster im Obergeschoss sind genau oberhalb der unteren Schiebetür (links) und den bunten Metallblechen (rechts) angeordnet. Durch diese Anordnung entsteht eine klare Lesbarkeit und räumliche Orientierung, während das Raster zugleich eine flexible Grundlage für Anpassungen und Abweichungen bietet. Die Wirkung ist eine ausgewogene Verbindung von konstruktiver Ordnung und materieller Vielfalt.

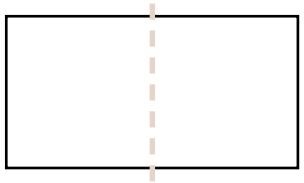


Abb. 2.3.7: Halbierender Schnitt / Symmetrie

Halbierender Schnitt

Der halbierende Schnitt ist ein grundlegendes Ordnungsprinzip der Architektur, bei dem eine Fläche oder ein Baukörper in zwei gleichwertige Teile gegliedert wird. Er dient vor allem der Übersichtlichkeit und strukturellen Klarheit und ermöglicht eine einfache Hierarchisierung von Räumen, Fassadenzonen oder konstruktiven Elementen. Durch die Gleichteilung entsteht eine stabile, leicht lesbare Ordnung, die häufig in funktionalen, rationalen oder konstruktiv geprägten Entwürfen Anwendung findet. Der halbierende Schnitt kann sowohl streng geometrisch als auch flexibel interpretiert werden und eignet sich als neutrales Raster für weitere Differenzierungen.

Symmetrie

Symmetrie ist ein zentrales Ordnungsprinzip, bei dem architektonische Elemente entlang einer oder mehrerer Achsen gespiegelt angeordnet sind. Sie dient der Strukturierung, Orientierung und formalen Stabilisierung von Bauwerken und wird häufig eingesetzt, um Hierarchien, Zugänge oder zentrale Räume zu betonen. Symmetrie kann einen Eindruck von Ruhe, Ausgewogenheit und Dauerhaftigkeit erzeugen, wird jedoch je nach Kontext auch bewusst gebrochen, um Spannung oder funktionale Differenzierung zu erreichen. Als Gestaltungswerkzeug ist die Symmetrie unabhängig vom Maßstab und Stil einsetzbar und bildet eine grundlegende Basis architektonischer Ordnungssysteme.



Abb. 2.3.8: Circular Pavilion, Encore Heureux

Halbierender Schnitt

Die Fassadengestaltung orientiert sich am Prinzip des Halbierenden Schnitts, bei dem die Gesamtfläche in zwei annähernd gleichwertige Teile gegliedert wird. Sie kann Symmetrisch sowohl als auch Asymmertisch sein. Diese proportionale Teilung erzeugt eine ruhige, klar lesbare Ordnung und unterstützt eine funktionale Zuordnung der Fassadenzonen. Öffnungen und Bauelemente sind so angeordnet, dass sie die Teilung nachvollziehbar machen und die Gesamtform stabilisieren. Der halbierende Schnitt dient hier als rationales Ordnungsinstrument und verleiht der Fassade eine zurückhaltende, ausgewogene Erscheinung, während sie sie in zwei teilt und somit auch die vorhandenen zwei Eingänge aus Holz und Glas betont.

Symmetrie

Die Fassade des Circular Pavilions folgt einem symmetrischen Ordnungsprinzip, bei dem die Re-Use Türen aus Holz und Öffnungen beidseitig einer Mittelachse gespiegelt angeordnet sind. Diese Symmetrie schafft eine eindeutige Hierarchie und verstärkt den Eindruck von Struktur und Ruhe. Zudem dient die Symmetrie des Gesamtbauwerks als Ausgleich für die dynamische Anordnung der Elemente. Die gleichmäßige Verteilung der Fassadenelemente unterstützt die Lesbarkeit des Baukörpers und vermittelt eine konstruktive Klarheit. Symmetrie wird hier als bewusstes gestalterisches Mittel eingesetzt, um Orientierung und formale Stabilität zu erzeugen.

Vodka Pavillon, Alexander Brodsky

Der Vodka-Pavillon von Alexander Brodsky aus dem Jahr 2003, nutzt ein bewusst unregelmäßiges Fensterraster, das sich einer klaren Maßordnung entzieht. Die Öffnungen wirken additiv und fragmentarisch, wodurch der Baukörper eine informelle, beinahe improvisierte Erscheinung erhält. Diese Rasterauflösung unterstreicht den experimentellen Charakter des Entwurfs und verschiebt den Fokus von formaler Strenge hin zu Atmosphäre, Materialität und Wahrnehmung. Architektonisch entsteht eine Spannung zwischen Wiederholung und Abweichung, die dem Pavillon eine narrative, fast bildhafte Qualität verleiht und ihn weniger als rationales Objekt, sondern als räumliche Erfahrung lesbar macht.

Anwendung: Raster

Würde die Fensteraufteilung konsequent einem klassischen Ordnungsprinzip des Rasters folgen (wie in der Abbildung Rechts), entstünde eine deutlich stärkere formale Klarheit und Hierarchisierung. Gleichmäßige Achsabstände und wiederkehrende Proportionen würden den Baukörper rationalisieren und seine Erscheinung beruhigen. Die Wirkung verlagere sich von der poetischen Unschärfe hin zu Struktur, Lesbarkeit und konstruktiver Logik. Ein solches Raster würde den Pavillon stärker in die Tradition ordnender Architekturprinzipien einbinden, gleichzeitig jedoch den informellen, experimentellen Charakter des ursprünglichen Entwurfs abschwächen.

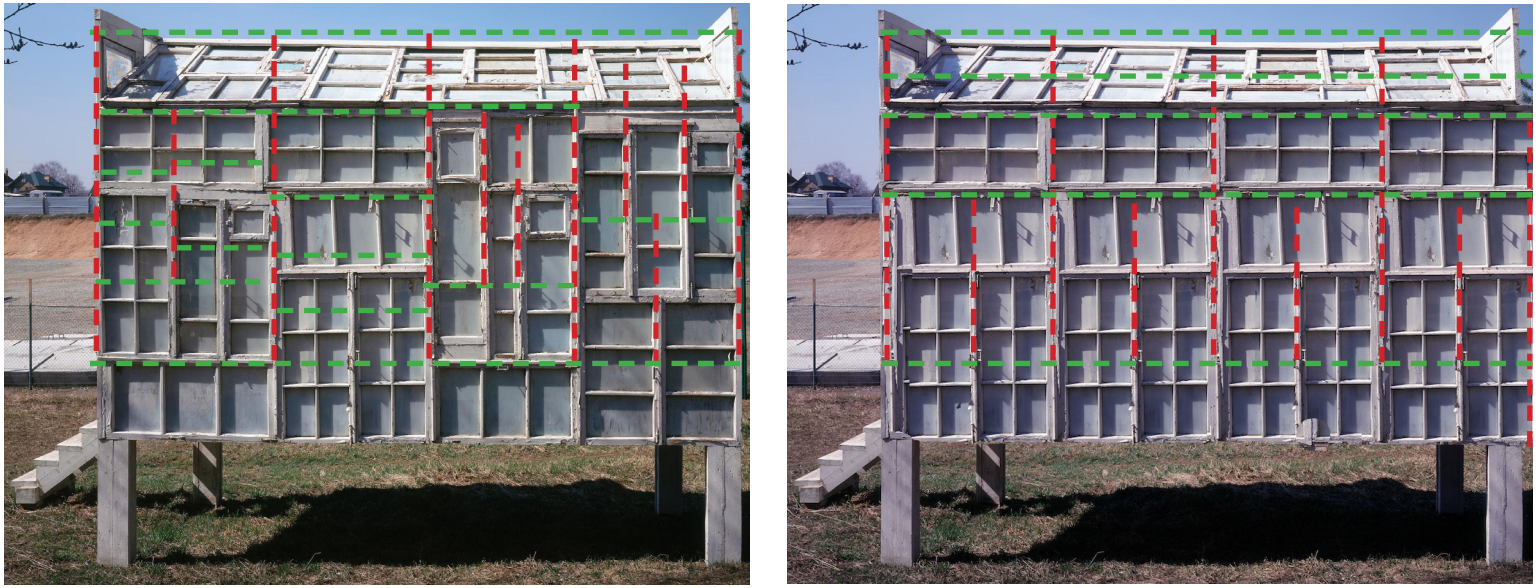
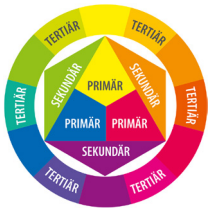


Abb. 2.3.9: Vodka Pavillon, Alexander Brodsky, Pirogovo Russland 2003, original / bearbeitet



Farbgruppen



Komplementärfarben

Abb. 2.3.10: Farbtheorien

Farbenlehre

Die Farbenlehre spielt im architektonischen Kontext eine wesentliche Rolle bei der Wahrnehmung, Gliederung und Interpretation von Bauwerken. Beim Bauen mit dem Übrigen eröffnet sie zusätzliche Gestaltungsmöglichkeiten, indem vorhandene Materialien, Oberflächen und Alterungsspuren durch gezielte Farbentscheidungen neu lesbar gemacht werden. Farbe kann dabei ordnend, verbindend oder differenzierend wirken und sowohl konstruktive Elemente betonen als auch heterogene Bauteile zu einem zusammenhängenden Ganzen fügen. Historisch zeigt bereits die polychrome Antike, dass Architektur nie ausschließlich als material- oder formbasiert verstanden wurde, sondern Farbe integraler Bestandteil des räumlichen und symbolischen Ausdrucks war. Diese Erkenntnis relativiert moderne Vorstellungen von Materialreinheit und eröffnet einen erweiterten Blick auf den bewussten Einsatz von Farbe im architektonischen Entwurf. Im Zusammenspiel bei dem Bauen mit dem Übrigen kann die Farbenlehre dazu beitragen, Wiederverwendete Materialien nicht zu kaschieren, sondern gezielt zu akzentuieren oder in neue Bedeutungszusammenhänge zu überführen, und mithilfe dieser, etwas Neues zu Schaffen.

Unterschiedliche Farbsysteme, Kontraste oder harmonische Abstufungen beeinflussen dabei Wahrnehmung, Maßstäblichkeit und Atmosphäre. Aus der bewussten und reflektierten Anwendung der Farbenlehre kann so, insbesondere in Verbindung mit wiederverwendeten Materialien, eine neue, eigenständige Ästhetik entstehen, die zwischen Bestand, Transformation und zeitgenössischem Ausdruck vermittelt.

Farbgruppen

Farbgruppen fassen unterschiedliche Materialien oder Flächen visuell zu einer Einheit zusammen und Erzeugen somit Harmonie im Gesamtbild. Im linken Beispiel, fügt sich die Fassade trotz der Verwendung zweier unterschiedlicher Materialien durch die gemeinsame Farbgruppe der Erdtöne zu einem stimmigen Gesamteindruck zusammen. Rechts hingegen wird durch den Einsatz einer farblich abweichenden Akzentfarbe die visuelle Einheit aufgebrochen, wodurch die Harmonie und ansonsten wahrgenommene Zugehörigkeit der Materialien verloren gehen.

Komplementärfarben

Komplementärfarben sind im Farbkreis von Itten sich gegenüberliegende Sekundärfarben. Sie gelten als gegenteilig und stehen somit in einem Besonderen Verhältnis zueinander. Durch den gezielten Einsatz komplementärer Akzente lassen sich bestimmte Bereiche oder Elemente eines Gebäudes bewusst hervorheben oder subtil in den Hintergrund rücken. Im gezeigten Beispiel vom baubüro in situ, zieht der orange gestaltete Eingang sofort die Aufmerksamkeit auf sich, während der rechts farblich angepasste Eingang dezent im Fassadenbild zurücktritt. Diese Farbliche Abstimmung gestaltet z.B. den Haupteingang besonders einladend für Besucher:innen und ermöglicht ein Easy-Access, während die gleiche Farbe eher wie ein Nebeneingang wirkt der kaschiert werden soll.





Abb. 2.3.11: Roundhouse, Reed Watts Architects, original / bearbeitet



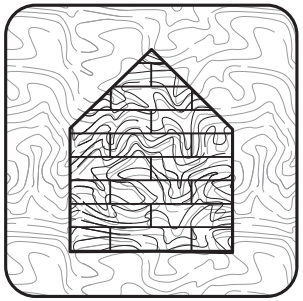


Abb. 2.3.12: Baubüro in Situ, Umnutzung ELYS, original / bearbeitet

2.4 GESTALTUNGSTECHNIKEN

Edzhe Ayyaldaz, Viktoria Berger, Sophie Koch, Tugce Varol

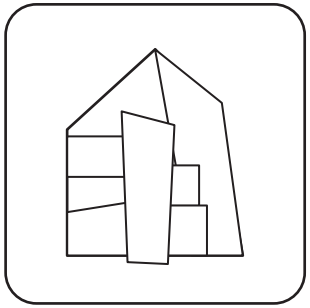
PIKTOGRAMM



MATERIALDOMINANZ



HOMOGENISIERUNG



ASSEMBLAGE

PROJEKTBEISPIEL



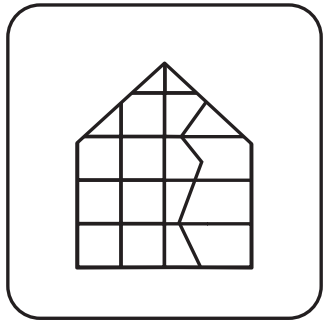
Abb. 2.4.1.1: Superuse Studios:
Villa Welpeloo



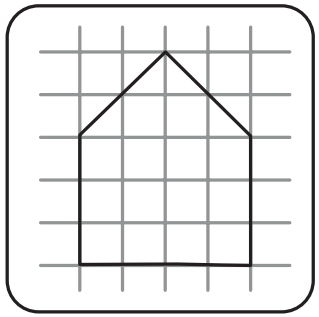
Abb. 2.4.2.1: Alexander Brodsky:
Vodka Pavillon



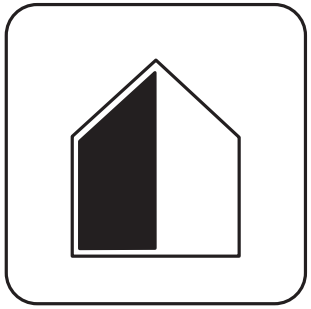
Abb. 2.4.3.1: Officina Roma:
Raumlaborberlin



BRUCH



ORDNUNG



KONTRAST

PIKTOGRAMM

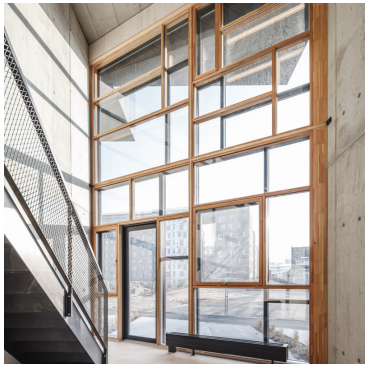


Abb. 2.4.4.1: Lendager Group:
Upcycle Studios

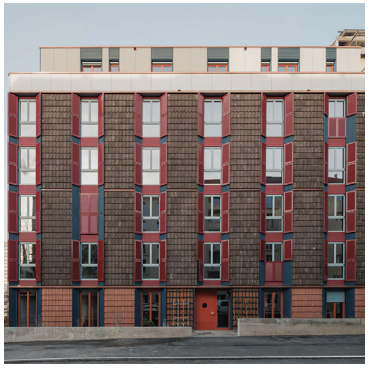


Abb. 2.4.5.1: Loeloger Strub:
LysP8



Abb. 2.4.6.1: Alexander Brodsky:
Rotunda

PROJEKTBEISPIEL

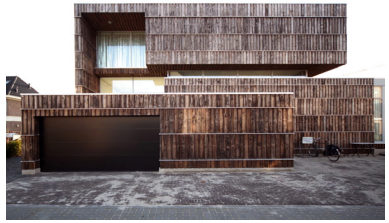
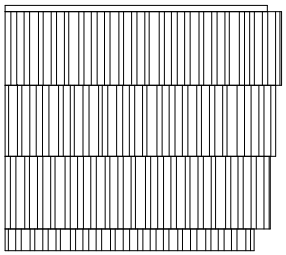


Abb. 2.4.1.1: Villa Welpeloo, Superuse



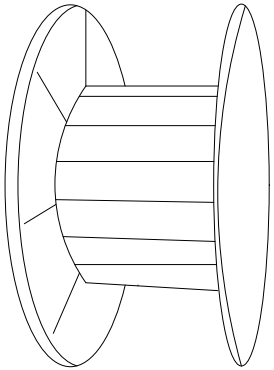


Abb. 2.4.1.2: Isometrische Darstellung der Ausgangsmaterialien in ursprünglicher Form und in neu angeordneter Form

2.4.1 MATERIALDOMINANZ



Definition

Das Gestaltungsprinzip der Materialdominanz beschreibt einen Entwurfsansatz, bei dem ein bestimmtes Material die zentrale Rolle in der architektonischen Gestaltung übernimmt. Dieses Material prägt nicht nur das äußere Erscheinungsbild, sondern bestimmt auch maßgeblich die konstruktive Logik des Bauwerks. Es bleibt unverkleidet, unbehandelt und in seiner ursprünglichen Beschaffenheit sichtbar, sodass seine spezifischen Eigenschaften – wie Textur, Farbton, Oberflächenstruktur oder Alterungsspuren – bewusst zur Gestaltung beitragen. Durch diese konsequente Präsenz entsteht eine klare visuelle Identität, die unmittelbar mit dem gewählten Material verknüpft ist.

Erklärung anhand eines Praxisbeispiels

Anhand der Gestaltung der Villa Welpeloo in Enschede (NL) *(weitere Projektinformationen siehe Kapitel 8.5)* lässt sich das Prinzip der Materialdominanz anschaulich nachvollziehen. Für das Projekt wurden überwiegend übrige Materialien eingesetzt, darunter Stahlträger und Holzpaneele aus wiederverwendeten Industrieanlagen. Die hölzerne Fassadenverkleidung, bestehend aus demontierten Kabeltrommeln, bestimmt in großem Maß das äußere Erscheinungsbild. Die natürliche Maserung und die Gebrauchsspuren des Holzes bleiben sichtbar und verleihen dem Gebäude einen charakteristischen Ausdruck. Die konsequente Wiederholung und flächendeckende Anwendung des Holzes erzeugen eine starke Materialwirkung, die das gesamte Architekturkonzept trägt.

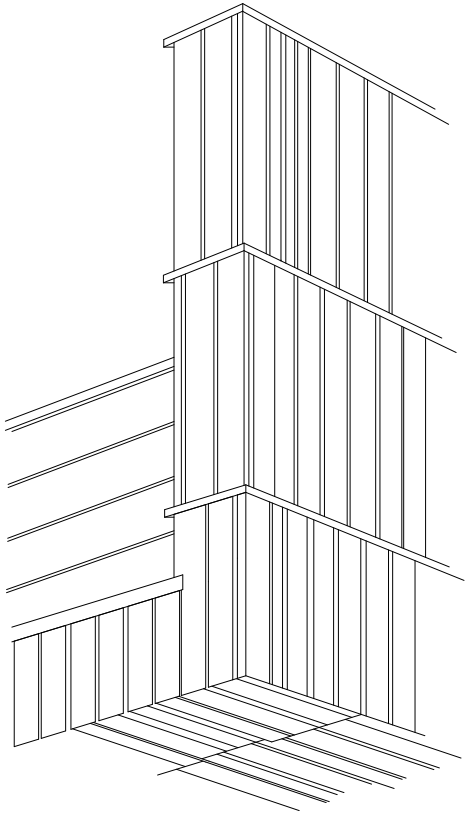


Abb. 2.4.1.3: Isometrische Darstellung der Fassade



Abb. 2.4.1.4: Resource Rows - Originalbild



Abb. 2.4.1.5 Resource Rows - Transformiert nach dem Gestaltungsprinzip: Materialdominanz

Anwendung der Gestaltungstechnik

Die Fassadengestaltung der „Resource Rows" *(weitere Projektinformationen siehe Kapitel 8.18)* zeichnet sich im Original durch eine extreme Heterogenität aus. Durch die Verwendung von Upcycling-Ziegelmodulen, die aus verschiedenen Rückbauprojekten stammen, entsteht ein kleinteiliges Patchwork-Muster. Diese Vielfalt an Texturen, Fugenbildern und Ziegelfarben macht den nachhaltigen Prozess sichtbar, aber könnte auch zu einer visuellen Unruhe führen.

Im Rahmen der hier gezeigten Transformation wurde das Prinzip der Materialdominanz konsequent angewendet, um die gestalterische Kohärenz zu erhöhen. Durch den Austausch der unterschiedlichen Ziegelfelder gegen eine einheitliche Holzverkleidung wird die Materialvielfalt drastisch reduziert. Das Holz übernimmt die dominante Rolle im Fassadenbild und fungiert als visuelle Klammer für das gesamte Gebäude.
Während die ursprüngliche Rasterstruktur der Fassade erhalten bleibt, sorgt die materielle Vereinheitlichung für eine signifikante Beruhigung des Erscheinungsbildes. Die Oberflächen waren zuvor stark kontrastiert und wirken nun wärmer. Durch diese Dominanz eines einzelnen Materials wird der Fokus weg vom kleinteiligen Detail hin zur architektonischen Gesamtform gelenkt.
Die Transformation verdeutlicht, wie Materialdominanz als Werkzeug eingesetzt werden kann, um eine klare ästhetische Ordnung zu schaffen. Die visuelle Ruhe wird nicht durch das Verstecken der Struktur, sondern durch die gezielte Reduktion auf ein Leitelement erreicht. Dies führt zu einer harmonischen Gesamtwirkung, die dem Gebäude eine zeitlose und monolithische Identität verleiht, ohne die ursprüngliche Rhythmik der Fassade zu verlieren.



Abb. 2.4.1.6: Resource Rows

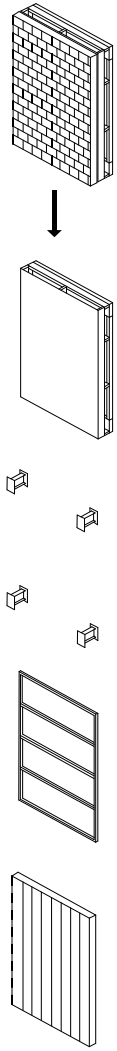


Abb. 2.4.1.7: Materialwechsel



Abb. 2.4.2.1: Alexander Brodsky: Vodka Pavillon

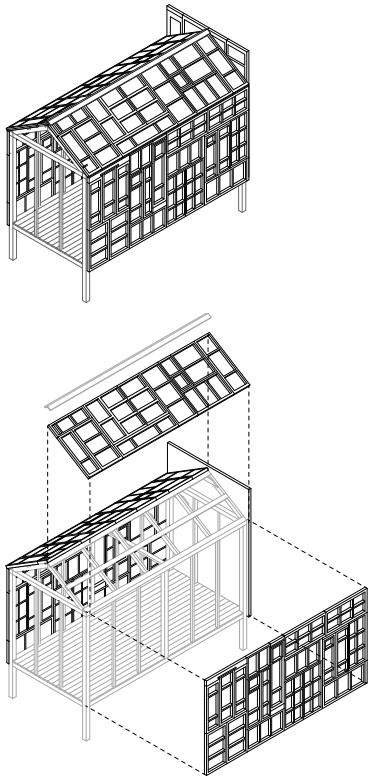


Abb. 2.4.2.2: Isometrien Vodka Pavillon

2.4.2 HOMOGENISIERUNG

Definition

Das Gestaltungsprinzip der Homogenisierung schafft visuelle Einheit zwischen Bauteilen unterschiedlicher Form, Farbe, Dimension, Materialität, Alterung oder Herkunft, indem die Oberflächen farblich einheitlich gestaltet werden. So lassen sich heterogene Elemente zu einem visuell harmonisch wirkenden Gesamtbild zusammenfügen. Dies ermöglicht den gestalterisch überzeugenden Einsatz wiederverwendeter, ursprünglich nicht zusammengehöriger Bauteile, ohne die ästhetische Qualität des Gebäudes zu beeinträchtigen.

Erklärung anhand eines Praxisbeispiels

Am Beispiel des Vodka Pavillons von Alexander Brodsky *(weitere Projektinformationen siehe Kapitel 8.11)* lässt sich das gestalterische Prinzip der Homogenisierung exemplarisch nachvollziehen. Die Fassade des Pavillons besteht aus unterschiedlich formatigen Holzrahmenfenstern einer alten Fabrik in Moskau (vgl. Anton Gribanov und Anton Gorlenko 2019), welche tetrisartig aneinandergesetzt werden. Diese Komposition erstreckt sich bis über das Dach und führt zu einer formal komplexen und stark differenzierten Gebäudehülle, die durch ihre Vielzahl an Formaten, Teilungen und Drehungen eine kleinteilige und individuelle Wirkung entfaltet. Trotz dieser Vielfalt entsteht durch einen einheitlichen weißen Farbanstrich – sowohl der Holzrahmen als auch der Glasflächen – eine visuelle Einheit, die die Fassade in ihrer Wirkung beruhigt und die heterogenen Elemente zu einem zusammengehörigen Ganzen verschmelzen lässt. Die gestalterische Einheit wird maßgeblich durch die konsequente Farbgebung der einzelnen Bauteile erzeugt. In dem Beispiel wird das Prinzip auch auf alle anderen Bauteile angewendet, sowohl auf wiederverwendete als auch auf neue Bauteile im Innern.

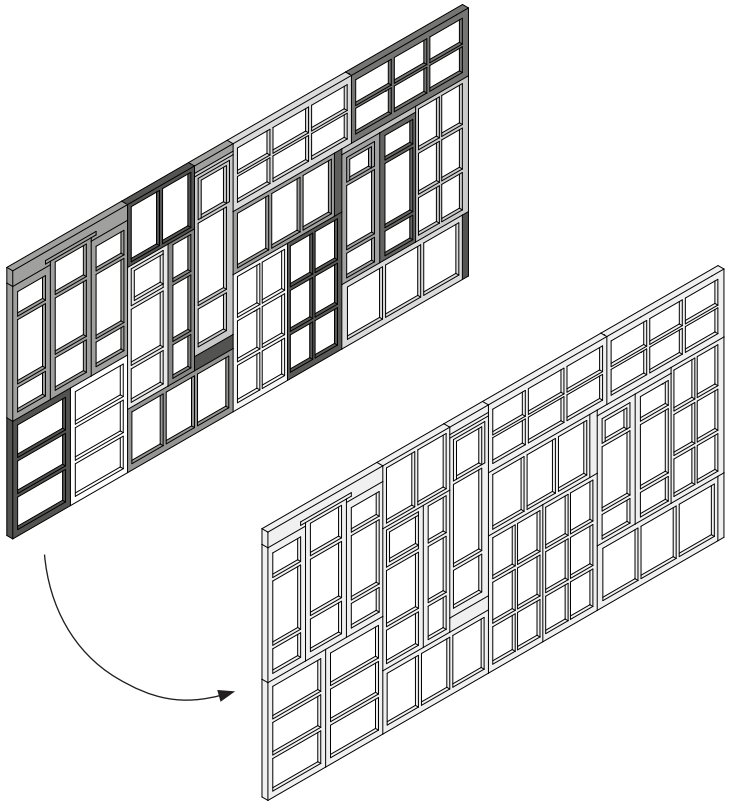


Abb. 2.4.2.3: Isometrische Darstellung der Fassade des Vodka Pavillon



Abb. 2.4.2.4: Upcycle House - Originalbild



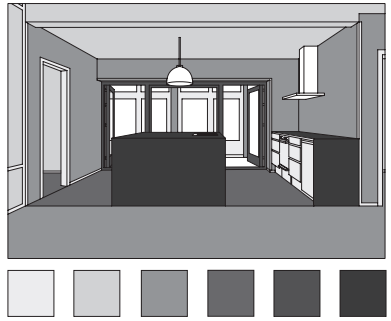
Abb. 2.4.2.5: Upcycle House - Transformiert nach dem Gestaltungsprinzip: Homogenisierung

Anwendung der Gestaltungstechnik

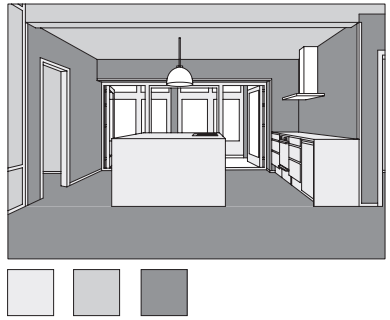
Der Küchenraum des Upcycle House zeichnet sich durch eine heterogene Material- und Oberflächenwahl aus. Teilweise treten sogar Brüche innerhalb einzelner Flächen auf – etwa beim Boden, der im unmittelbaren Küchenbereich eine andere Ausführung zeigt als im angrenzenden Raum, wo Langspan verbaut wurde. Zusätzlich verstärken unterschiedlich gefärbte Fenster- und Türrahmen sowie die stark gemaserten Holzoberflächen der Kücheneinbauten die visuelle Unruhe des Raumes.
Im Rahmen der Überarbeitung wird der Materialeinsatz in seiner Vielfalt reduziert, um eine gestalterische Ruhe des Raumes zu erzielen. Die ehemals vielfach kontrastreichen Holzoberflächen der Küche werden durch weiße Möbelfronten ersetzt, die sich harmonisch in die bestehende Gestaltung einfügen. Ebenso werden die Fensterrahmen farblich an die Türrahmen angeglichen, wodurch eine visuelle Einheit entsteht. Auch der Bodenbelag wird überarbeitet und in Materialität sowie Farbigkeit auf die Wandflächen abgestimmt, um Brüche innerhalb durchgehender Flächen zu vermeiden. Das Prinzip der Homogenisierung kommt hierbei insofern zum Einsatz, als übermäßig auffällige Materialien und Übergänge gezielt durch einheitliche Farb- und Materialwahl ersetzt werden. Bestehende Elemente des Raumes dienen dabei als gestalterische Referenz, um eine einheitliche Gesamtwirkung zu erzielen.
Durch die Reduktion der Materialvielfalt von sechs auf drei Materialien und die gezielte Anpassung der Farbgebung wirkt der Raum deutlich ruhiger und harmonischer. Das Prinzip der Homogenisierung entfaltet auf mehreren Ebenen seine Wirkung und trägt wesentlich zur visuellen Ruhe und Ästhetik des Raumes bei.



Abb. 2.4.2.6: Lendager arkitekter: Upcycle House



6 Materialien



3 Materialien

Abb. 2.4.2.7: Vorgehensweise



Abb. 2.4.3.1: Raumlaborberlin,Officina Roma

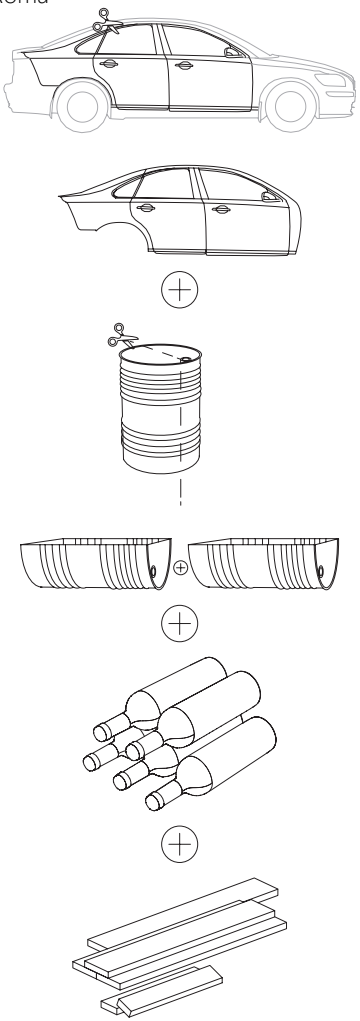


Abb. 2.4.3.2: Ausgangsmaterialien

2.4.3 ASSEMBLAGE

Definition

Das Gestaltungsprinzip der Assemblage legt die Schwerpunkte auf praktische Anwendbarkeit, Funktionalität und Spontanität des Designs. Entscheidend ist, dass die Entwicklung keinem strengen Konzept folgt. Stattdessen werden vorgefundene oder wiederverwendbare Bauteile so miteinander kombiniert, dass sie eine neue, funktionale Ästhetik erhalten. Dabei entsteht vieles aus dem Zusammenspiel physikalischer Gegebenheiten und der vorhandenen Ressourcen.

Erklärung anhand eines Praxisbeispiel

Die temporäre Werkstattvilla „Trash-Villa" des Projekts Officina Roma von raumlaborberlin wurde komplett aus vorgefundenen Materialien gebaut – unter anderem aus alten Gerüstteilen, Holzbalken, Flaschen, Autotüren, Fensterrahmen und Möbelresten. Das Dach besteht aus alten Ölfässern und Trockenbauprofilen. Die Gestaltung folgt keinem formalen Konzept, sondern entsteht aus dem situativen Umgang mit Materialien und Anforderungen vor Ort. (vgl. Raumlabor: Officina Roma o. D.)

Der Bauprozess ist sichtbar: Konstruktive Verbindungen sind improvisiert und provisorisch, aber funktional und nachvollziehbar. Dabei wurden Elemente wie alten Gerüstteilen, Flaschen und Möbelresten gebaut. Das Dach besteht aus Ölfässern, Autotüren und Fensterrahmen dienen als Wandelemente. Diese wurden dort eingesetzt, wo sie unmittelbar gebraucht wurden oder aufgrund ihrer spezifischen Form situativ entstanden sind. Durch diese Herangehensweise entstehen spontane Räume, die ihre Entstehung offen zeigen. (vgl. Raumlabor: Officina Roma o. D.)

Die pragmatische Qualität liegt hier nicht im Designanspruch, sondern in der Kohärenz aus Gebrauch, Ressourcenschonung und konstruktivem Denken. Officina Roma ist somit nicht nur Werkstatt, sondern auch Beispiel für funktional getragene Gestaltung mit ästhetischem Ausdruck durch das Unfertige.

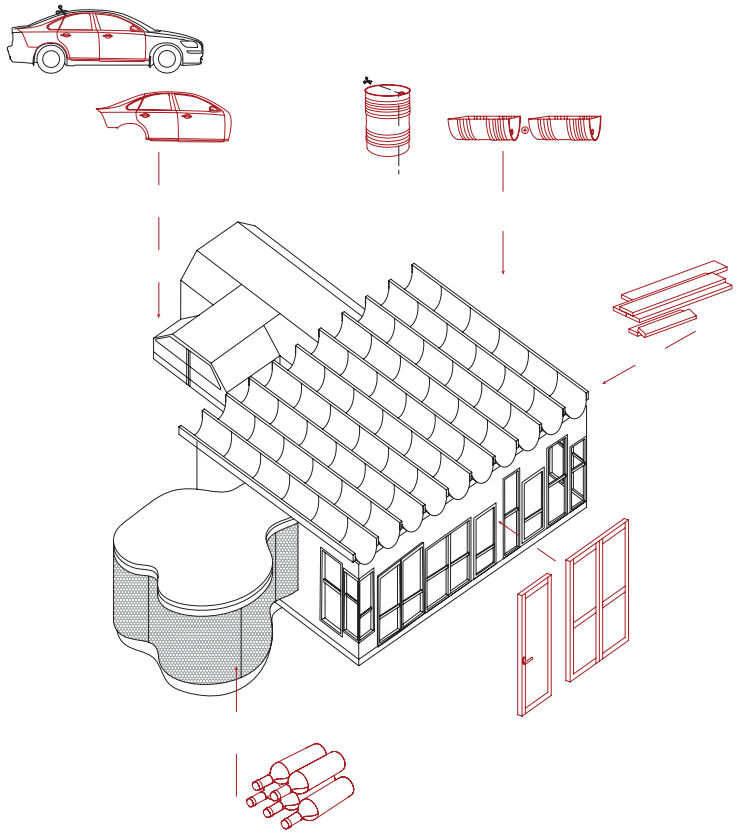


Abb. 2.4.3.3: Isometrische Darstellung der Assemblage am Officina Roma



Abb. 2.4.3.4: Upcycle Studios, Rasmus Hjortshøj, COAST Studio



Abb. 2.4.3.5: Upcycle Studios,
Transformiert nach dem Gestaltungsprinzip Assemblage

Anwendung der Gestaltungstechnik

Die Straßenfassade der Upcycle Studios wird von gleichmäßig rhythmisierten Betonrippen gegliedert. Die großformatigen Fassadenöffnungen sind mit wiederverwendeten Fenstern ausgestattet. Diese sind so aufgebaut, dass zwei Scheibenebenen versetzt aneinander vorbeilaufen. Lendager Group (2020) Durch die schwarz lackierten Außenrahmen und die vereinheitlichte Profilierung werden die unterschiedlichen Fensterformate homogenisiert, sodass der Re-Use-Charakter zugunsten eines ruhigen, seriellen Erscheinungsbildes zurücktritt. Ohne genaues Hinsehen lässt sich der Re-Use-Anteil kaum ablesen. Die Differenzierung, Adressbildung und Materialherkunft werden formal überdeckt.
(weitere Projektinformationen siehe Projektverzeichnis 8.16)

Um den einzigartigen Charakter des Re-Use sichtbar zu machen, wurde jede Einheit individuell überarbeitet. Ausgangspunkt waren pragmatische Entscheidungen, die sich aus dem unmittelbaren Bedarf und der Verfügbarkeit von Bauteilen ergaben. So wurden beispielsweise Fenster und Türen aus anderen Re-Use-Projekten sowie aus Song Dongs Kunstprojekt „Same Bed, Different Dreams" kuratiert und als sichtbare Add-ons eingesetzt. Das vorhandene Tragwerksraster bleibt erhalten, die Materialität wurde jedoch geändert. Die Öffnungen zeigen bewusst verschiedene Profile, Teilungen und Patina. Ähnliche Formate werden lokal gruppiert, sodass trotz der Vielfalt Ruhe entsteht. Anstelle einer verarbeiteten dunklen Holzverkleidung an der Fassade bleiben die Hölzer unbehandelt und zeigen eine einzigartige Patina. Kleinere Tiefenversprünge verbessern die plastische Wirkung. So entstehen lesbare Adressen je Einheit und eine Fassade, die den Re-Use als Qualität offen zeigt, und zwar eine Vor-Ort-Logik, die mit der Verfügbarkeit neuer Bauteile wächst.



Abb. 2.4.3.6: Upcyle Studios

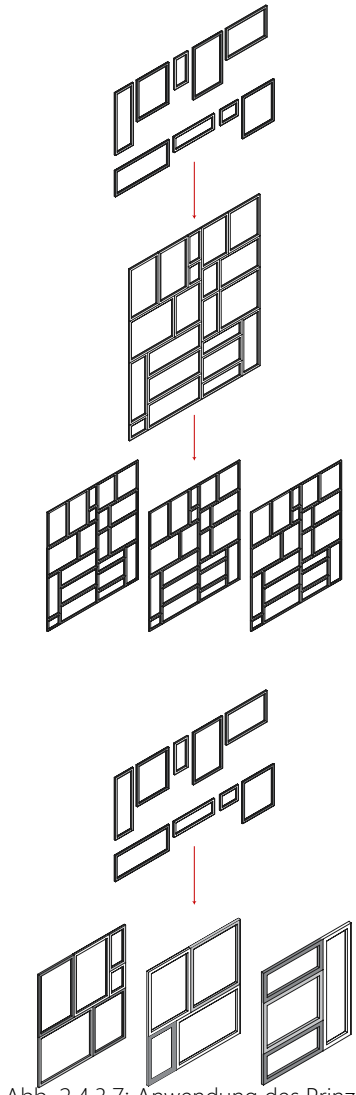


Abb. 2.4.3.7: Anwendung des Prinzips



Abb. 2.4.4.1: Lendager: Upcycle-Studios

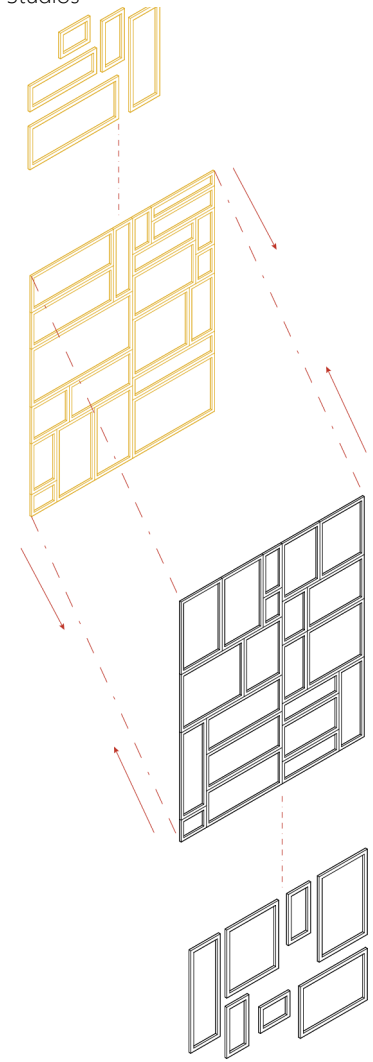


Abb. 2.4.4.2: Vorgehensweise

2.4.4 BRUCH

Definition

Das Gestaltungsprinzip „Bruch" bezeichnet die bewusste Abweichung, Unterbrechung oder Störung einer etablierten Ordnung, eines Musters oder einer Regelmäßigkeit innerhalb eines Designs. Anstatt Harmonie und Einheit durch Wiederholung oder Koharänz zu erzielen, wird hier gezielt ein Element oder eine Gruppe von Elementen so eingesetzt, dass sie sich von der umgebenen Struktur abhebt und eine visuelle Irritation oder einen Kontrast erzeugt.

Erklärung anhand eines Praxisbeispiels

Anhand der Fassadengestaltung der *Upcycle Studios* von der Lendager Group *(weitere Projektinformationen siehe Kapitel 8.16)* lässt sich die Umsetzung des Gestaltungsprinzips „Bruch" im Kontext der Re-Use-Gestaltung erklären.
Die Fensterfassade besteht zu 75 % aus wiederverwendeten Glasscheiben aus leerstehenden Gebäuden im dänischen Nordjütland (vgl. Wells 2020). Da es sich um unterschiedliche Gebäudetypen handelte, kommt ein Repertoire aus vielen unterschiedlichen Glasdimensionen zusammen, die wie bei einem Kastenfenster in zwei Ebenen voreinander eingebaut wurden, um die Wärmeschutzrichtlinien einhalten zu können.
Um hierbei die Wiederverwendung nahezu verlustfrei zu garantieren, verzichteten die Planer:innen auf ein einheitliches Rahmenbild der zwei Fassadenebenen und setzen die Achsen der Fensterrahmen wahlweise auch in das Glasfeld der anderen Ebene.
Mithilfe von unterschiedlichen Farbigkeiten werden diese dann deutlich voneinander abgesetzt und bilden so eine visulle Irritation.

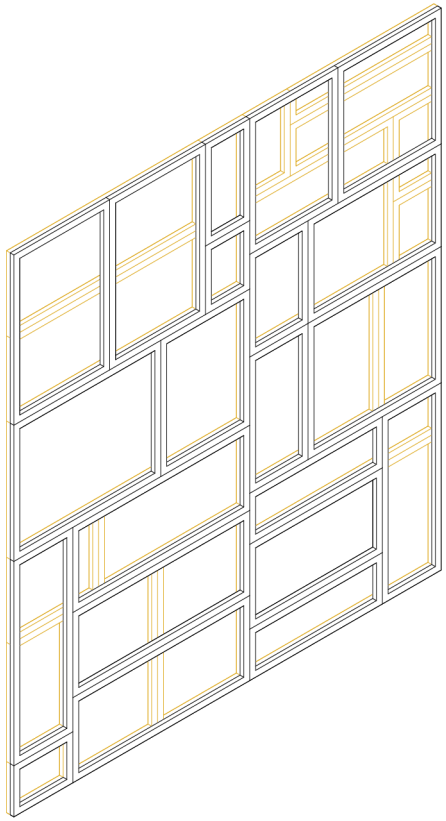


Abb. 2.4.4.3 Isometrische Darstellung der Fassade



Abb. 2.4.4.4 Kantonsschule Wiedikon - Original



Abb. 2.4.4.5 Kantonsschule Wiedikon - Transformiert nach dem Gestaltungsprinzip: Bruch

Anwendung der Gestaltungstechnik

Die Fassade der Kantonsschule Wiedikon zeigt eine vertikale Gliederung durch unterschiedlich farbige Holzstrukturen, sowie dazwischen liegende transparente Lichtwellplatten. Die Unterkonstruktion dieser ist hierbei unterschiedlich farbig gestaltet. Auf dem dargestellten Campusabschnitt lässt sich auf der linken Seite „Gebäude Grün", sowie auf der rechten Seite „Gebäude Lila" erkennen. *(Hinweis: Die Gebäudenamen sind zur besseren Beschreibung hier selbst gewählt.)* Gebäude Grün sticht durch eine grüne vertikale Gliederung hervor. Die Farbigkeit der Unterkonstruktion der Lichtwellplatten wechselt hier zwischen grün und lila. Gebäude Lila sticht ebenso durch eine vertikale Gliederung hervor, die hierbei der Farbe Lila entspricht. Die Farbigkeit der Unterkonstruktion der Lichtwellplatten wechselt hier zwischen lila und gelb. Die Idee zur Transformation geht ausschließlich aus der Fernperspektive der Fassaden hervor, bei dieser das Farbspiel der Unterkonstruktionen keine Relevanz mehr darstellt.

In der überarbeiteten Fassung wurde das Gestaltungsprinzip durch eine zusätzliche Anordnung von Holzelementen in der Fassade umgesetzt. Entscheidend ist hierbei, dass diese weder in Farbe, noch in Positionierung dem regelmäßigen Muster der bereits bestehenden Holzelemente entsprechen.

So wurden bei Gebäude Grün ein lilafarbiges Holzelement an einer scheinbar beliebigen Stelle hinzugefügt. Die nun entstehende Zweifarbigkeit entspricht zusätzlich dem Farbkonzept der Unterkonstruktion der Wellplatten. Bei Gebäude Lila wurde das entsprechend neue-Holzelement in der Farbe Grün gewählt, um die beiden Gebäudeteile entsprechend der Sichtachse ästhetisch zu vereinen. Der Bruch entsteht hierbei auch in der Positionierung des neuen Elements.



Abb. 2.4.4.6: baubüro in situ: Kantonsschule Wiedikon

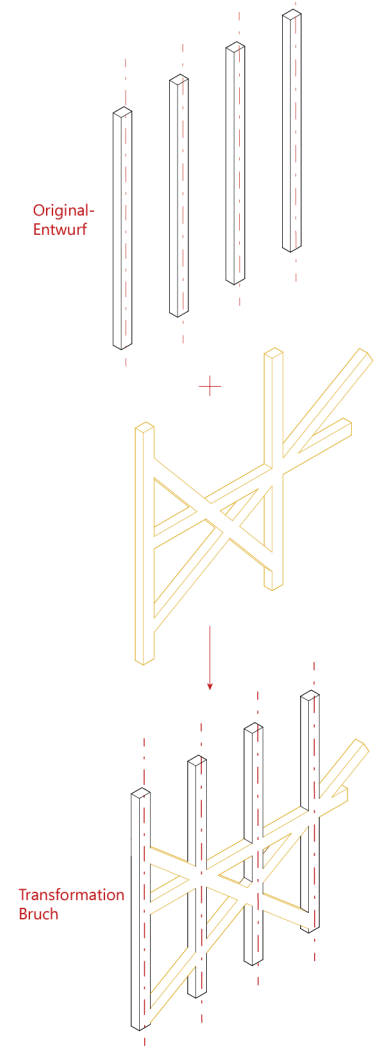


Abb. 2.4.4.7: Vorgehensweise



Abb. 2.4.5.1: loeloger Strub: LysP8

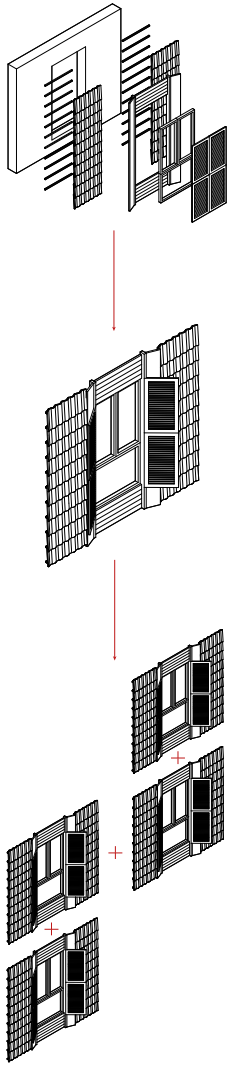
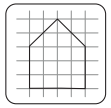


Abb. 2.4.5.2: Vorgehensweise

2.4.5 ORDNUNG



Definition

Dieses Gestaltungsprinzip beschreibt eine gestalterische Ordnung, die trotz der Verwendung unterschiedlicher Materialien, Farben oder Formen eine ausgewogene Gesamtwirkung erzielt. Mithilfe von gleichmäßigen Rastern, modularen Wiederholungen, visuell erzeugten Achsen oder horizontalen Linienführungen entsteht eine Systematik, die Unregelmäßigkeiten ausgleicht, ohne Sie zu verstecken. So kann eine heterogene Re-Use-Fassade dennoch koharänt und ruhig wirken. Sie vermittelt visuelle Stabilität, ohne gestalterisch starr zu wirken.

Erklärung anhand eines Praxisbeispiels

Anhand der Fassadengestaltung des *LysP8* von loeloger Strub Architektur *(weitere Projektinformationen siehe Kapitel 8.3)* lässt sich die Umsetzung des Gestaltungsprinzips „Ordnung" im Kontext der Re-Use-Gestaltung erklären. Die Verwendung der unterschiedlichen Materialien: Dachpfannen (2 Sorten), Fensterläden, Faserzementplatten und Holzverkleidungen weist zunächst eine heterogene Oberflächenwirkung auf. Aufgrund der Umsetzung gleichmäßiger vertikaler Rasterlinien und Wiederholungen wird ermöglicht, dass die vorhandenen Unregelmäßigkeiten eingerahmt werden. So wird eine visuelle Harmonie erreicht, ohne individuelle Unterschiede in Bezug auf z.B. die Größe der Fensterläden oder die Farbe bzw. den Alterungszustand der Dachpfannen, angleichen zu müssen.

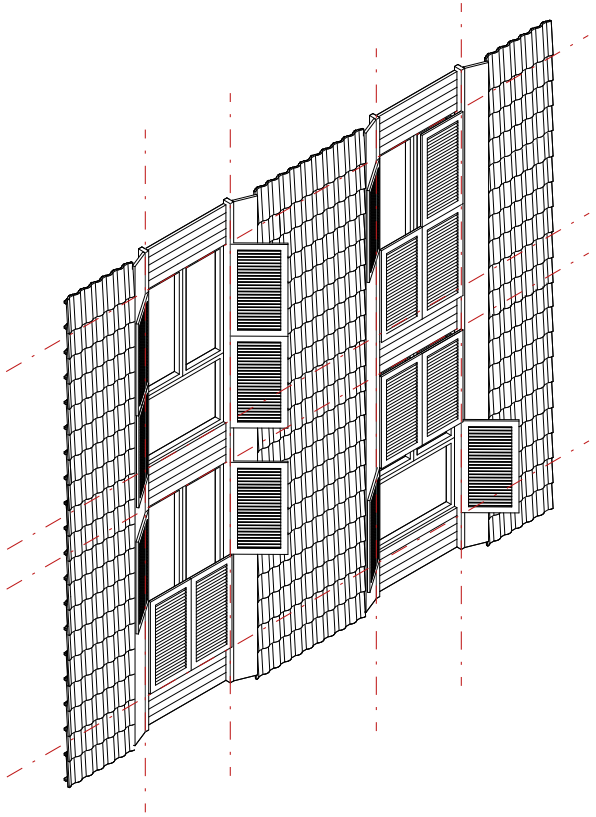


Abb. 2.4.5.3 Isometrische Darstellung der Fassade



Abb. 2.4.5.4: Kantonsschule Uster - Originalbild



Abb. 2.4.5.5 Kantonsschule Uster - Transformiert nach dem Gestaltungsprinzip: Ordnung

Anwendung der Gestaltungstechnik

Die Fassade des Provisoriums Kantonsschule Uster zeigt eine vertikale Gliederung durch unterschiedlich breite und farbige Trapezblechpaneele. Diese verlaufen über die gesamte Höhe des Gebäudes und wechseln sich in unregelmäßigen Abständen ab. Farblich kommen verschiedene Blautöne, Beige sowie ein mittlerer Braunton zum Einsatz. Die Farben wurden nach Verfügbarkeit aus Bauteilbörsen bzw. Abbruchprojekten ausgewählt. Die einzelnen Elemente unterscheiden sich sowohl im Farbton, als auch in Breite, Anordnung und Gebrauchs- bzw. Alterungsspuren. Letzteres spielte jedoch für die Fassadenkonzeptionierung nur eine untergeordnete Rolle, da die Farbigkeit als Blickfang hier maßgebend ist. Die Fassade besitzt durch das Wechselspiel der Materialien und Farben eine mehrteilige Erscheinung.
In der überarbeiteten Fassung wurde das Gestaltungsprinzip durch eine strukturierte Neuordnung der Farbflächen angewendet. Die vertikale Gliederung bleibt erhalten, wurde jedoch in ein Raster überführt, das auf gleichmäßigen Achsabständen basiert. Farbflächen wurden gezielt so platziert, dass sich wiederkehrende Kombinationen und proportionale Bezüge ergeben. Helle und dunkle Flächen stehen ausgewogen zueinander, wodurch eine visuelle Ordnung und Rhythmik entsteht. Die Material- und Farbvielfalt bleibt bestehen, wird jedoch durch die systematische Reihung gestalterisch zusammengeführt und vermittelt so eine ausgewogene Gesamtwirkung. Durch dieses Wechselspiel der Materialen und Farben erhält die Fassade nicht nur eine mehrteilige, sondern auch eine vielfältigere Erscheinung.



Abb. 2.4.5.6: Kantonsschule Uster

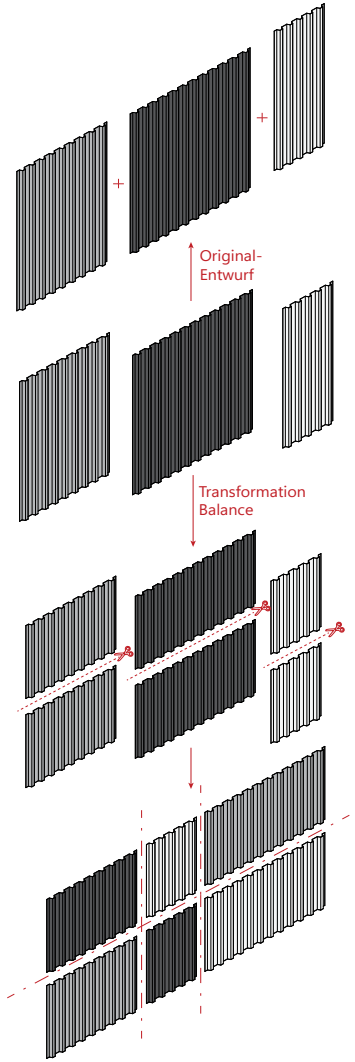


Abb. 2.4.5.7: Vorgehensweise



Abb. 2.4.6.1: Rotunda, Alexander Brodsky

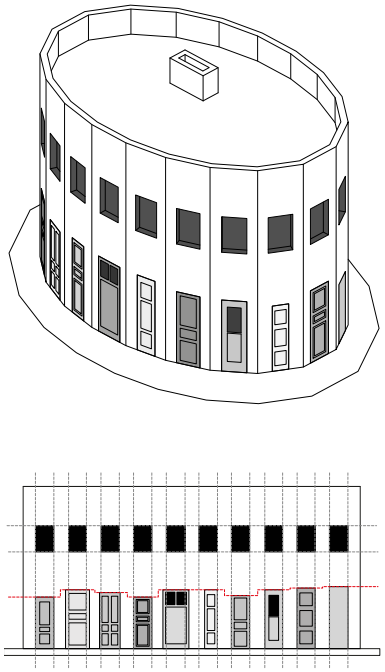


Abb. 2.4.6.2: Isometrische Darstellung

2.4.6 KONTRAST

Definition

Das Gestaltungsprinzip des Kontrasts basiert auf der gezielten Gegenüberstellung von Elementen mit gegensätzlichen Eigenschaften, um visuelle Spannung, Rhythmus und Aufmerksamkeit zu erzeugen. Es betont die Verschiedenheit in Form, Farbe, Materialität, Textur oder Maßstab. Durch diese bewusste Abgrenzung werden einzelne Bauteile hervorgehoben oder das gesamte Objekt gegenüber seiner Umgebung profiliert. Der Kontrast dient als Instrument zur Gliederung, schafft Hierarchien und verhindert visuelle Monotonie. Er ermöglicht es, die spezifische Identität unterschiedlicher Komponenten lesbar zu machen und den architektonischen Ausdruck durch das Spiel mit Gegensätzen, wie z.B. Alt gegen Neu, Leicht gegen Schwer oder Rau gegen Glatt, zu schärfen.

Erklärung anhand eines Praxisbeispiels

Am Beispiel der „Rotunda" von Alexander Brodsky *(weitere Projektinformationen siehe Kapitel 8.12)* lässt sich das Prinzip des Kontrasts auf mehreren Ebenen nachvollziehen. Der zylindrische Pavillon inmitten der russischen Landschaft besteht aus einer Vielzahl von verschiedenen Holztüren, die aus Rückbauprojekten stammen.
Ein primärer Kontrast entsteht hier zwischen der ursprünglichen Funktion des Einzelteils (die Tür als alltägliches Bauelement) und der neuen Gesamtform des Rundbaus. Visuell arbeitet Brodsky auch stark mit dem Hell-Dunkel-Kontrast: Die weiße Fassade mit den bunten Türen, die auch durch die unterschiedlichen Größen ins Auge sticht.
Des Weiteren zeigt sich ein materialorientierter Kontrast zwischen der strengen, geometrischen Ordnung des Kreises und der unregelmäßigen, verwitterten Textur der recycelten Oberflächen.



Abb. 2.4.6.3: Ansicht der Fassade

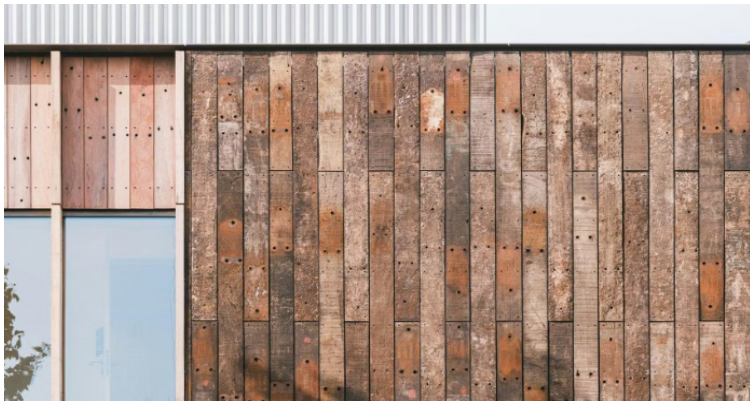


Abb. 2.4.6.4 Roundhouse Works - Original



Abb. 2.4.6.5 Roundhouse Works - Transformiert nach dem Gestaltungsprinzip: Kontrast

Anwendung der Gestaltungstechnik

Das Projekt „Roundhouse Works" *(weitere Projektinformationen siehe Kapitel 8.9)* in London besticht im Original durch eine konsequente vertikale Gliederung aus rötlichem Restholz.

In der hier durchgeführten Transformation wurde das Prinzip des Kontrasts durch zwei wesentliche Eingriffe herausgearbeitet.Einmal den Materialwechsel von Holz zu Blech sowie die Vergrößerung der Fensterflächen wodurch ein Wechselspiel der Gegensätze entsteht.

Der primäre Kontrast liegt in der Materie und Reflexion. Das matte, organische Holz wird durch technisches, kühl reflektierendes Blech ersetzt. Dieser industrielle Charakter bricht mit der ursprünglichen Wärme und setzt das Gebäude in einen harten, zeitgenössischen Kontext. Unterstützt wird dies durch den Transparenzkontrast: Die massiven Wandanteile wurden reduziert, um großformatigen Glasflächen Platz zu machen. Dadurch entsteht ein extremer Gegensatz zwischen der Undurchsichtigkeit der Metallpaneele und der vollständigen Transparenz des Glases.

Diese Gegenüberstellung transformiert die Wahrnehmung des Gebäudes. Während die ursprüngliche Fassade das Licht schluckte und Schatten in den Fugen bildete, spielt die neue Fassade mit Lichtkanten und Spiegelungen.
Die Transformation zeigt auf, wie durch die bewusste Abkehr von stofflicher Einheitlichkeit eine extrovertierte, technisch-betonte Architekturästhetik erzeugt werden kann.



Abb. 2.4.6.6: Roundhouse Works, Reed Watts

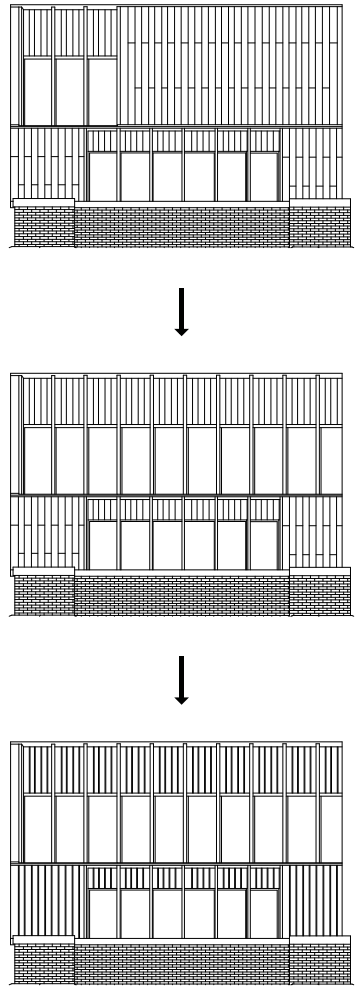


Abb. 2.4.6.7: Vorgehensweise



Abb. 3.1: Resource Rows, Ørestad Syd by Lendager

TEIL 3
KONSTRUKTION

3.1 HISTORISCHE TRAGWERKE

Mona Weish, Jana Esselbrügge, Lucie Veermann

ZOLLINGER LAMELLENDACH

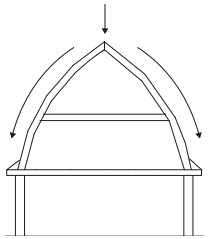


Abb. 3.1.1: Zollingerdach

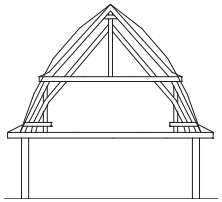


Abb. 3.1.2: Mansarddach

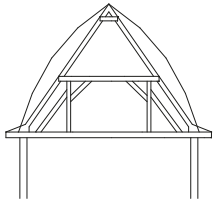


Abb. 3.1.3: Satteldach

Definition:
freitragende Dachkonstruktion als rautenförmiges Stabtragnetzwerk

Daten:
- Zollinger Lamellendach
- Entstehungsjahr: 20 Jhdt.
- Einsatzort: Dach

Konstruktion:
- Material: Holz
- Holzbalken Größe: 3 - 5 cm (B), 20 - 30 cm (H), 2,0 - 2,5 m (L)
- mögliche Spannweiten: 10-30 m
- Verzicht auf Balken und Stützen
- Verbindungsmittel: Schlossschraube mit krallenbewehrter Unterlegscheibe

Vorteile:
- einfache Montage
- kurze Holzstücke mit kleinen Querschnitten
- große Spannweiten

Nachteile:
- zeitaufwändig
- Bogenform essentiell

Ressourceneffizienz:
- 40% weniger Holz als bei Mansarddach

Entwicklungsmöglichkeiten:
- Stahl und Beton

Bewertung:
- Komplexität: hoch
- Schwierigkeitsgrad: mittel
- Ästhetik: hoch
- Gestaltungsmöglichkeiten: mittel

(vgl. Mutter Fourage 2021)
(vgl. Reinboth 2024)
(vgl. Schnitzerund o. D.)

Abb. 3.1.4: Ansicht der Konstruktionstechnik



Abb. 3.1.5: Werkhalle von Elite Holzbau

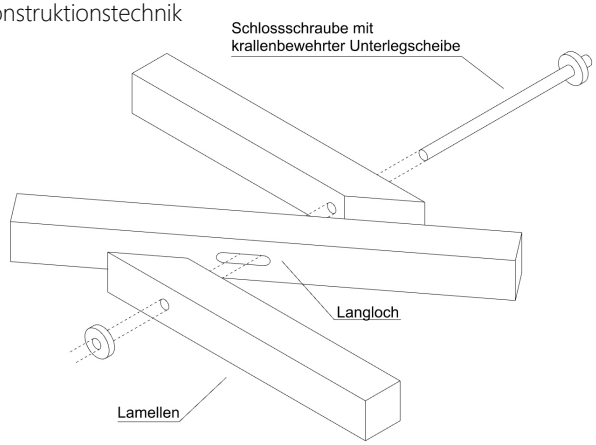


Abb. 3.1.6: Isometrie der Konstruktionstechnik

HÄNGESÄULE



Abb. 3.1.7: House with many Faces von fala-architekten

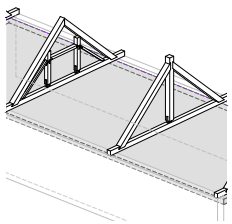


Abb. 3.1.8: Isometrische Darstellung des Tragwerks

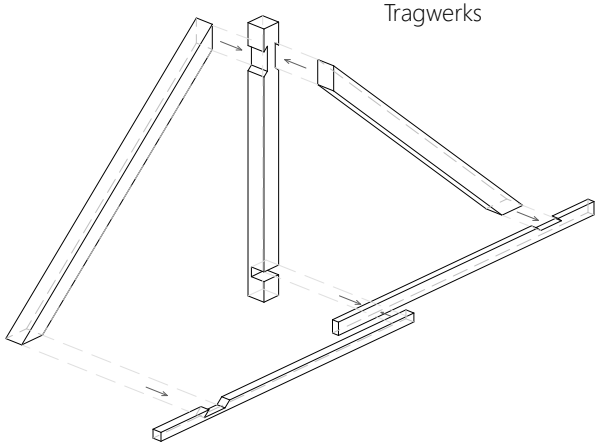


Abb. 3.1.9: Isometrie der Konstruktionstechnik

Daten:
- Hängesäule/Zugstütze
- Entstehungsjahr: Antike, Weiterentwicklung: 19.-21. Jhdt.
- Einsatzort: Dach, Brücken, Fachwerkkonstruktionen

Konstruktion:
- Material: Holz, Stahl oder Stahlbeton
- Größe hängendes Element: Durchmesser ca. 12-30 cm, rechteckig ca. 12-24 cm
- mögliche Spannweiten: ca.8-25m
- Verbindungsmittel: Stahlzugstäbe mit Gewinde, Kopfplatten/Ankerplatten, Bolzen, Versatz oder Blattverbindungen

Vorteile:
- ermöglicht große Stützenfreie Spannweiten
- Materialersparnis durch Zugbeanspruchung statt Druck
- gute Lastabtragungen vom Dach

Nachteile:
- exakte statische Berechnung erforderlich
- zugbeanspruchte Verbindungen konstruktiv anspruchsvoll
- Berücksichtigung der Durchbiegung nötig

Ressourceneffizienz:
- materialeffizient durch Zugbeanspruchung
- geringere Querschnitte als bei Druckstützen nötig
- Kombination aus Holz und Stahl wirtschaftlich

Entwicklungsmöglichkeiten:
- vorgespannte Systeme
- Kombination mit Brettschichtholz/Holz-Hybridbau
- sichtbare Konstruktionen im modernen Hallenbau

Bewertung:
- Komplexität: mittel-hoch
- Schwierigkeitsgrad: mittel
- Ästhetik: hoch
- Gestaltungsmöglichkeiten: mittel-hoch

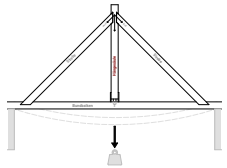


Abb. 3.1.10: Hängesäule mit Schwebezapfen

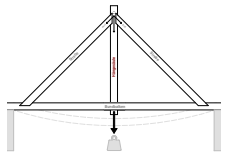


Abb. 3.1.11: einfache Hängesäule

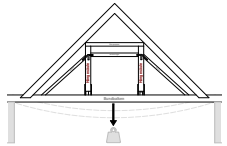


Abb. 3.1.12: doppeltes Hängewerk

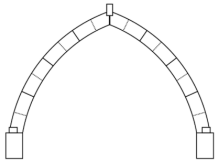


Abb. 3.1.13: steiler Spitzbogen

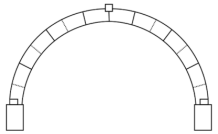


Abb. 3.1.14: Halbkreis

BOGENBOHLENDACH

Daten:
- Bogenbohlendach/Brettschalenkonstruktion
- Entstehungsjahr: 20 Jhdt.
- Einsatzort: Dächer von Hallen, Kirchen, Turnhallen, landwirtschaftliche Gebäude

Konstruktion:
- Material: Holz (Bohlen/Bretter, häufig Nadelholz)
- Holzbohlenstärke: ca. 4 - 8 cm
- Bohlenbreite: ca. 12 - 24 cm
- Länge: ca. 3-6 m
- mögliche Spannweiten: 10-25 m
- Verbindungsmittel: Nägel, Schrauben, Bolzen, Stahlblechlaschen, Versätze/Nut- und Federverbindungen

Vorteile:
- materialeffiziente Tragwirkung durch Bogenform
- große stützenfreie Spannweiten möglich
- Nutzung kurzer, standardisierter Holzquerschnitte
- räumlich wirksame, schalenartige Konstruktion

Nachteile:
- Bogenform statisch zwingend erforderlich
- aufwendige Herstellung der Krümmung
- hohe Anforderungen an Anschlüsse

Ressourceneffizienz:
- geringer Materialeinsatz durch Schalenwirkung
- gutes Verhältnis von Eigengewicht zu Spannweite
- geringer Verschnitt durch Verwendung kurzer Bohlen

Entwicklungsmöglichkeiten:
- Holz-Stahl-Hybridtragwerke
- digitale Vorfertigungen/CNC-Abbund
- parametrisch optimierte Schalenformen

Bewertung:
- Komplexität: mittel-hoch
- Schwierigkeitsgrad: mittel
- Ästhetik: sehr hoch
- Gestaltungsmöglichkeiten: hoch



Abb. 3.1.15: ehem. Landwirtschaftsgebäude, Grimma

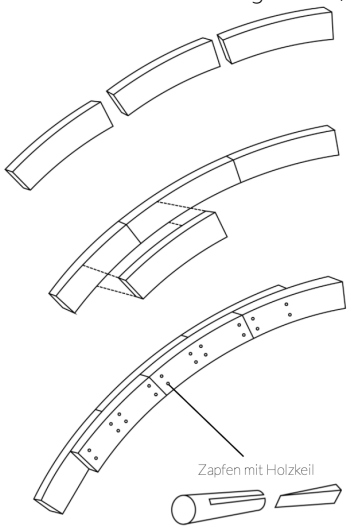


Abb. 3.1.16: Isometrie der Konstruktionstechnik

HAMMERBALKEN GEWÖLBE

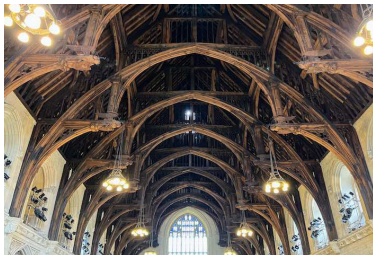


Abb. 3.1.17:
Tragwerk der Winchester Kathedrale

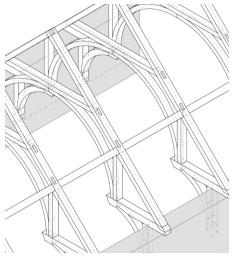


Abb. 3.1.18:
Isometrische Darstellung des Tragwerks

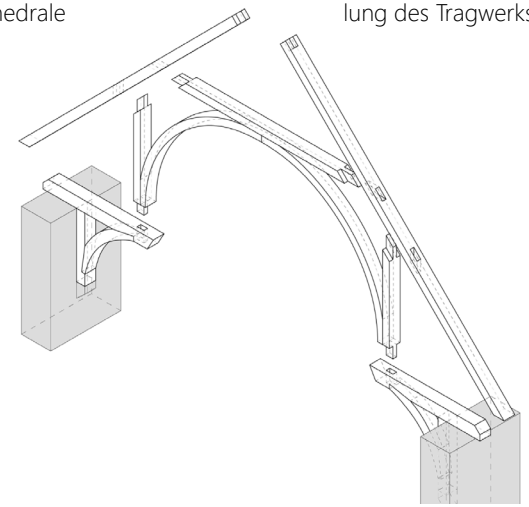


Abb. 3.1.19: Isometrie der Konstruktionstechnik

Daten:
- Hammerbalkengewölbe
- Entstehungsjahr: Mittelalter, 14-16 Jhdt.
- Einsatzort: große Repräsentationsräume, Kirchen, Aulen, Hallen

Konstruktion:
- Material: Holz
- Holzbalken Größe: 20-40 cm (B), 30-60 cm (H), ca. 2-4 m (L)
- mögliche Spannweiten: ca. 10-20m
- Verbindungsmittel: Zapfenverbindungen, Holznägel, Blattverbindungen, Versätze

Vorteile:
- große Spannweiten ohne durchgehende Zugbänder,
- hohe repräsentative Wirkung, starke Raumhöhe
- gute Belichtung durch hohe Wandbereiche möglich

Nachteile:
- sehr hoher konstruktiver und handwerklicher Aufwand
- komplexe Kraftabtragung
- große Querschnitte erforderlich
- materialintensiv
- hohe Anforderungen an Knotenpunkte

Ressourceneffizienz:
- historisch materialintensiv
- heute optimierbar durch Brettschichtholz
- gute Dauerhaftigkeit bei richtiger Ausführung

Entwicklungsmöglichkeiten:
- Kombination mit Stahlzuggliedern zur Reduktion des Schubs
- parametrisch optimierte Geometrien

Bewertung:
- Komplexität: hoch
- Schwierigkeitsgrad: hoch
- Ästhetik: sehr hoch
- Gestaltungsmöglichkeiten: hoch

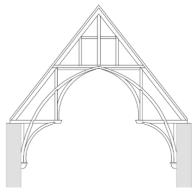


Abb. 3.1.20: Hammerbalkengewölbe

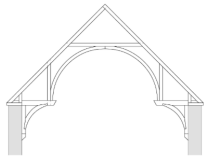


Abb. 3.1.21: einfaches Hammerbalkengewölbe

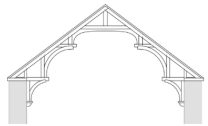


Abb. 3.1.22: doppeltes Hammerbalkengewölbe

HEBELSTABWERK

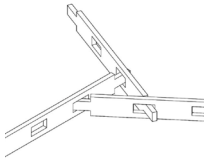


Abb. 3.1.23: gelenkiger 3-Stab-Knoten

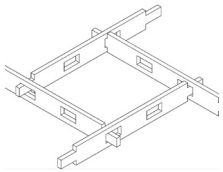


Abb. 3.1.24: 4-Stab-Knoten

Daten:
- Hebelstabwerk
- Entstehungsjahr: 19 Jhdt.
- Einsatzort: Hallen, Brücken, weit gespannte Dächer

Konstruktion:
- Material: Holz, Stahl oder Stahlbeton
- Holzbalken Größe: ca. 12-24 cm (B), ca. 20-60 cm (H), Längen abhängig von der Spannweite der Systemaufteilung
- mögliche Spannweiten: ca. 15-40 m
- Verbindungsmittel: gelenkige Knotenpunkte, Stahlblechlaschen, Bolzen, Schrauben

Vorteile:
- große Spannweiten bei vergleichsweise geringem Materialeinsatz
- statisch bestimmtes System, einfache Berechnung
- gute Vorfertigung möglich
- Transport in Einzelteilen und einfache Montage
- Setzung und Verformungen werden besser aufgenommen

Nachteile:
- hohe konstruktive Präzision an den Gelenken erforderlich
- aufwendige Knotenpunktdetails
- größere Konstruktionshöhe als bei reinen Zug-/Bogensystemen

Ressourceneffizienz:
- optimierte Momentverläufe machen kleinere Querschnitte möglich
- wirtschaftlich bei großen Spannweiten

Entwicklungsmöglichkeiten:
- weit gespannte Holz-Hybrid-tragwerke
- vorgespannte Systeme
- digital optimierte Stab Geometrien

Bewertung:
- Komplexität: mittel-hoch
- Schwierigkeitsgrad: mittel
- Ästhetik: mittel-hoch
- Gestaltungsmöglichkeiten: hoch

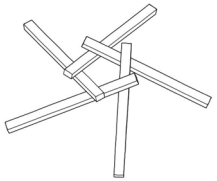


Abb. 3.1.25: Darstellung der Konstruktionstechnik



Abb. 3.1.26: Pergola ETH "Science City"

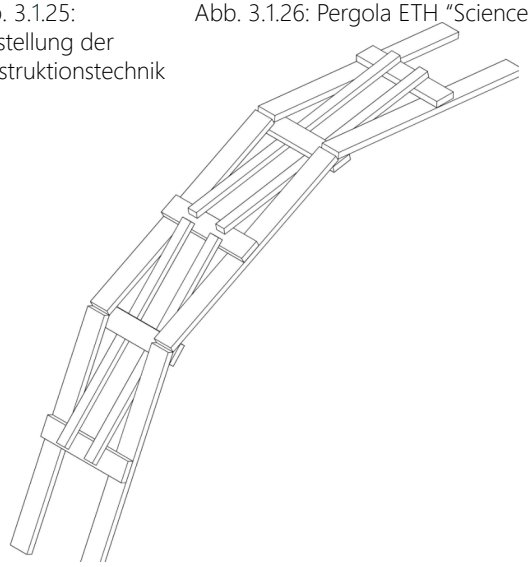
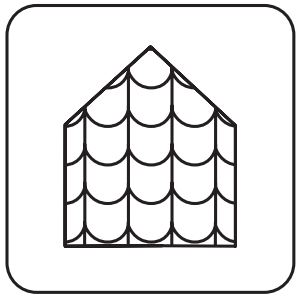


Abb. 3.1.27: Isometrie der Konstruktionstechnik

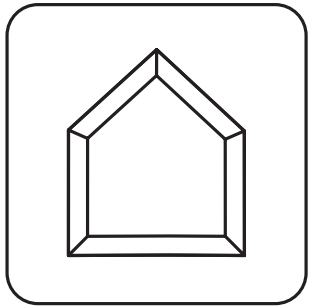
3.2 KONSTRUKTIONSTECHNIKEN

Edzhe Ayyaldaz, Viktoria Berger, Sophie Koch, Tugce Varol

PIKTOGRAMM



ÜBERLAPPUNG



RAHMUNG

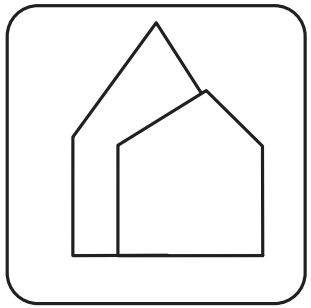
PROJEKTBEISPIEL



Abb. 3.2.1.1: Lendager: The Swan



Abb. 3.2.2.2: Slow Pavilion „Inside Out, Downside Up", Slaatto Morsbøl



FORM FOLGT

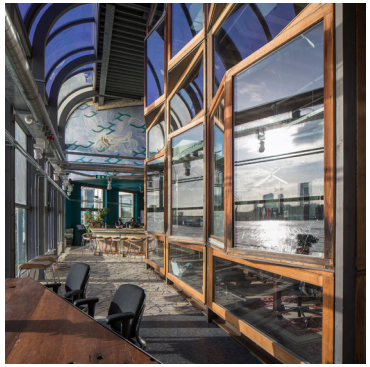
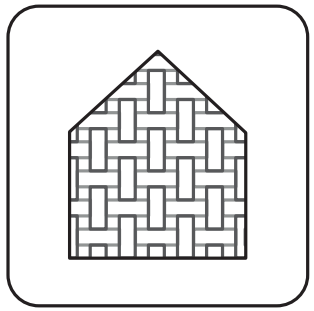


Abb. 3.2.3.1: Superuse Studios:
BlueCity Offices



VERZAHNUNG



Abb. 3.2.4.2: Jo Taillieu Architekten:
Umbau bei Brüssel



Abb. 3.2.1: Lendager: The Swan

ÜBERLAPPUNG

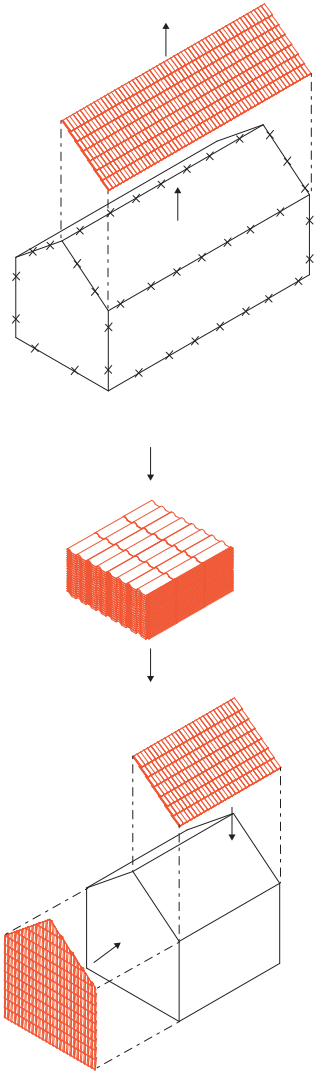


Abb. 3.2.2: Vorgehensweise

Definition

Die Technik der Überlappung stellt sowohl im Fassadenbau als auch in der Dachdeckung eine der fundamentalsten Konstruktionsmethoden dar, um Gebäude dauerhaft vor Witterungseinflüssen zu schützen. Das zugrunde liegende Prinzip beruht auf der spezifischen Anordnung einzelner Bauteile, bei der ein oberes oder seitliches Element das jeweils darunterliegende oder benachbarte teilweise überdeckt. Dies beeinflusst nicht nur die Ästhetik durch variable Fugenbilder, sondern bietet zudem entscheidende technische Vorteile:

Durch die Fixierung der Befestigungsmittel im verdeckten Überlappungsbereich werden diese wirksam vor Korrosion geschützt. Ein weiterer Vorteil liegt in der Flexibilität der Anordnung, da sich Dimensionsunterschiede der Bauteile durch das Variieren der Überdeckungsbereiche unauffällig kaschieren lassen.

Erklärung anhand eines Praxisbeispiels

Anhand der Fassadengestaltung des Projekts „The Swan" der Lendager Group lässt sich die Anwendung des Konstruktionsprinzips der Überlappung im Kontext von Re-Use-Strategien verdeutlichen. Für die Fassade des neuen Schulgebäudes wurden Dachziegel eines rückgebauten Objekts verwendet. Diese dienten in ihrer ursprünglichen Funktion als wasserführende Schicht auf einem Satteldach und werden nun in vertikaler Anordnung als Fassadenbekleidung umgenutzt (vgl. Popp 2025).

Diese Konstruktionsmethode ermöglichte eine Wiederverwendung des Materials mit minimalem Verschnitt, ungeachtet der neuen geometrischen Fügung. Durch die Variabilität der Überlappungshöhe kann flexibel auf die Maße der jeweiligen Einbauebene reagiert werden.

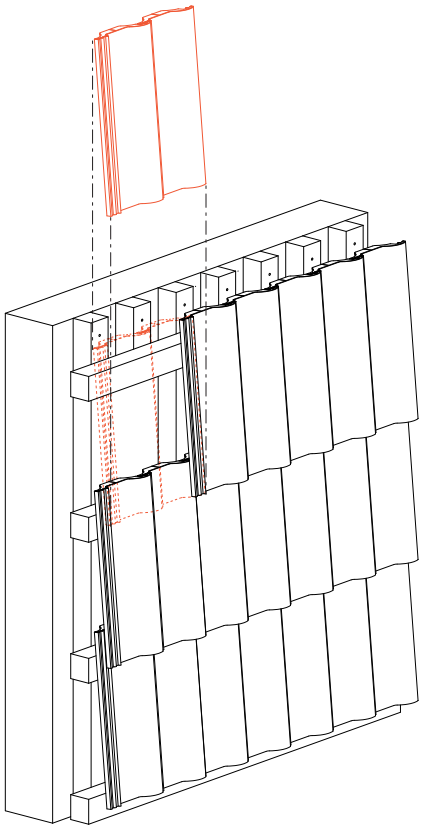


Abb. 3.2.3 Isometrische Darstellung der Konstruktionstechnik

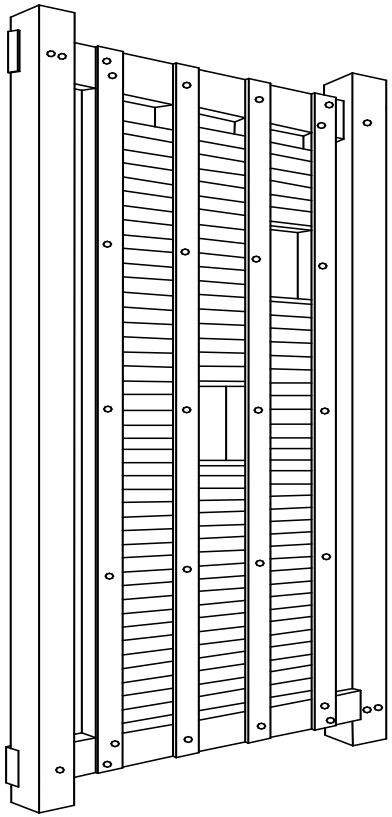


Abb. 3.2.4: Isometrische Darstellung der Rahmkonstruktion

RAHMUNG

Definition

Die Rahmung bezeichnet ein konstruktives und gestalterisches Prinzip, bei dem eine tragende oder räumliche Struktur einzelne Elemente, Materialien oder räumliche Situationen fasst und ordnet. Durch ein klar definiertes Gerüst werden Bauteile eingefasst und räumliche Sequenzen strukturiert.

Rahmen übernehmen dabei sowohl statische als auch räumliche Funktionen. Sie bilden ein tragendes System, definieren Grenzen und lenken zugleich Wahrnehmung und Bewegung im Raum. Einzelne Materialien oder Bauteile werden nicht isoliert betrachtet, sondern in ein übergeordnetes strukturelles System integriert.

Es kann als gestalterisches Mittel eingesetzt werden, um bestimmte Elemente hervorzuheben oder räumliche Situationen bewusst zu inszenieren.

Erklärung anhand eines Praxisbeispiels

Ein Beispiel für die Anwendung dieses Prinzips ist der Slow Pavilion „Inside Out, Downside Up" des Büros Slaatto Morsbøl, der im Rahmen der Copenhagen Architecture Biennial 2025 realisiert wurde. Der temporäre Pavillon basiert auf einer klar strukturierten Konstruktion, in der wiederverwendete Materialien in ein räumliches Gerüst eingefasst werden. Diese Struktur fungiert als Rahmen, der unterschiedliche Bauteile, darunter Ziegel, Holz und Reet, zusammenführt und räumlich organisiert. Perforierte Ziegel wurden halbiert, wodurch ihre innere Struktur freigelegt wird und zugleich eine neue Oberfläche entsteht. Die Elemente werden innerhalb der Rahmstruktur eingesetzt und bilden sowohl Boden- als auch Wandflächen. Durch diese konstruktive Rahmung entsteht eine klare räumliche Ordnung, in der unterschiedliche Materialien zusammenwirken.



Abb. 3.2.5: Slow Pavilion „Inside Out, Downside Up", Slaatto Morsbøl

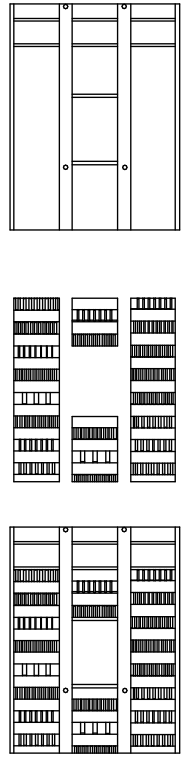


Abb. 3.2.6: Prinzipdarstellung



Abb. 3.2.7: Superuse Studios: BlueCity Offices

FORM FOLGT

Definition

Dieses Konstruktionsprinzip basiert auf der räumlichen Anordnung unterschiedlich dimensionierter Bauteile, welche in ihrer ursprünglichen Form belassen werden und so die formale Struktur eines Gebäudes definieren. Die gestalterische Qualität entsteht dabei nicht durch nachträgliche Bearbeitung oder Anpassung der Elemente, sondern durch deren unveränderte Integration in das Gesamtgefüge.
Ziel ist es, durch die gezielte Kombination dieser Bauteile funktionale und logisch nachvollziehbare Räume zu schaffen, ohne konstruktive Modifikationen vornehmen zu müssen. Die daraus resultierende formale Logik wird bewusst sichtbar gemacht und fungiert als zentrales Gestaltungselement. Sie verleiht dem architektonischen Entwurf eine eigenständige Identität sowie eine besondere ästhetische Spannung.

Erklärung anhand eines Praxisbeispiels

Die Wandgestaltung des Superuse Studios in den BlueCity Offices (weitere Projektinformationen siehe Projektverzeichnis, 8.6 BlueCity Office) veranschaulicht das Gestaltungsprinzip „Form folgt" im Kontext der Re-Use-Architektur. Zwei Fenstermodule sind zusammen breiter als das liegende Fensterformat und verursachen eine bauliche Lücke, die weder durch Zuschnitt noch durch neues Material geschlossen wird.
Entsprechend dem Prinzip „Form folgt" werden die Module, anstatt sie anzupassen, in ihrer Originalform räumlich aufgefaltet und zu einer plastischen Struktur gefügt. Diese Lösung macht die Logik der Materialverwendung sichtbar, erzeugt eine eigenständige Ästhetik und verleiht dem Raum gestalterische Spannung – ohne zusätzlich Übriges zu erzeugen.

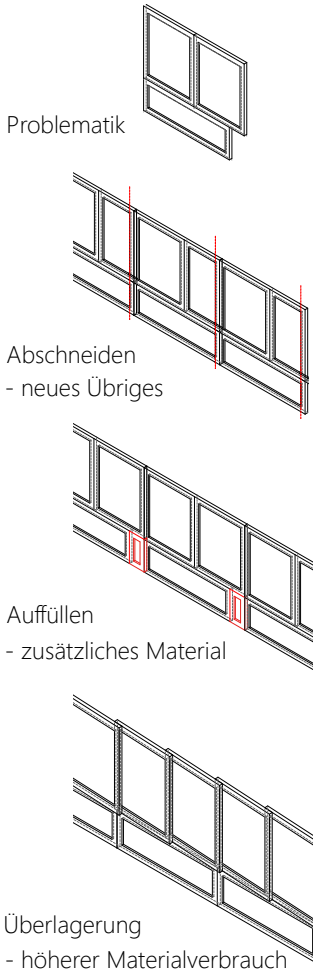


Abb. 3.2.8: Alternative Bearbeitugs möglichkeiten zu Form folgt

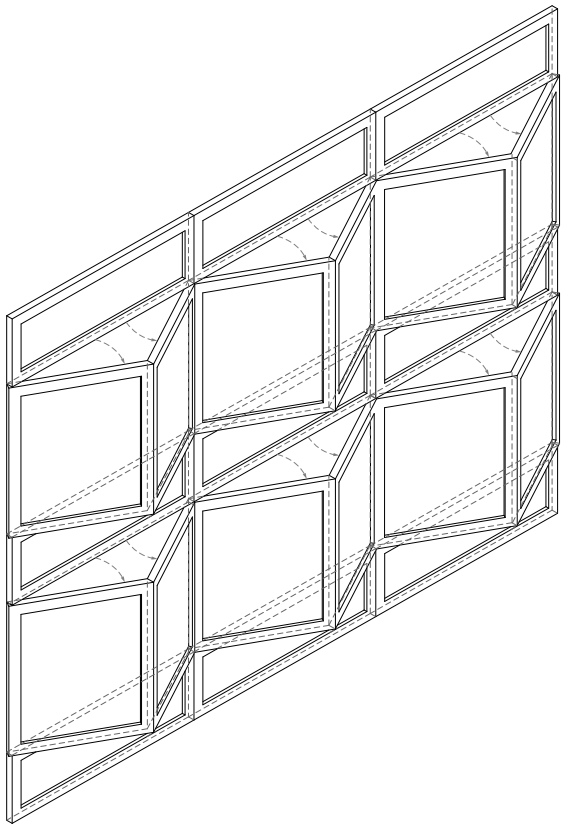


Abb. 3.2.9: Isometrische Darstellung der Wand im BlueCity Office

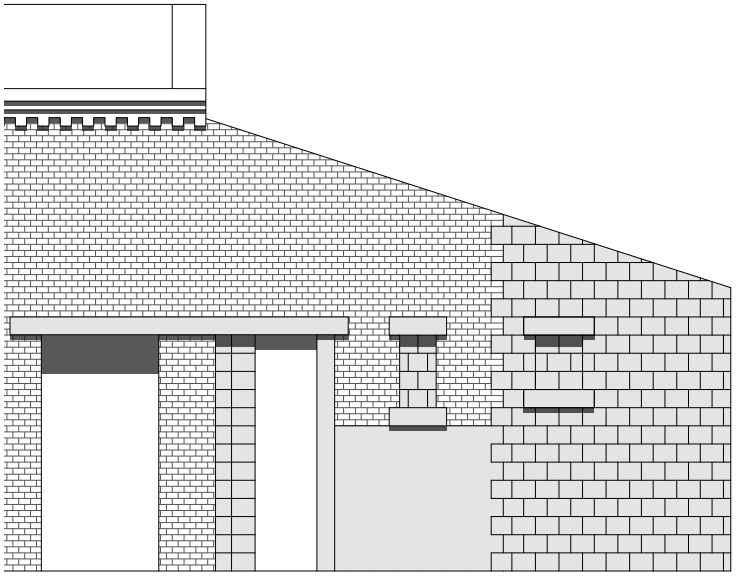


Abb. 3.2.10: Fassadenansicht des verzahnten Mauerwerks

VERZAHNUNG

Definition

Die Verzahnung bezeichnet eine konstruktive Methode, die den Umgang mit Materialien ermöglicht, deren Abmessungen nicht mit den vorgesehenen Maßen eines Entwurfs übereinstimmen – und dies ohne eine Anpassung der Materialien selbst.

Statt die standardisierten Elemente individuell zu verändern, werden sie untereinander oder mit bereits vorhandenen Bauteilen so verschränkt angeordnet, dass eine sowohl funktionale als auch gestalterische Verbindung entsteht.

Durch die wiederkehrende Anwendung dieser Technik wird die besondere Anordnung nicht als störend wahrgenommen, sondern als bewusst eingesetztes gestalterisches Element verstanden.

Erklärung anhand eines Praxisbeispiels

Das Prinzip lässt sich exemplarisch am Umbau in Brüssel (2021) durch Jo Taillieu Architecten erläutern. Dort wird eine Stütze aus Mauerwerkssteinen errichtet, deren Abmessungen nicht an die vorgesehenen Maße der Konstruktion angepasst werden.

Bei drei Steinen in Reihe stehen die beiden äußeren Steine über, wohingegen bei zwei Steinen die Seiten von den überstehenden Steinen der anderen Seiten eingefasst werden.

Auf diese Weise entsteht eine konstruktive Verzahnung des vorhandenen Materials, die sowohl Anpassungsarbeiten als auch Verschnitt – und damit verbundene Materialreste – vermeidet. Das Belassen der Steine in ihrer ursprünglichen Dimension erleichtert zudem eine spätere Wieder- und Weiterverwendung der Baustoffe.



Abb. 3.2.11: Jo Taillieu Architecten, Umbau bei Brüssel

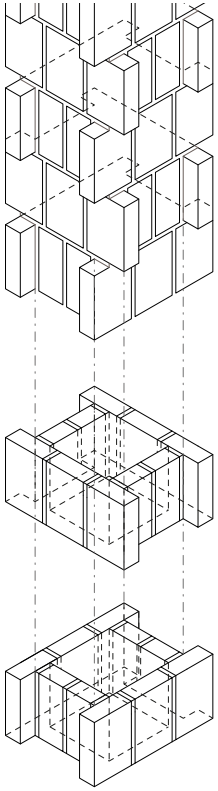


Abb. 3.2.12: Isometrie der verzahnten Stütze



Abb. 4.1: Copenhagen Biennale 25 / Slow Pavillons

TEIL 4
FÜGUNGEN

4.1 GRUNDSÄTZE DER FÜGUNG

EINFÜHRUNG UND KATEGORISIERUNG

Mona Weish, Jana Esselbrügge, Lucie Veermann

Einführung

Im Kontext der zunehmenden Ressourcenknappheit und wachsender Abfallmengen gewinnt das Bauen mit übrig gebliebenen oder sogar als Abfall deklarierten Materialien - etwa aus Rückbau, Haushalts- oder Industrieprozessen zunehmend an Bedeutung.

Um eigene Bausysteme entwickeln zu können, werden zunächst bestehende Fügungstechniken recheriert und systematisch in Verbindungstypen-Kategorien geteilt. Die Besonderheit der Sammlung liegt auf dem Fokus, auch Verbindungen, die nicht aus dem Bauwesen stammen zu analysieren und aufzuarbeiten.

Ein digitales Recherchetool in Form einer Excel-Tabelle, basierend auf den vorangegangenen Recherche Ergebnissen, ermöglicht es, die erfassten Techniken zugänglich und anwendbar zu machen. Die Tabelle umfasst sowohl technische Daten, wie auch verschiedene Kategorisierungen nach Reversibilität oder Material. Das Tool ist nach verschiedenen Gesichtspunkten filterbar und dient somit als Grundlage zur gezielten Suche und Auswahlunterstützung geeigneter Verbindungstechniken.

Arten der Fügungstechniken

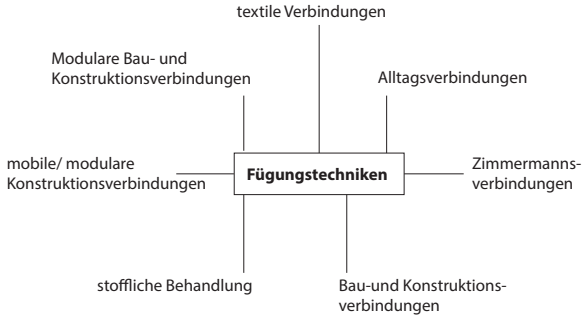


Abb. 4.1.1: Übersicht Fügungstechniken

textile Verbindungen
Verbindungstechniken, bei denen textile Materialien wie Seile, Gurte oder Netze zur Fixierung, Verspannung oder Stabilisierung von Bauteilen genutzt werden

modulare Bau- und Konstruktionsverbindungen
Verbindungen, die wiederholbare, standardisierte Bauelemente zu flexiblen, erweiterbaren Strukturen zusammenfügen.

mobile / modulare Konstruktionsverbindungen
Verbindungslösungen, die eine einfache Demontage, Umnutzung oder den Transport von Baueinheiten ermöglichen.

stoffliche Behandlung
Verfahren zur gezielten Veränderung der Materialeigenschaften, um neue Verbindungsmöglichkeiten oder verbesserte Funktionalität zu schaffen.

Alltagsverbindungen
Verbindungstechniken aus dem alltäglichen Gebrauch, die ursprünglich nicht für den Bau gedacht sind, oft temporär und reversibel.

Zimmermannsverbindungen
Traditionelle, meist mechanische Holzverbindungen aus dem Handwerk des Zimmermanns, die einstofflich ohne zusätzliche Verbindungsmittel auskommen.

Bau - und Konstruktionsverbindungen
Allgemeine technische Verbindungen, die im Bauwesen zur strukturellen Verbindung von Bauteilen eingesetzt werden.

VORGEHENSWEISE

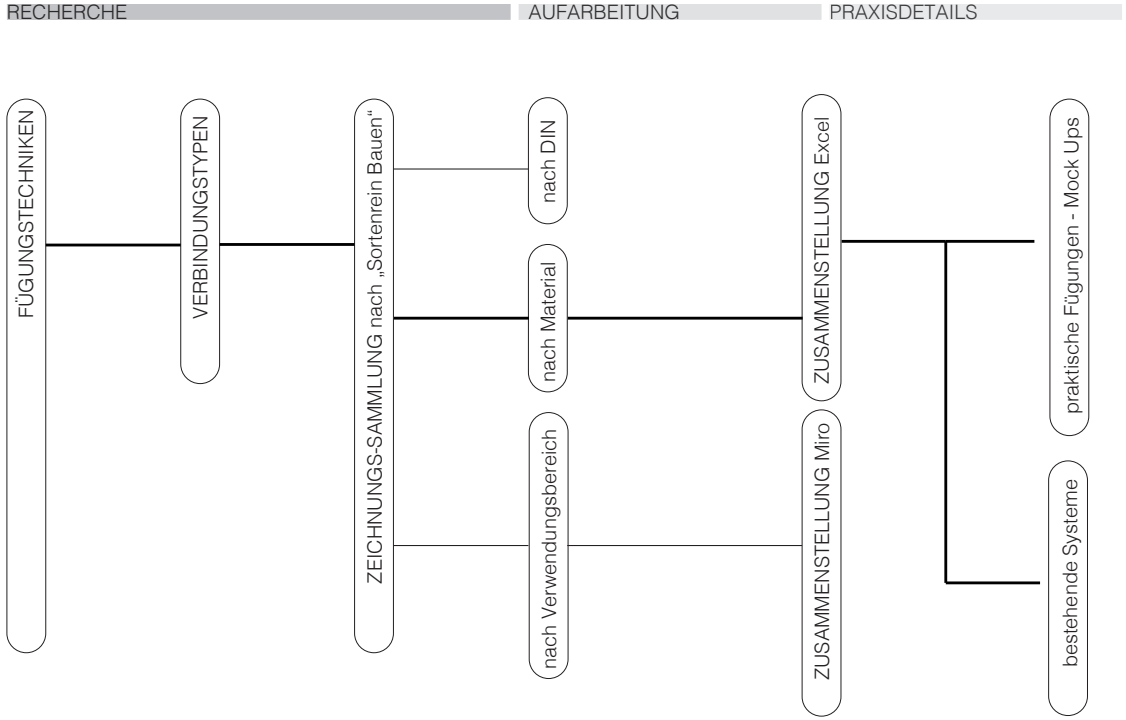


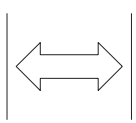
Abb. 4.1.2: Diagramm Vorgehensweise

Im ersten Teil erfolgt eine umfassende Recherche verschiedener Fügungstechniken. Diese werden nach Verbindungstyp kategorisiert und mit isometrischen Darstellungen zeichnerisch aufgearbeitet. Darauf aufbauend erfolgt eine weiterführende Einordnung nach Verwendungsbereich, eingesetzten Materialien sowie in Anlehnung an die DIN 8580 und 8593. Mithilfe einer Matrix (Abb. 4.1.3) entsteht die Grundlagensammlung und Sortierung der verschiedenen Fügungstechniken. Anhand dieser wird das digitale Recherchetool aufgebaut und um zusätzliche Unterkategorien erweitert. Anschließend werden die entwickelten Verbindungstechniken der entstandenen Mock-ups anhand von Isometrien analysiert und einer Verbindungstechnik zugeordnet. Abschließend erfolgt eine Recherche zu Weiterentwicklungen und Innovationen im Bauwesen, kategorisiert nach Alltagsverbindungstechniken.

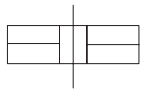


Abb. 4.1.3: Beispielhafter Ausschnitt Matrix

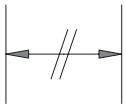
FÜGUNGSTECHNIKEN NACH DIN 8580 / 8593



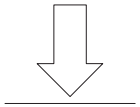
Zusammensetzen



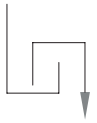
Ineinanderpressen



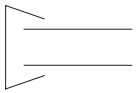
federnd Einspreizen



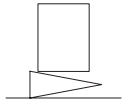
An- und Einpressen



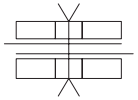
Einhängen



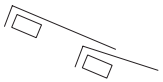
Klammern



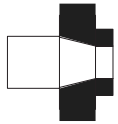
Verkeilen



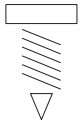
Klemmen



Auflegen,
Aufsetzen,
Schichten



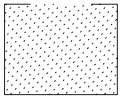
Verspannen



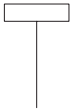
Schrauben



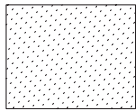
Fügen durch Pressspannung



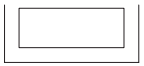
Einfüllen



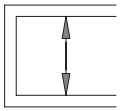
Nageln, Verstiften,
Einschlagen



Füllen



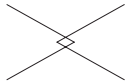
Einlegen, Einsetzen



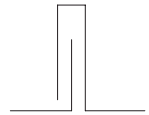
Einrenken



Umformen



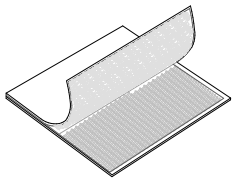
Fügen durch Umformen
drahtförmiger Körper



Fügen durch Um-
formen bei z.B.
Blech

Abb. 4.1.4: Fügungstechniken nach DIN 8580/8593

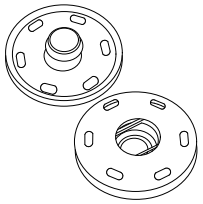
ALLTAGSVERBINDUNGEN



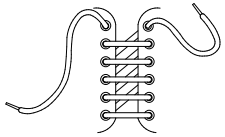
Klett



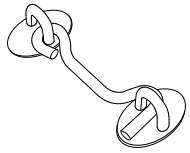
Nähen



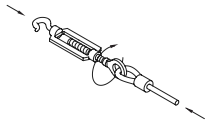
Druckknopf



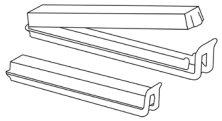
Schnüren



Haken und Öse



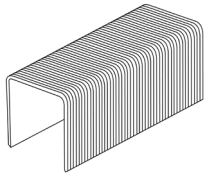
Spannen



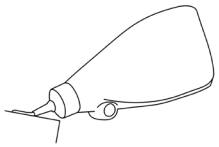
Klammer



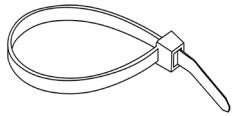
Gummiband



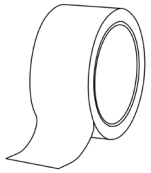
Heftklammer



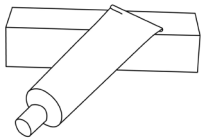
Leim



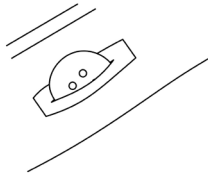
Kabelbinder



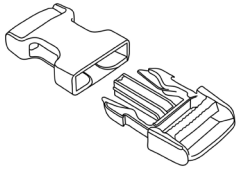
Klebeband



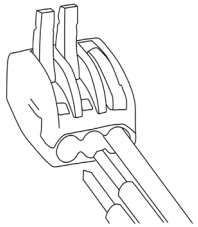
Kleber



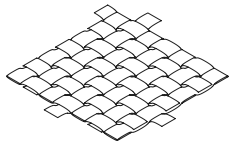
Knopf und Loch



Schnalle



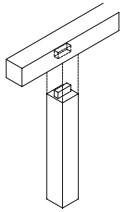
Steckverbindung (elektrisch)



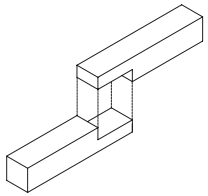
Weben

Abb. 4.1.5-4.1.21: Alltagsverbindungen (v. links oben n. rechts unten)

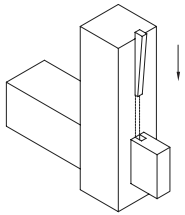
ZIMMERMANNSVERBINDUNGEN



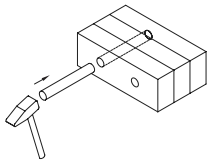
Zapfenverbindung



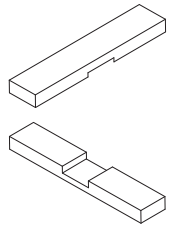
Blattverbindung



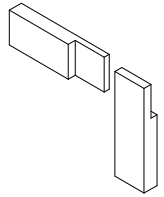
Verkeilung



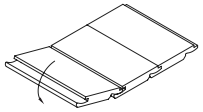
Verstiftung



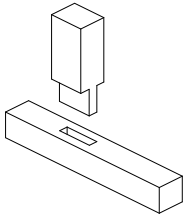
Überblattung



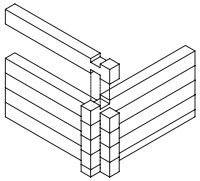
Ecküberblattung



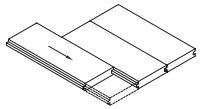
Einrenken einer Klick-verbindung



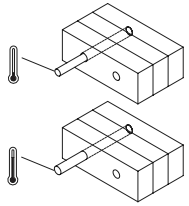
Hängesäule



Eckverschränkung



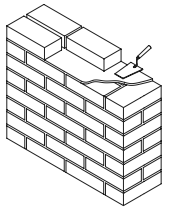
Einschieben mit Nut und Feder



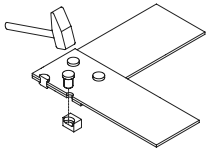
Ausdehnung von Holzdübeln

Abb. 4.1.22-4.1.32: Zimmermannsverbindungen (v. links oben n. rechts unten)

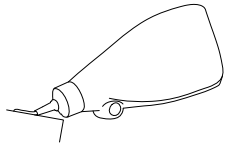
BAU- UND KONSTRUKTIONSVERBINDUNGEN



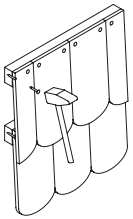
Mörteln



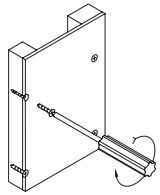
Nieten



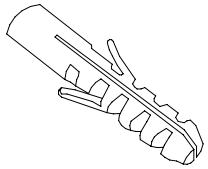
Holzleim



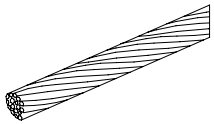
Nagel



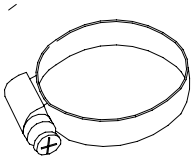
Schraube



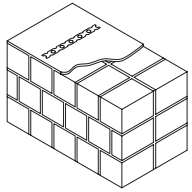
Dübel



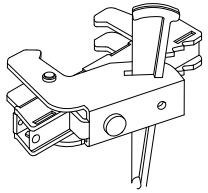
Stahlseile



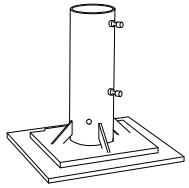
Schelle



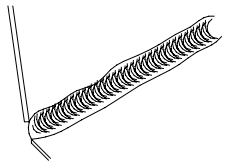
Mauerwerksanker



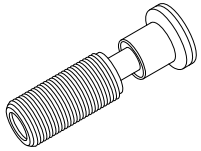
Klammern



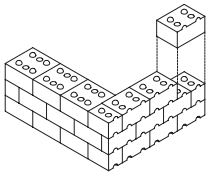
Ankerplatte mit Dübel



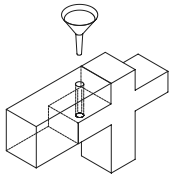
Schweißnaht



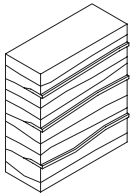
Bolzenverbindungen



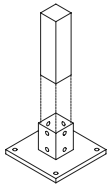
Schichten Trockenmauerwerkswand



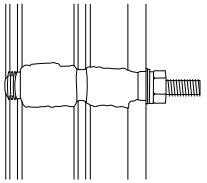
Betonfertigteile mit Mörtel vergießen



Einbetten von Erosionsbremsen



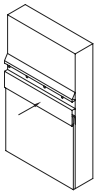
Einschieben - Stütze in Stützenschuh



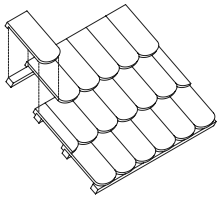
Gewindestange mit Verbundmörtel

Abb. 4.1.33-4.1.50: Bau- und Konstruktionsverbindungen (v. links oben n. rechts unten)

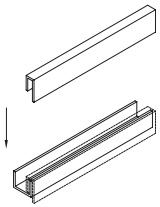
BAU- UND KONSTRUKTIONSVERBINDUNGEN MODULAR



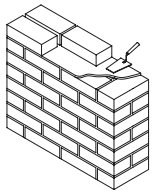
Klemmdichtung



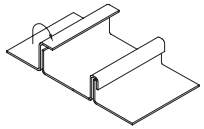
Auflegen



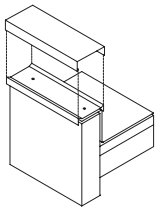
Vorhangfassade



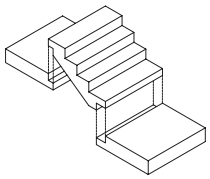
Mörteln



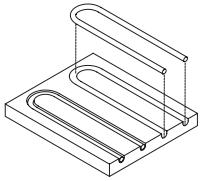
Blech-Stehfalz



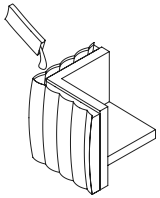
Attika Haftblech



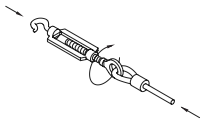
Auflegen Treppe



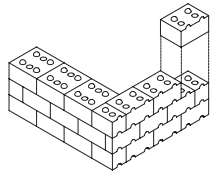
Fubodenheizung in Formteil



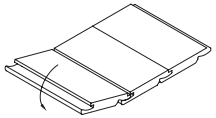
Einfüllen von Schüttdämmung



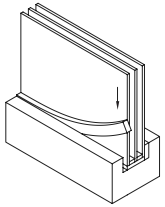
Spannen



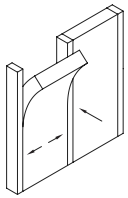
Schichten Trockenmauerwerkswand



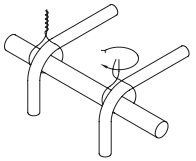
Parkett mit Klickverbindung



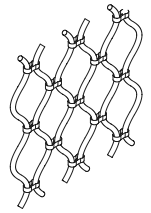
Einpressen einer Trockenabdichtung



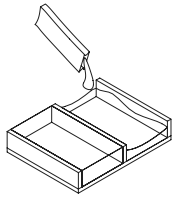
Einklemmen flexibler Dämmstoff



Eisenflechten von Bewehrungsstahl



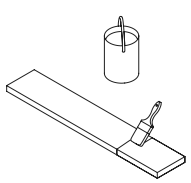
Quetschverbindung Metallgewebe



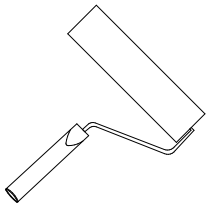
Einfüllen Hohlraumschüttung

Abb. 4.1.51-4.1.67: Bau- und Konstruktionsverbindungen modular (v. links oben n. rechts unten)

STOFFLICHE OBERFLÄCHENBEHANDLUNG



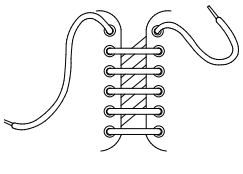
Ölen eines Holzbauteils



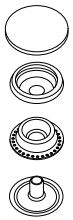
Streichen

Abb. 4.1.68-4.1.69: Stoffliche Oberflächenbehandlung (v. links oben n. rechts unten)

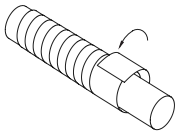
TEXTILE VERBINDUNGEN



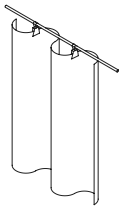
Schnürung



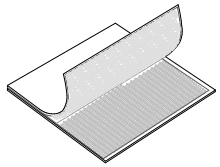
Druckknopf



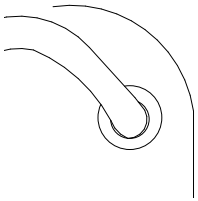
Umwicklung



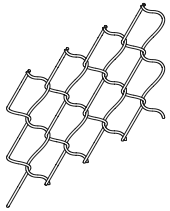
Klammern von Textilien



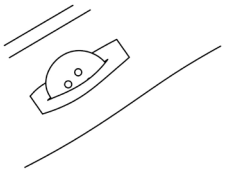
Klettverschluss



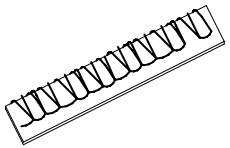
Ösen mit Banddurchzug



Edelstahlgeflecht



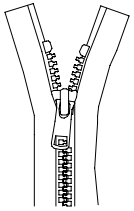
Knopf / Knopfloch



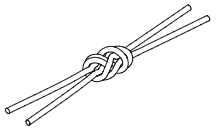
Overlocknaht



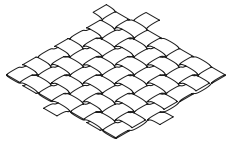
Nähnaht



Reißverschluss



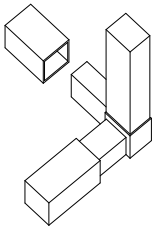
Seilbindung



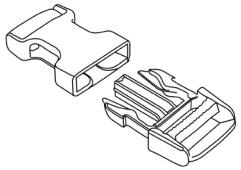
Weben

Abb. 4.1.70-4.1.82: Bau- und Konstruktionsverbindungen modular (v. links oben n. rechts unten)

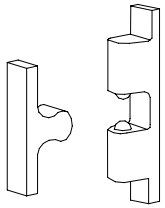
MOBILE / MODULARE VERBINDUNGEN



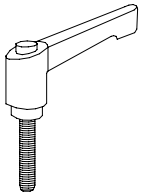
Stecksystem



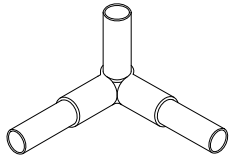
Klicksystem



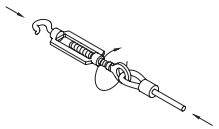
Kugelschnapper



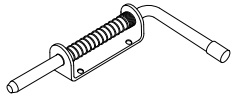
Schnellspanner



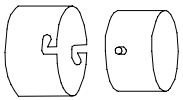
Rohrstecksystem



Spannen



Federbolzenverbindung



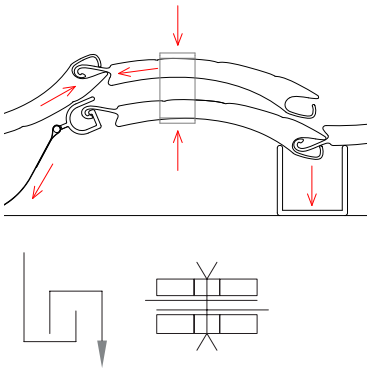
Bajonettverschluss



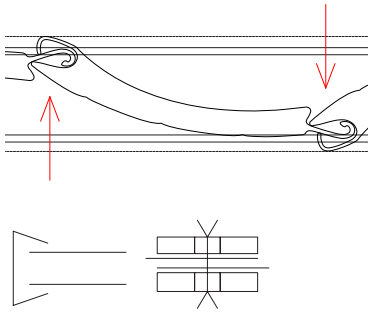
Gummiband

Abb. 4.1.83-4.1.91: mobile / modulare Verbindungen (v. links oben n. rechts unten)

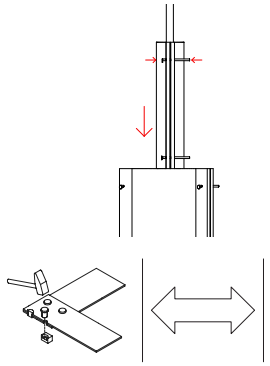
VERBINDUNGEN ALS WEITERENTWICKLUNG



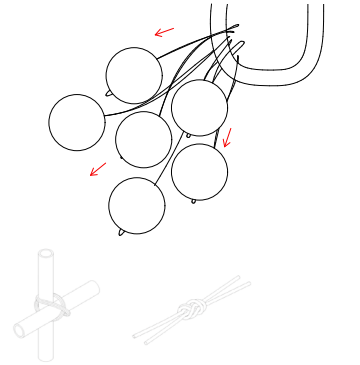
Rollladen Vorhangsystem



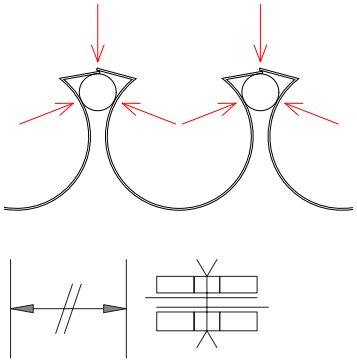
Rollladen Rahmensystem



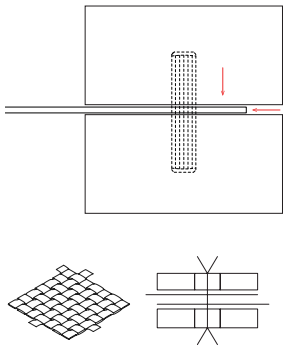
Teppichfliesen Deckenabhangsystem



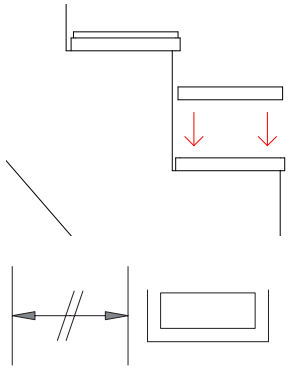
Tennisbälle akustisches Abhangsystem



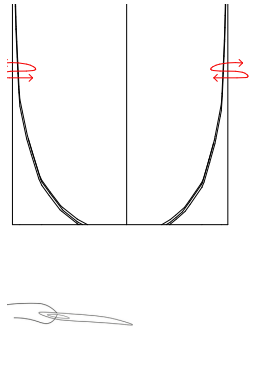
Konservendosen Vorhangsystem



Umreifungsbänder Klemmsystem



Stanzbleche Auflagesystem



Gewächshausplane Vorhangsystem

Abb. 4.1.92-4.1.99: Verbindungen als Weiterentwicklung (v. links oben n. rechts unten)

4.2 FÜGUNGSTECHNIKEN



Abb. 4.2.1: QR-Link Excel Tabelle

https://1drv.ms/x/c/f103365b151a1050/IQCJXpe-1825RotzpKpEXim-zAY6zrl7-fE2ark_u1c8hw5U?e=bn0Cjn

Um die Vielzahl an Fügungstechniken übersichtlich darzustellen, wurde auf Grundlage umfassender Recherchen eine detaillierte Excel-Tabelle entwickelt. Diese ermöglicht es, die einzelnen Techniken systematisch zu vergleichen und einzuordnen.

Über den nebenstehenden QR-Code kann auf die Tabelle zugegriffen werden.

Die Techniken sind zunächst nach Oberkategorien ihres typischen Verwendungsbereichs sortiert. Dadurch lässt sich auf einen Blick erkennen, in welchem Kontext eine bestimmte Technik am häufigsten zum Einsatz kommt.
Darüber hinaus werden weitere Eigenschaften erfasst, um eine deutliche Darstellung und Bewertung zu ermöglichen.

Dazu zählen unter anderem:

Name der Technik

Zuordnung des Verbindungstyps nach DIN

Verbindungstyp

Typische kompatible Materialien

Wiederlösbarkeit (dauerhafte oder lösbare Verbindung)

Dauerhaftigkeit

Einsatzgebiet

Kostenklasse

Diese systematische Aufbereitung erleichtert nicht nur den Vergleich unterschiedlicher Verfahren, sondern bietet auch eine Grundlage für Entscheidungen in Planung, Konstruktion und Fertigung. Die Tabelle kann sowohl als Nachschlagewerk als auch zur Inspiration für die Auswahl geeigneter Fügungstechniken genutzt werden.



Abb. 5.1: Werkstatt MockUp

TEIL 5
SEMESTERARBEITEN
SOSE 2025

5.1 FORSCHUNG IM SOMMERSEMESTER 25

Christina Sonnborn

Ein anderer Entwurfsprozess

Neben der Ästhetik ist es der Entwurfsprozess, der sich durch die begrenzte und temporäre Verfügbarkeit von Materialien verändert. Die konstante Suche nach übrigem Material führt zu einem iterativen und flexiblen Entwurfsprozess, der erst mit der Fertigstellung des Gebäudes abgeschlossen ist. Ein sukzessives Entwerfen bzw. Weiterbauen kann zu gestalterisch herausfordernden Konglomeraten führen, wie sie beispielsweise in den Projekten von Marcel Raymaekers zu finden sind (s. Abb. 5.1.1). Søren Nielsen betont, dass das Arbeiten mit vorgefundenen Materialien auf Strategien fußen muss, die das Unerwartete antizipieren und den unvermeidlichen Kontrollverlust in ästhetische Qualität umwandeln (vgl. Nielsen 2022: S. 8).
Außerdem bedingt die Begrenztheit der Mittel eine unmittelbare Entscheidungsfindung. Dazu veröffentlichten Charles Jencks und Nathan Silver 1972 ein Schriftwerk mit dem Titel Adhocism: The Case for Improvisation. Die Autoren stellen die These auf, dass die gegenwärtige Umgebung sowohl zu extremer visueller Einfachheit als auch zu extremer funktionaler Komplexität tendiert. Hingegen sei der Adhocismus in der Lage, die komplexen Zusammenhänge der Umwelt sichtbar zu machen (vgl. Jencks, Silver 2013: S. 73). Der Ethnologe Claude Lévi-Strauss definiert in diesem Zusammenhang 1962 den Begriff bricolage. „Der Bastler [bricoleur] ist in der Lage, eine große Anzahl verschiedenartigster Arbeiten auszuführen [...]. [D]ie Regel seines Spiels besteht immer darin, jederzeit mit dem, was ihm zur Hand ist, auszukommen, d.h. mit einer stets begrenzten Auswahl an Werkzeugen und Materialien, die überdies noch heterogen sind, weil ihre Zusammensetzung in keinem Zusammenhang zu dem augenblicklichen Projekt steht [...]". (Lévi-Strauss 2022: S. 30) Ákos Moravánszky stellt dazu eine Verknüpfung zur Wiederverwendung von Bauteilen her: „Die Aneignung von Bauteilen im neuen Kontext braucht eine Methodik, die darauf eingeht, was gerade vorhanden ist, und deshalb Einfall und Zufall walten lässt. Diese alternative Ordnung der Kreativität unterscheidet sich von dem Modell der modernen Planung, die jegliche Kontingenz zu vermeiden sucht." (Moravánszky 2021: S. 23) Søren Nielsen fasst es unter einem „open-minded explorative design process" - zusammen. Er statuiert: "Exploration will become the new normal." (Nielsen 2022: S. 93) - In diesem Sinn schreibt auch François Renaud: „Der Mangel erlaubt kein Ausweichen. Da nicht auf gesichertes Wissen zurückgegriffen werden kann, sind die Fragen, die sich stellen, prinzipiell unentscheidbar. Die damit gegebene Freiheit der Wahl verlangt nach einer kreativen Reaktion." (Renaud 2021: S. 103)
Wycliffe Stutchbury arbeitet mit im Wald gefundenen Ästen. Er



Abb. 5.1.1: M. Raymaekers: Haus Boncher



Abb. 5.1.2: W. Stutchbury: The Craig

verarbeitet diese zu unterschiedlich breiten Schindeln und arrangiert sie in Form von Wandpaneelen, Vorhängen oder Fassadenbekleidungen (s. Abb. 5.1.2). Der vorgefundenen Form folgend setzt der Künstler die klein geschnittenen Astquerschnitte auf kunstvolle Weise zusammen. Stutchbury beschreibt diese Arbeitsweise als intuitiv:: "So, I allow the timber I have before me to lead the way, and through a process of editing, I try and reveal the qualities and narrative held within it." (Stutchbury)

Um sich vom Vorgefundenen leiten zu lassen, ist eine präzise und möglichst handwerkliche Auseinandersetzung mit dem Material unerlässlich. Im Allgemeinen finden die Disziplinen Ausführen und Entwerfen separat voneinander statt. Beim Entwerfen und Konstruieren mit unkonventionellen Formen ist diese Trennung weniger möglich. Die Verwendung des Übrigen muss neu gedacht werden. Design-to-Build-Projekte können dabei helfen, einen handwerklichen Entwurfsansatz in der Lehre zu verankern.

Forschungsauftrag

Neben den Analyse- und Rechercheaufträgen, die die Studierenden in dem Kontext des Bauens mit dem Übrigen zu erfüllen hatten, bestand die Semesteraufgabe darin, gestaltprägende Bauelemente aus übrigen Objekten zu entwerfen, zu konstruieren und zu bauen. Demnach mussten die Studierenden zunächst Materialien und Objekte in der Umgebung finden, die als übrig galten. Mit einer heterogenen Sammlung konnten die Studierenden sich dem Entwurf widmen. Dieser ging von dem Vorliegenden aus. Dabei sah die Arbeitsmethode ein handwerkliches Experimentieren mit den physischen Objekten vor (s. Abb. 5.1.3). Es entstanden Fassadenbekleidungen, Innenwandbekleidungen, Verschattungselemente, Vorhänge und akustisch wirksame Objekte im Maßstab 1:1. Erst zum Schluss wurde das Mockup zeichnerisch aufgenommen und im fiktiven Kontext grafisch eingebunden.

Material-Matrix

Das Suchen und Finden von übrigen Materialien wurde systematisch aufgearbeitet. Ziel war es eine Übersicht (s. Abb. 5.1.4) der gefundenen Objekte anzufertigen, sodass weitere Erkenntnisse zu dem Übrigen dokumentiert werden konnten. Wichtig dabei ist die Angabe des üblichen Nachnutzungsszenarios. Hieraus geht hervor, dass die gefundenen Objekte vorwiegend verbrannt oder deponiert werden. Ebenso lässt sich aus der üblichen Nutzungsdauer ein in Teilen verschwenderischer Umgang mit Material ableiten.
In der zweiten Tabelle werden, die entwickelten Lösungen im Umgang mit dem Übrigen, übersichtlich dargestellt (s. Abb. 5.1.5).

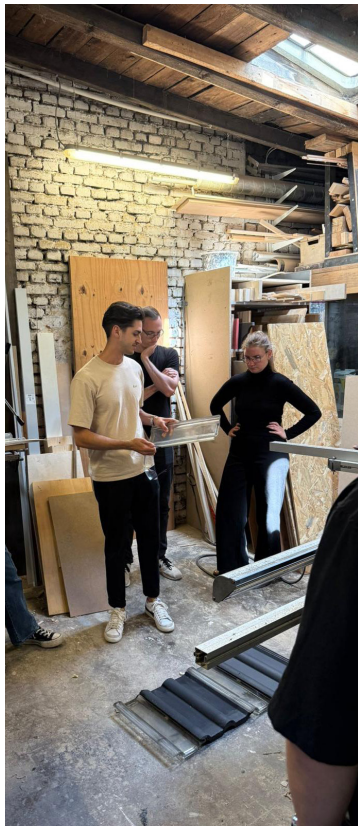


Abb. 5.1.3: Handwerk-Experimente

Materialmatrix

Mariem El Amri, Sven Walther, Lukas Dauenheimer

Ausgangsmaterial

	Produktbild	Produkt	Materialgruppe	Herkunft	Grund	End of life	Nutzungsdauer (a)	Verfügbare Menge (t/a)	Verfügbare Menge (Stk/a)	Einsatzmöglichkeiten/ Anwendungsbereich	Nachnutzungspotenzial
1		Dachpfannen	Mineralisch (Beton, Ziegel, Glas)	Rückbau – Außenhülle	Energetische Sanierung		> 50	9.000.000	3 Mrd	Fassade	
3		Rollläden	Aluminium-Verbund, ausgeschäumt (PU)	Verschattung	Energetische Sanierung		40		1,8-2 Mio	Fassade	
4		Umreifungsbänder	Polypropylen (PP)	Logistik	Ausgedient		0,058	10.000		Sonnensc hutz	
5		Tennisbälle	Synthese - o. Naturkautschuk (Kern), Filz (Außenbezug)	Sportprodukte	Ausgedient		0,008	696	12 Mio	Akustik	
6		Teppichfliesen	Nutzschicht (synthetische Fasern), Rücken (Polyester PET)	Innenausbau	Änderung Ausbau		15	80.000 - 120.000		Raum-trenner, Akustik	
7		Konservendosen	Stahl (Zinn beschichtet)	Haushaltsabfall	Ausgedient		1,5	64.000	4 Mrd	Wandbekl eidung	
8		Gitter-Gewächshausfolie	Polyethylen (PE) oder Polypropylen (PP)	Außenhülle	Ausgedient		3	7.433		Raum-trenner, Akustik	

Abb. 5.1.4: Material-Matrix

Mockup

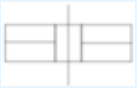
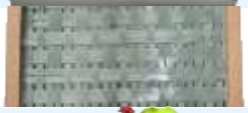
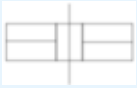
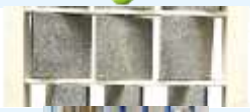
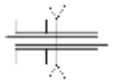
Bild Umnutzung	Reader Kapitel	Nutzungszweck	Nutzungsdauer (a)	Aufwand Umnutzung (Arbeitsstunden/m²)	Fügungstechnik (Pikto)	Bild Umnutzung	Neuer Verwendungszweck	Lebensdauer nach umnutzung	Aufwand Umnutzung (in Arbeitsstunden)	Fügungstechnik (Pikto)
	5.6	Fassadenbekleidung	>50	3			Fassadenbekleidung	> 50	3	
	5.7	Fassadenbekleidung	30	5						
	5.4	Verschattung	15	1,42						
	5.3	Akustikmodul	15+	2			Akustikmodul	15+	8	
	5.2	Raumtrenner, Akustikmodul	15+	18						
	5.5	Wandbekleidung	>50	4,5			Fassadenbekleidung	∞	1	
	5.8	Raumtrenner, Akustikmodul	15+	15						

Abb. 5.1.5: Mockup-Matrix

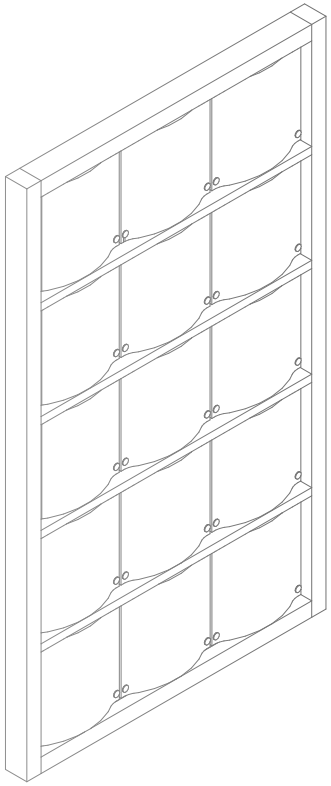


Abb. 5.2.1. Strichisometrie



Abb. 5.2.2: Ausgangsmaterial

5.2 TEPPICHFLIESEN - SCHALLSCHUTZTRENNER

Noah Sattler, Laura Möller, Lena Königbauer

Ausgangsmaterial

Für die modularen Schallabsorber werden ausschließlich wiederverwendete Materialien aus dem Bauwesen genutzt. Dazu zählen die Teppichfliesen mit Akustikrücken, welche im Neuzustand wieder ausgebaut wurden (aufgrund von Gestaltungsanpassungen im Projekt), sowie Holz-träger, gebrauchte Heizungsrohre mit 22 mm Durchmesser, Rohrschellen mit 25 mm Durchmesser und lösbare Schraubnieten, sowie Endstücke.

Idee

Das Paneelsystem verfolgt den Leitgedanken, maximale Gestaltungsfreiheit mit einem minimalen ökologischen Fußabdruck zu verbinden. Durch den konsequenten Einsatz von Re-Use-Bauteilen und nachwachsenden Rohstoffen wird jedes Modul zu einem Unikat und zugleich zu einem sichtbaren Beispiel für Kreislaufwirtschaft im Interior Design. Neben der optischen Qualität sorgt die Kombination der Materialien für eine wirksame akustische Dämpfung und ermöglicht flexible Raumgestaltung.

Die Paneele eignen sich für verschiedenste Umgebungen, etwa Büros, Kitas oder Gemeinschaftsräume. Durch ihre Drehbarkeit können sie Licht, Sicht und Akustik gezielt steuern. So lässt sich der Raum spontan von einer offenen, kommunikativen Zone in einen abgeschirmten Arbeitsplatz verwandeln. Die beweglichen Flächen laden zur Interaktion ein und unterstützen eine angenehme Raumatmosphäre. Dank des modularen Aufbaus und der einzeln drehbaren Paneele können Oberflächenstrukturen ständig neu variiert werden.

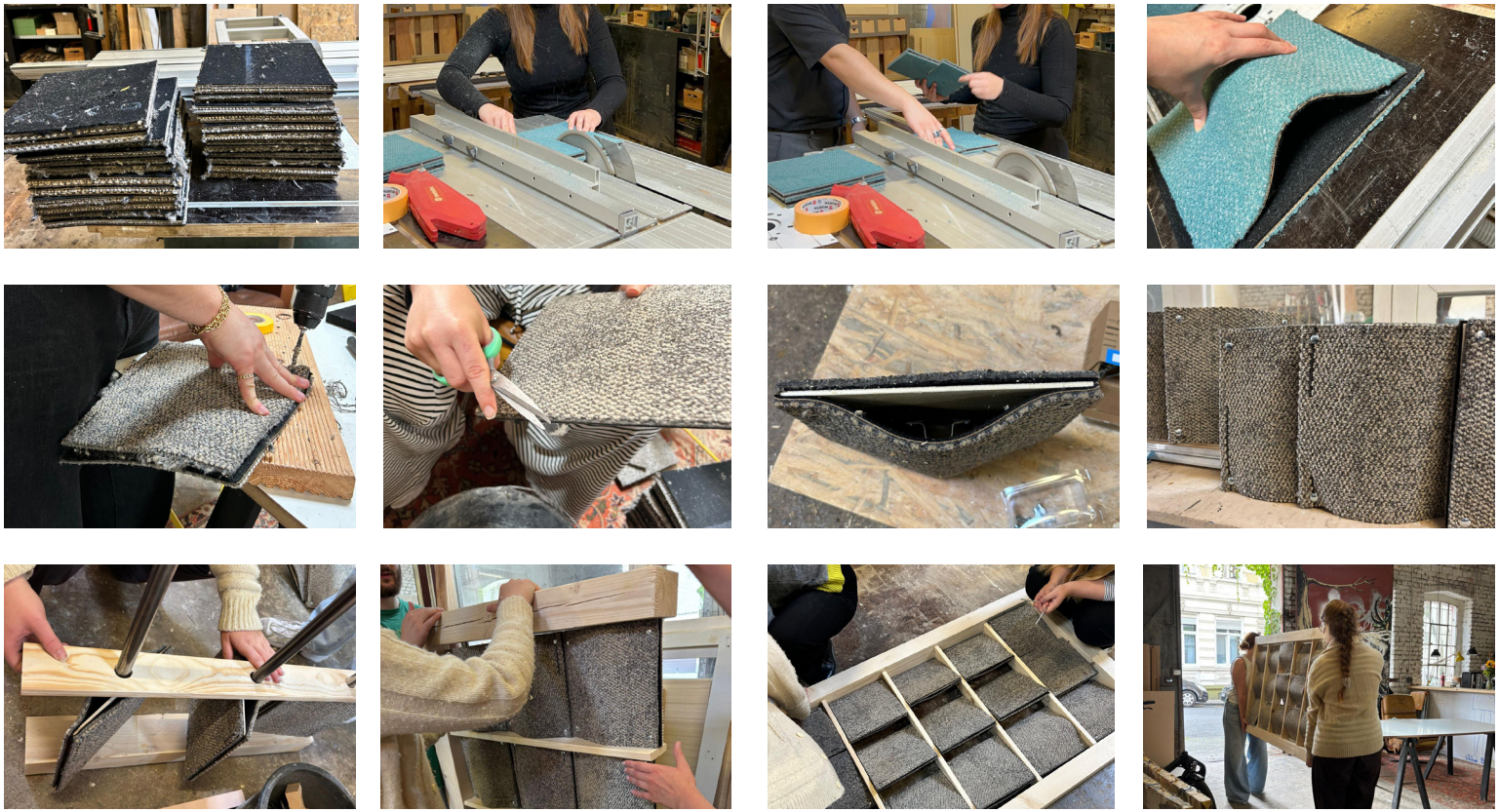


Abb. 5.2.3: Prozessbilder

Prozess

Zur Vorbereitung der Teppichfliesen werden diese in das richtige Maß geschnitten von 24 x 24 cm und 25 x 25 cm, danch werden die ausgefransten Schnittstellen gesäubert. Die Montage erfolgt über ein klar strukturiertes System: Die Teppichfliesen werden zusammen mit der Sperrholzmittellage an den Ecken durch identische Bohrungen geführt und mit lösbaren Schraubnieten verbunden. Rohrschellen fixieren die Paneele an wiederverwendeten Heizungsrohren, die in einen Holzrahmen eingespannt sind. Eine gelochte Zwischenebene sorgt für Kipp- und Verdrehschutz, ermöglicht aber weiterhin das Rotieren einzelner Elemente und den Austausch von Modulen.

Die Kombination aus konkaven und konvexen Oberflächen erzeugt lebendige Texturen, während die unterschiedlichen Teppichfliesen für haptische und visuelle Vielfalt sorgen. Je nach Anordnung entsteht ein Spiel aus geschlossenen und offenen Bereichen, das sowohl funktional als auch gestalterisch wirkt.

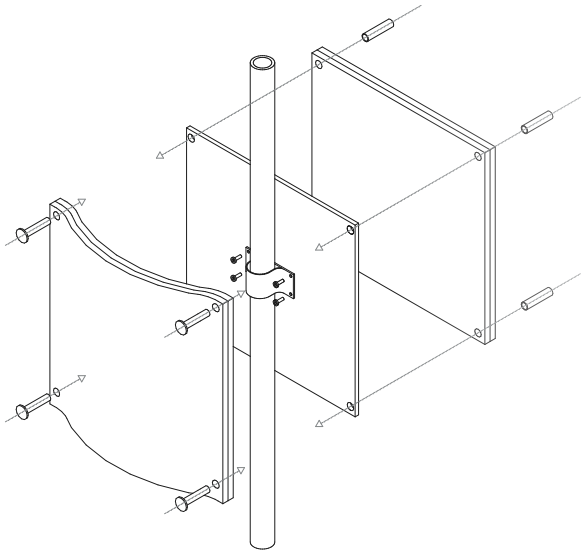


Abb. 5.2.4: Sprengisometrie

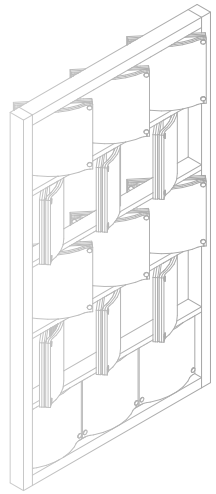


Abb. 5.2.5: Isometrie geöffnet

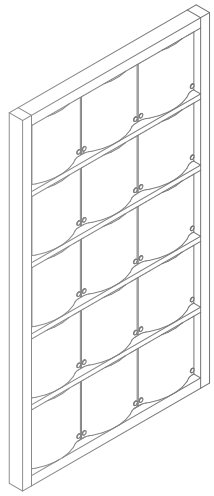


Abb. 5.2.6: Isometrie geschlossen



Abb. 5.2.7: Mockup Rendering



Abb. 5.2.8: Fertiges Mockup

Mockup

Das gebaute Mockup zeigt die technische Präzision und gestalterische Vielfalt des Systems. In der isometrischen Darstellung sowie den fotografischen Ansichten wird die modulare Struktur deutlich, ebenso die haptische Qualität der Teppichoberflächen. Die rotierbaren Paneele demonstrieren im Maßstab 1:1, wie sich mit wenigen, gezielt ausgewählten Re-Use-Materialien flexible, ästhetische und akustisch wirksame Raumtrenner realisieren lassen. Das Mockup lässt sich in unterschiedlichster Weise verwenden, es kann sowohl als Raumtrenner und Sichtschutz in Büroräumen genutzt werde, aber auch als ein spielerisches Element in Kindergärten und Schulen, wo es zudem zur Verbesserung der Akkustik beträgt.

Ausblick

Aufbauend auf der Idee eines flexibel einsetzbaren Paneelsystems liegt das Potenzial vor allem in der vielfältigen Nutzung. Der Raumtrenner kann je nach Anordnung zwischen offenen und abgeschirmten Situationen wechseln und so unterschiedliche Anforderungen erfüllen – von konzentrierten Arbeitsbereichen bis hin zu kommunikativen oder spielerischen Räumen. Ein zentraler Aspekt ist die Skalierbarkeit: Größe, Dichte und Anordnung der Module lassen sich an verschiedene Räume anpassen, von kleinen, mobilen Einheiten bis hin zu raumgliedernden Strukturen. Durch das modulare Prinzip bleibt das System jederzeit veränderbar und erweiterbar. Gestalterisch bieten vor allem unterschiedliche Teppichfliesen in Farbe und Struktur Variationsmöglichkeiten, während ergänzende Anpassungen der Holzkomponenten zusätzliche Nuancen schaffen. Der Fokus bleibt dabei klar auf der Teppichfliese als prägendem Element.



Abb. 5.2.9: Rendering geschlossen

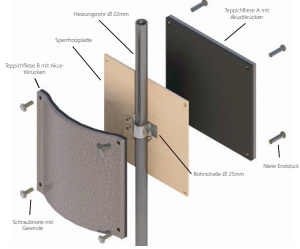


Abb. 5.2.10: Sprengisometrie Rendering

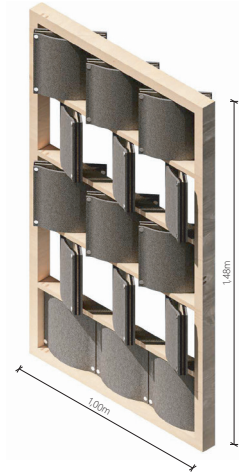


Abb. 5.2.11: Rendering geöffnet



Abb. 5.3.1. Strich-Isometrie

5.3 TENNISBÄLLE - TENNIS BALL BALL

Jana Esselbrügge, Lucie Veermann



Abb. 5.3.2: Ausgangsmaterial

Ausgangsmaterial

Ein Tennisball besteht im Kern aus einer hohlen Kugel aus Natur- oder Synthesekautschuk, die unter Druck mit Gas, meist Stickstoff oder Luft, gefüllt wird. Dieser luftgefüllte Kern sorgt für das charakteristische Sprungverhalten. Überzogen sind Tennisbälle mit einem strapazierfähigen, gefilzten Woll-Nylon-Gewebe, das in einem typischen Gelb eingefärbt ist, um die Sichtbarkeit auf dem Platz zu verbessern.
Die Lebensdauer eines Tennisballs ist begrenzt. Sobald die Sprungkraft nachlässt, endet in der Regel sein Nutzungszyklus. Recycling gestaltet sich schwierig, da der Verbund aus Kautschuk und Textil nur aufwendig zu trennen ist, weshalb viele Bälle im Restmüll landen oder als Trainingsbälle weiterverwendet werden.
Weltweit werden jährlich rund 325 Millionen Tennisbälle produziert, die im Durchschnitt nur für wenige Spiele oder Trainingseinheiten genutzt werden (vgl. Reneweball 2024). Selbst unbespielte Bälle verlieren mit der Zeit ihre Sprungkraft, in einer geöffneten Dose bereits nach etwa einer Woche.

Idee

Die besondere Oberfläche und der luftgefüllte Kern von Tennisbällen machen sie zu einem interessanten Material für die akustische Raumgestaltung. Die Filzschicht absorbiert hohe Frequenzen, während der hohle Kern Schall zusätzlich dämpft und streut. Dadurch eignen sich Tennisbälle für Akustikelemente, modulare Raumteiler oder als Bestandteil von Möbeln zur Verbesserung der Raumakustik.
Die prägnante Farbe verleiht dem Material einen starken gestalterischen Charakter. Um sich von der sportlichen Assoziation zu lösen, könnten beispielsweise die Filzoberflächen eingefärbt oder die Form leicht verändert werden. Wird die ursprüngliche Form beibehalten, bietet sich konstruktiv vor allem ein Auffädeln an; auch Klemmen, Einlegen oder Einpressen erscheinen als geeignete Fügungsmöglichkeiten für die kugelartige Form.

Prozess

Der Arbeitsprozess mit den Tennisbällen war von experimentellem Ausprobieren und schrittweiser Optimierung geprägt. Zu Beginn wurden verschiedene Möglichkeiten untersucht, die Bälle miteinander zu verbinden, ohne ihre Form oder Materialeigenschaften wesentlich zu verändern. Der Versuch bestand darin, die Charakteristik des Balles beizubehalten und beim Erstellen einer neuen Struktur wenig erneut übrige Materialen zu erschaffen.
Schließlich erwies sich das Durchbohren mit anschließendem Auffädeln und Verknoten als besonders geeignet, da so eine einfache Verarbeitung und eine kontrollierte Anordnung der Elemente möglich wurde. Durch die Perforation entsteht eine definierte Führung für das Verbindungsmaterial, wodurch eine geordnete Struktur entsteht.
Das Auffädeln entlang einer Schlaufe bildet die Grundlage für eine flexible, jedoch stabile Struktur, die durch Knoten gesichert ist. Dabei werden möglichst viele Bälle entlang einer kleinen Schlaufe miteinander verbunden. Durch die begrenzte Länge der Schlaufe verdichten sich die Elemente räumlich, sodass sie sich aufgrund ihrer eigenen Geometrie aneinanderlagern und gegenseitig stabilisieren. Auf diese Weise entsteht eine kompakte, kugelartige Gesamtstruktur, deren Stabilität sich primär aus der Materialität und der räumlichen Verdichtung ergibt. Außerdem besteht so die zusätzliche Variante des flächigen Auffädelns, was im gleichen System weitere Formen des Elements ermöglicht.



Abb. 5.3.3: Prozessbilder

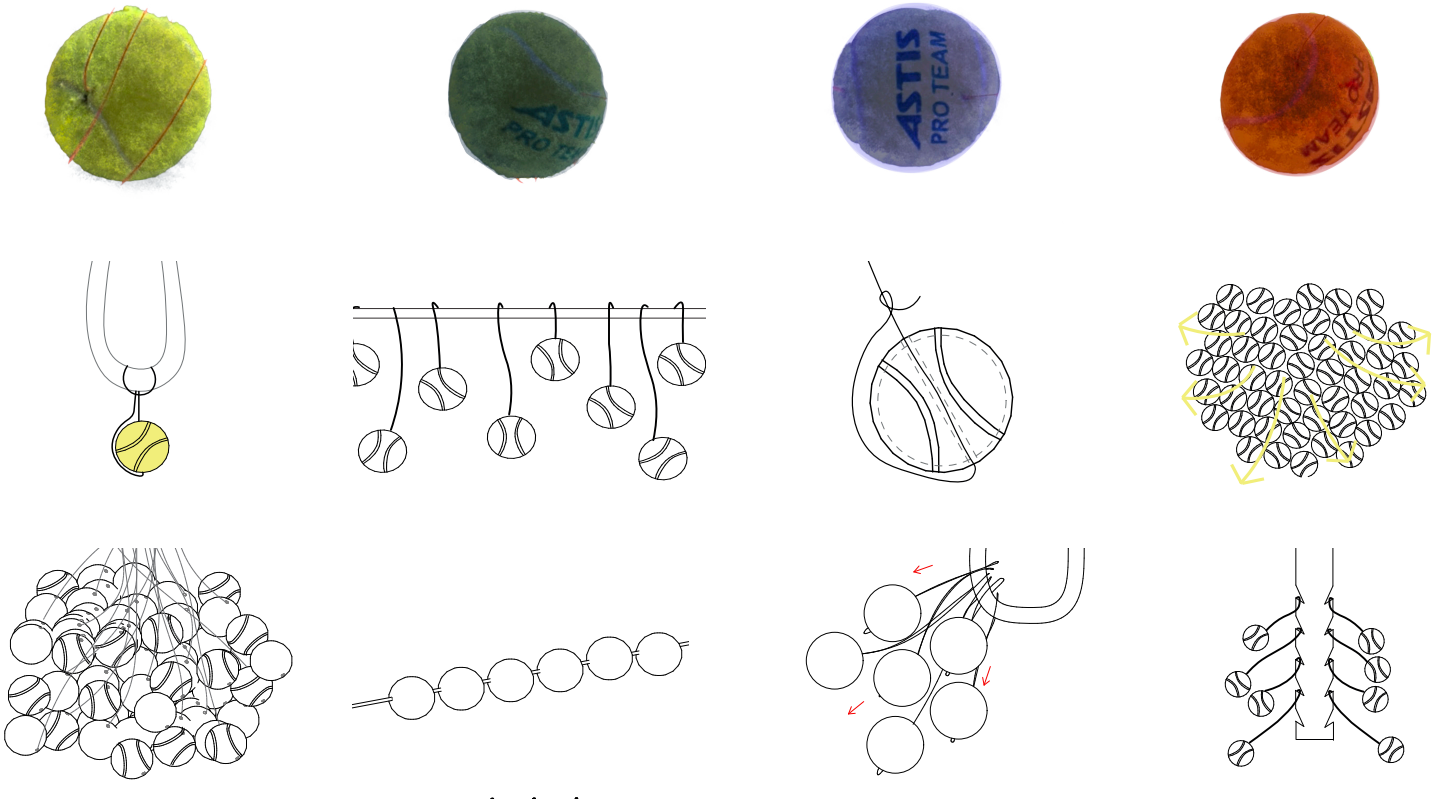


Abb. 5.3.4: Prozessbilder und Konzeptskizzen

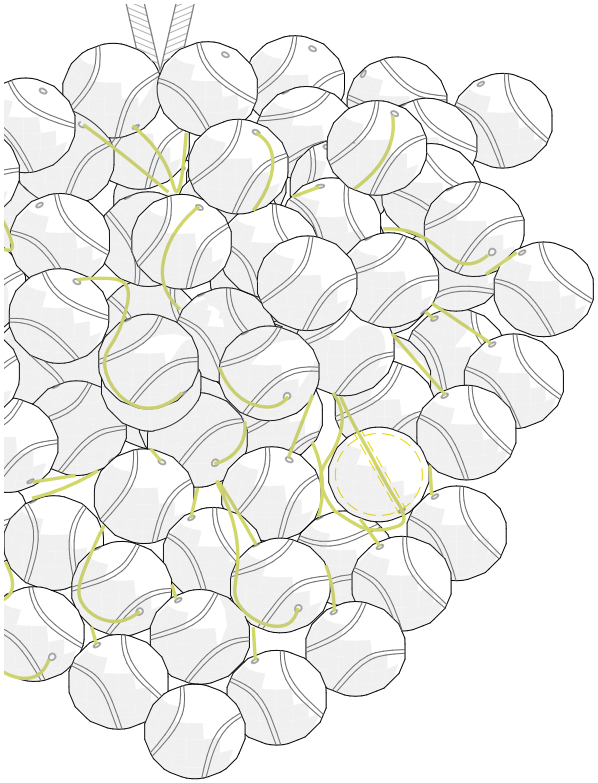


Abb. 5.3.5: Isometrie

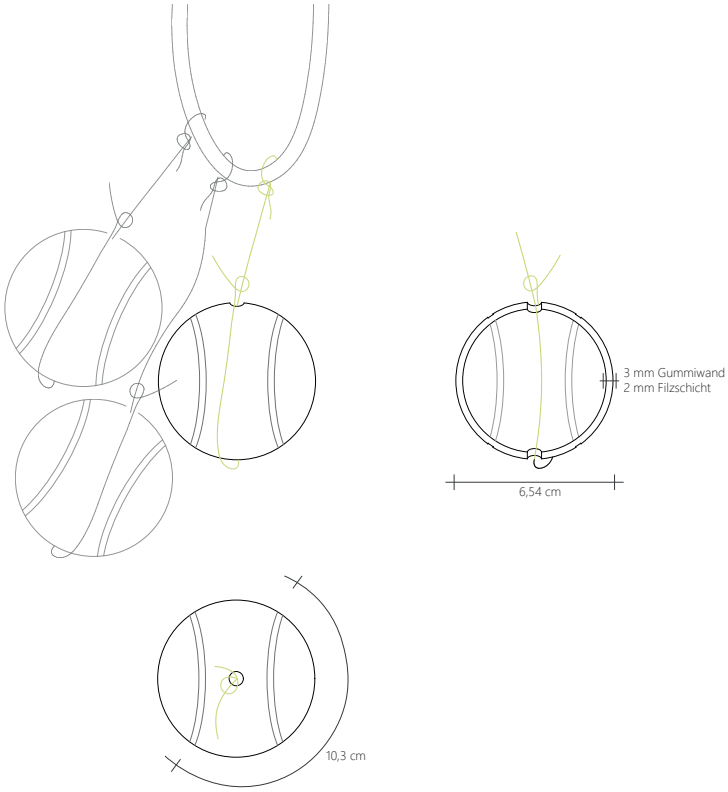


Abb. 5.3.6: Dreitafelprojektion

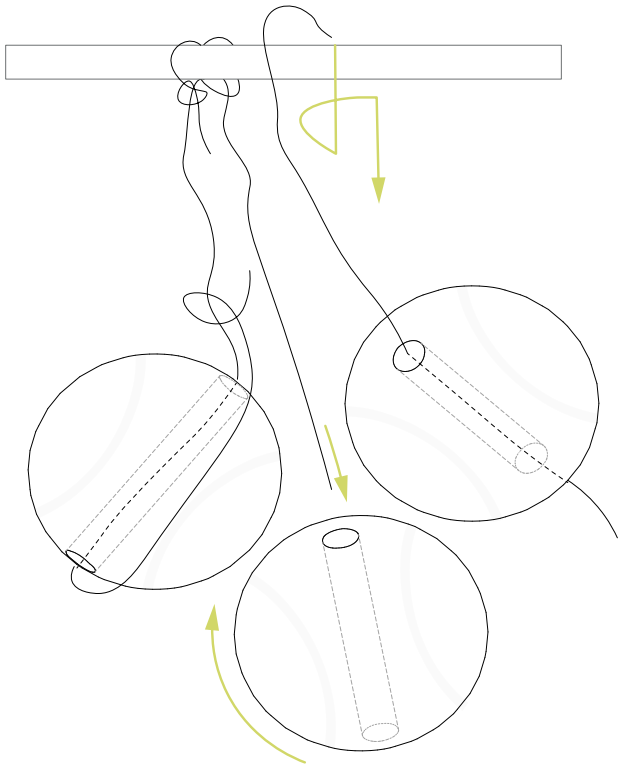


Abb. 5.3.7: Sprengisometrie

Das Mockup: Tennis Ball Ball

Die so gebildete Struktur kann als akustischer Absorber variabel und additiv in unterschiedlichen räumlichen Situationen eingesetzt werden. Mehrere Einheiten lassen sich kombinieren oder gezielt im Raum platzieren, wodurch die akustische Wirksamkeit an spezifische Anforderungen angepasst werden kann. Je nach Anordnung und Dichte der Elemente kann die Struktur sowohl punktuell als auch flächig eingesetzt werden, etwa als frei hängendes Objekt, als Teil eines Raumteilers oder als akustisch wirksames Element an Wand- oder Deckenflächen.
Die geknotete Unterkonstruktion ermöglicht zudem den Austausch einzelner Elemente sowie Erweiterungen oder Formveränderungen durch um Knoten und Neuordnung. Dadurch entsteht ein anpassungsfähiges und langfristig modifizierbares System. Einzelne Module können ergänzt, entfernt oder neu positioniert werden, ohne dass die Gesamtstruktur grundlegend verändert werden muss.
Durch die Eigengeometrie der kugelförmigen Elemente entsteht eine räumlich verdichtete, jedoch gleichzeitig poröse Struktur. Zwischenräume bleiben erhalten, wodurch Schall nicht nur absorbiert, sondern auch gestreut wird. Diese Kombination aus Materialeigenschaften und räumlicher Anordnung unterstützt die akustische Wirkung des Systems.
Gleichzeitig besitzt die Struktur eine eigenständige gestalterische Qualität. Die charakteristische Oberfläche der Tennisbälle sowie ihre wiederkehrende Form erzeugen ein prägnantes Erscheinungsbild, das sowohl als funktionales als auch als visuelles Element im Raum wirken kann. Dadurch entsteht ein Objekt, das akustische Funktion und gestalterische Präsenz miteinander verbindet.

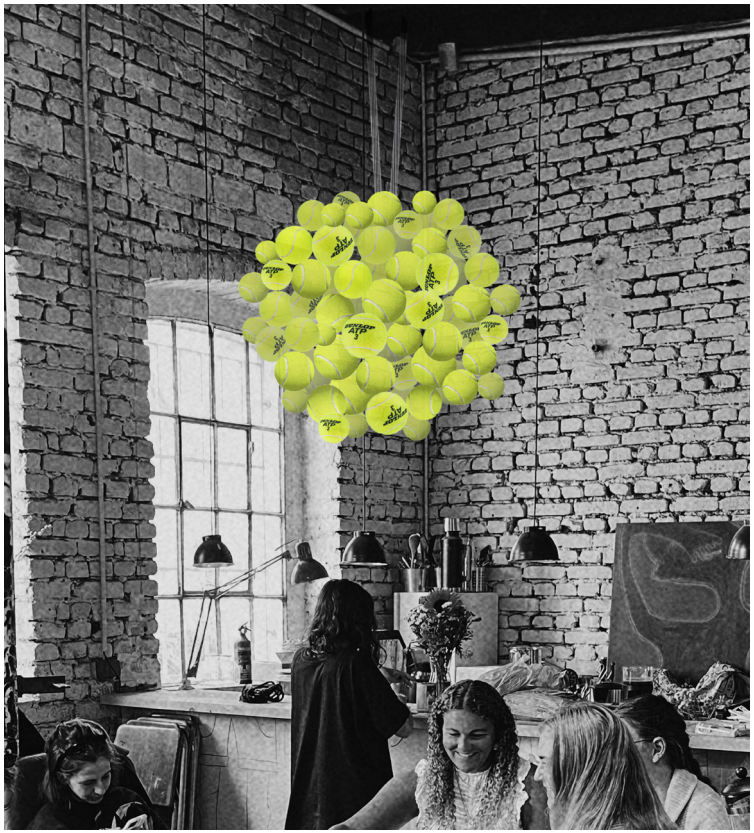


Abb. 5.3.8: Fertiges Mockup



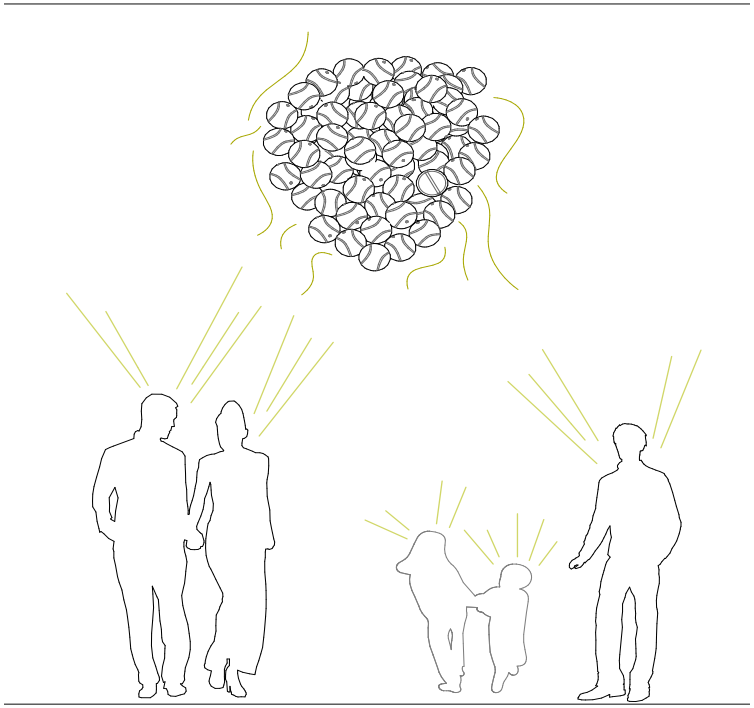


Abb. 5.3.9: Anwendungsskizze

Ausblick

Ein möglicher Ausblick für das Möbelstück liegt in der Weiterentwicklung des modularen Systems hinsichtlich Materialität, Maßstab und Anwendungsbereich. Durch die Erprobung alternativer Materialien oder unterschiedlicher Ballgrößen könnten sowohl die akustischen Eigenschaften als auch die gestalterische Wirkung gezielt variiert und optimiert werden. Ebenso erscheint eine Anpassung der Dichte und Anordnung der Elemente sinnvoll, um differenzierte Absorptionswerte für verschiedene Raumtypen zu erzielen. Darüber hinaus bietet das Prinzip der geknoteten und additiv erweiterbaren Struktur Potenzial für Verbesserungen am Produkt selbst, etwa durch eine optimierte Verbindungstechnik, stabilere Tragelemente oder eine vereinfachte Montage. Gleichzeitig zeigt sich eine gewisse Abhängigkeit vom handwerklichen Prozess, da Herstellung, Spannung und Anordnung der Elemente stark von der manuellen Verarbeitung geprägt sind.

Auch die Grenzen des Systems müssen berücksichtigt werden. Dazu zählen mögliche Einschränkungen hinsichtlich Stabilität, Gewicht oder langfristiger Materialbeständigkeit, insbesondere bei einer Skalierung zu größeren raumbildenden Strukturen.

Dennoch bietet das modulare Prinzip Potenzial für weitere funktionale Ergänzungen, beispielsweise durch die Integration von Beleuchtung, textilen Elementen oder tragenden Rahmenstrukturen. Auch eine Skalierung vom einzelnen Objekt hin zu raumprägenden Installationen oder Trennwandsystemen erscheint denkbar. Langfristig könnte das Möbelstück somit als flexibel einsetzbares, nachhaltiges Gestaltungssystem verstanden werden, das sich unterschiedlichen räumlichen Anforderungen anpassen und weiterentwickeln lässt.

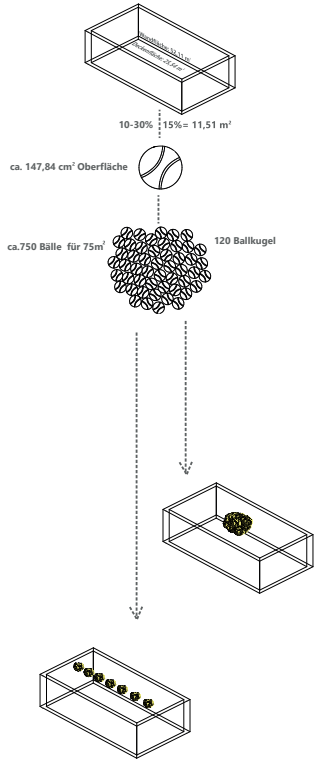


Abb. 5.3.10: Darstellung der Funktion

TENNISBALL - RE-USABALL

Sara Reyhan



Abb. 5.3.11: Ausgangsmaterial

Ausgangsmaterial

Tennisbälle bestehen aus einem elastischen Gummikern und einer textilen Filzoberfläche aus Natur- und Kunstfasern. Der Kern ist formstabil, stoßdämpfend und wirkt durch seinen Hohlraum schallabsorbierend, während die Filzschicht den Ball schützt, die Abriebfestigkeit erhöht und ebenfalls akustische Qualitäten besitzt.

Mit einem Durchmesser von ca. 6,5 – 6,9 cm und einem Gewicht von etwa 56 – 59 g sind Tennisbälle leicht, genormt und gut modular einsetzbar (vgl. Tennis-Point AT, o. J.)).
Aufgrund der feuchtigkeits-empfindlichen Filzoberfläche eignen sie sich vor allem für den Innenraum. Trotz der eingeschränkten Recyclingfähigkeit des Materialverbunds bieten sie ein hohes Potenzial für modulare, akustisch wirksame Raum-, Wand- oder Deckenelemente.

Idee

Die Idee des Projekts ist es, aus ausrangierten Tennisbällen ein Raumelement zu entwickeln, das sich bewusst in den architektonischen Kontext einfügt. Durch das gezielte Einfärben der ursprünglich grellgelben Bälle wird ihre sportliche Herkunft visuell zurückgenommen und eine harmonische Integration in den Raum ermöglicht. In ihrer neuen Anordnung übernehmen die Tennisbälle sowohl eine gestalterische Funktion als dekoratives Element als auch eine funktionale Aufgabe, etwa zur akustischen Unterstützung. So werden sie vom Wegwerfprodukt zu einem bewusst eingesetzten Bestandteil der Raumgestaltung.

Prozess

Der Arbeitsprozess beginnt mit der Recherche und Beschaffung geeigneter Materialien. Die ausrangierten Tennisbälle werden gezielt ausfindig gemacht und direkt bei einem lokalen Tennisverein abgeholt, um den Materialkreislauf möglichst kurz zu halten und vorhandene Ressourcen unmittelbar weiterzuverwenden.

Im nächsten Schritt wird das Fügungsprinzip festgelegt. Ziel ist es, ein einfaches, reversibles und materialsparendes System zu entwickeln, das ohne zusätzliche Verbindungselemente auskommt und gleichzeitig flexibel erweiterbar ist. Auf dieser Grundlage werden die Tennisbälle durchbohrt und auf wiederverwendetem Draht aufgefädelt.

Anschließend erfolgt die farbliche Behandlung der Bälle. Um die grelle Sportoptik zurückzunehmen und eine harmonische Integration in den Raum zu ermöglichen, werden die Tennisbälle mit Beize eingefärbt. Die Farbwahl unterstützt die gestalterische Wirkung des Raumelements und überführt das Material in einen neuen Kontext.

Nach dem Trocknen werden die Bälle auf den Draht aufgefädelt. Die Unterseite der Drahtstränge wird jeweils zu einem Haken geformt, der die Bälle fixiert und gleichzeitig einen klaren Abschluss bildet. Die Oberseite der Drähte wird ebenfalls zu Haken gebogen, um die einzelnen Stränge am oberen Kranz zu befestigen. Durch dieses Fügungsprinzip entsteht ein modulares System, das sich einfach montieren, demontieren und in Länge sowie Dichte variieren lässt.



Abb. 5.3.12: Prozessbilder



Abb. 5.3.13: Isometrie M 1:5

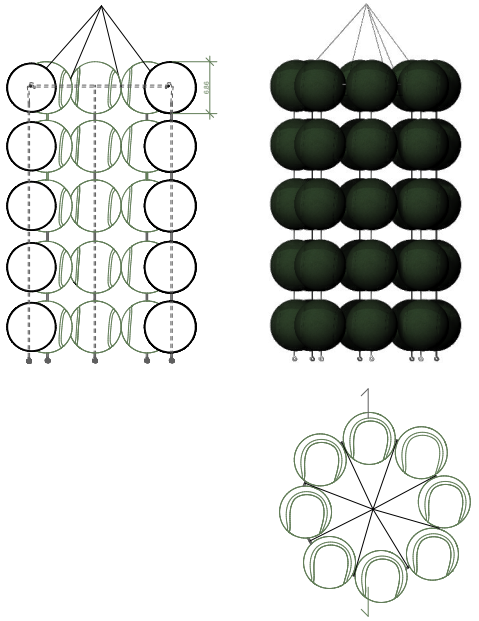


Abb. 5.3.14: Dreitafelprojektion M 1:10

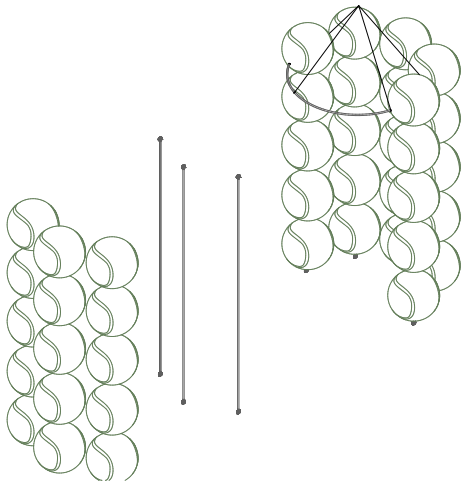


Abb. 5.3.15: Sprengisometrie M 1:10

Das Mockup: RE-USABALL

Das entworfene Raumelement wird im Maßstab 1:1 realisiert und besteht aus echten, recycelten Tennisbällen. Diese werden auf Re-Use Hochspannungsdraht aufgefädelt und zu einem zusammenhängenden System verbunden. Die Bälle werden zuvor in einem beruhigenden dunklen Jadegrün eingefärbt, wodurch sie sich harmonisch in unterschiedliche Raumkonzepte integrieren lassen. Hierbei ist die Farbe natürlich frei wählbar.

Das System ist modular aufgebaut und kann durch die Anzahl und Anordnung der Bälle flexibel in Größe, Form und Dichte variiert werden. Dadurch lässt es sich an verschiedene räumliche Anforderungen anpassen, von kompakten, dekorativen Elementen bis hin zu großflächigen, akustisch wirksamen Installationen.

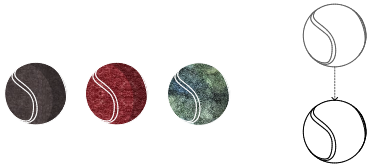


Abb. 5.3.16: Variationen



Abb. 5.3.17: Fertiges Mockup



Abb. 5.3.18: Anwendungsskizze

Ausblick

Die Weiterentwicklung des Raumelements ist eng an handwerkliche Prozesse gebunden, da Präzision, Materialverständnis und sorgfältige Ausführung einen wesentlichen Einfluss auf Qualität und Funktion haben. Für eine zukünftige Optimierung sind gezielte Messungen notwendig, insbesondere im Hinblick auf die akustische Wirksamkeit, Belastbarkeit und Dauerhaftigkeit der Materialien.

Auf dieser Grundlage können Verbesserungen an den Produkten vorgenommen werden, etwa in der Fügung, der Oberflächenbehandlung oder der konstruktiven Ausführung, um Funktion und Langlebigkeit weiter zu erhöhen. Gleichzeitig zeigt das Projekt auch seine Grenzen: Die Materialeigenschaften der Tennisbälle, insbesondere ihre begrenzte Witterungsbeständigkeit, schränken den Einsatz vorwiegend auf den Innenraum ein. Dennoch bietet das entwickelte System eine solide Grundlage für weitere Experimente und Anpassungen im Bereich nachhaltiger und modularer Raumgestaltung.

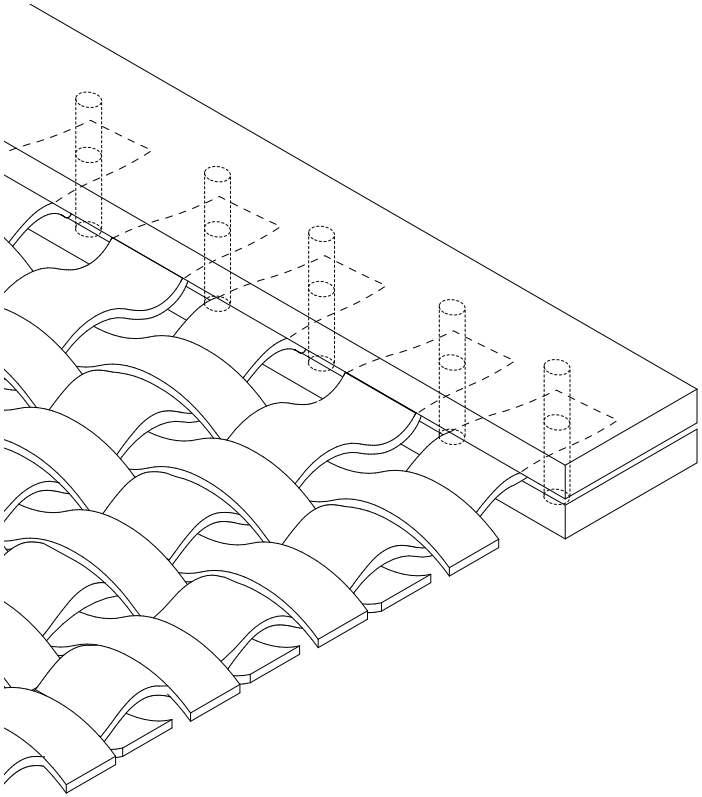


Abb. 5.4.1. Strich-Isometrie

5.4 PAKETBÄNDER - WEBEREI RE-FRAME

Jana Esselbrügge, Lucie Veermann



Abb. 5.4.2: Ausgangsmaterial

Ausgangsmaterial

Umreifungsbänder werden genutzt, um als lineare und textile Verbindung Material oder Bauteile zu umspannen und damit zu bündeln oder zu fixieren. Durch das Umlegen um die Elemente mit anschließender Fixierung durch Zugspannung, zum Beispiel durch eine Klemme, eine Schnalle oder auch eine Verschweißung, werden vor allem Paletten Materialien (z. B. Dachpfannen) beim Transport gesichert.
Jährlich fallen in Deutschland bis zu 1 Million Tonnen Kunststoff-Umreifungsbänder als Abfall an. Nur ein kleiner Bruchteil wird recycelt, da die Lagerung des Materials aufgrund seiner störrischen Eigenschaften, wie der hohen Festigkeit und der scharfen Schnittkanten, problematisch ist.

Idee

Um aus den schmalen Stücken eine Fläche herzustellen, wurde hier eine Webtechnik untersucht. Durch die Teil-Flexibilität des Ausgangsmaterials entsteht beim Verweben eine hohe Eigenfestigkeit des Elementes, welche ohne zusätzliche Verbindungselemente eines anderen Materials auskommt.
So wird eine sortenreine Fläche möglich, die komplett reversibel ausgeführt ist. Für die praktische Verarbeitung ist jedoch eine Rahmenkonstruktion nötig, um die Bänder anfangs zu fixieren, bis die Webstruktur genug Eigenfestigkeit erzeugt hat.
Die Umreifungsbänder werden grundsätzlich in verschiedenen Breiten und Farben hergestellt. Durch die Varianz der Abstände können völlig unterschiedliche Ergebnisse im Endprodukt erzielt werden. Auch die Farbigkeit erzeugt eine Varianz: Sie kann sowohl gestalterisch eingesetzt werden, um Muster deutlicher herauszuarbeiten, als auch als zufällige Variable, je nachdem welches Material gerade zur Verfügung steht, was jedes entstehende Stück einzigartig macht.

Prozess

Der Arbeitsprozess mit den Umreifungsbändern war von praktischen Versuchen mit unterschiedlichen Webtechniken geprägt. Zu Beginn wurden verschiedene Anordnungen und Abstände der Bänder getestet, um zu untersuchen, wie sich das Material unter Spannung verhält und welche Webmuster eine ausreichende Stabilität erzeugen. Dabei wurden sowohl einfache Über-Unter-Strukturen als auch dichtere, versetzte Anordnungen erprobt, um Unterschiede in der Flächenstabilität nachvollziehen zu können.
Dabei zeigte sich, dass die Teil-Flexibilität der Bänder beim Verweben zu einer zunehmenden Eigenfestigkeit der Fläche führt. Während einzelne Bänder leicht verformbar sind, entsteht durch ihre Verschränkung im Geflecht eine stabilere Struktur, während gleichzeitig eine gewisse Flexibilität erhalten bleibt.

Im Verlauf der Versuche wurde außerdem beobachtet, dass die Spannung der Bänder eine zentrale Rolle für das Verhalten der Fläche spielt. Daher wurde im Arbeitsprozess erprobt, welche Spannung ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Stabilität und Flexibilität ermöglicht.
Für die Herstellung wurde zunächst eine einfache Rahmenkonstruktion verwendet, um die Bänder während des Webens zu fixieren und eine gleichmäßige Spannung zu gewährleisten. Der Rahmen diente als temporäre Hilfskonstruktion, an der die ersten Bänder befestigt wurden, bevor weitere Bänder schrittweise eingeflochten und gespannt wurden.
Mit fortschreitendem Webprozess stabilisierte sich die Struktur zunehmend selbst. Sobald genügend Kreuzungspunkte entstehen, greifen die einzelnen Bänder ineinander und fixieren sich gegenseitig.



Abb. 5.4.3: Prozessbilder

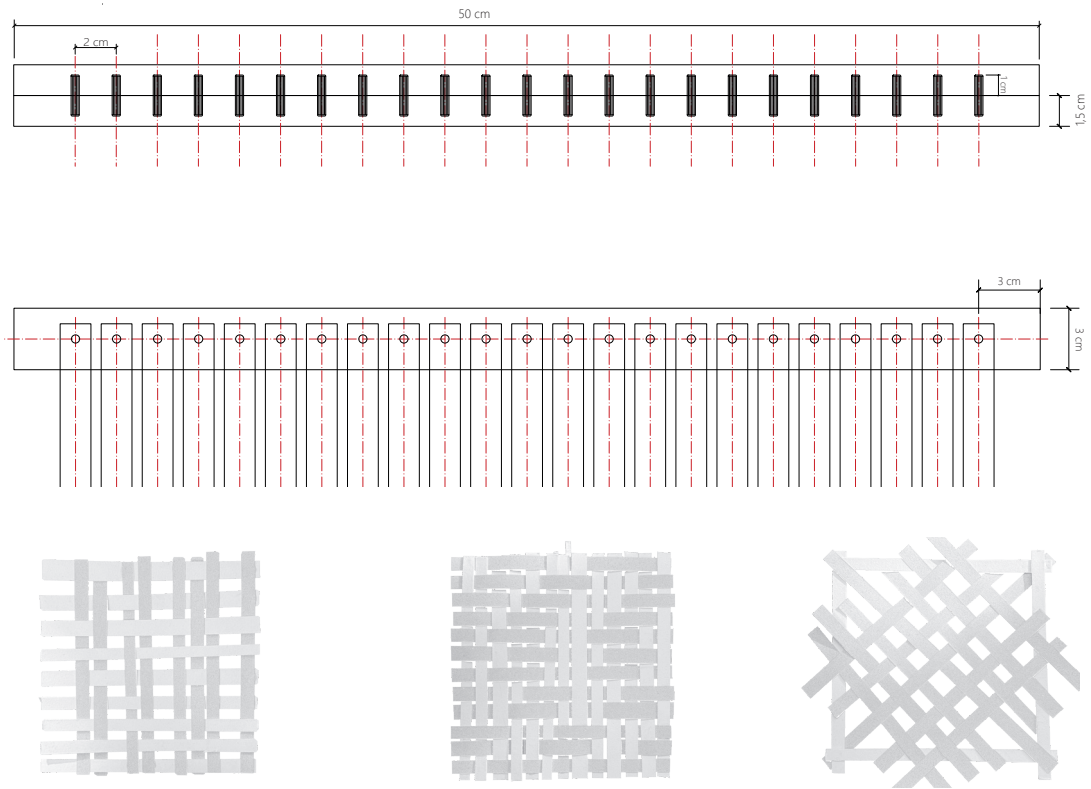


Abb. 5.4.4: Konstruktionsskizzen

Prozess

Während des Arbeitsprozesses wurde deutlich, dass Veränderungen im Webmuster die räumliche Wirkung der Fläche beeinflussen. Unterschiedliche Bandabstände oder Verdichtungen im Geflecht verändern Transparenz sowie Licht- und Schattenwirkung und eröffnen damit ein gestalterisches Potenzial.
Ein weiterer Aspekt lag in der praktischen Handhabung des Materials. Aufgrund der hohen Festigkeit und der teilweise scharfen Schnittkanten erfordert der Umgang mit den Umreifungsbändern eine sorgfältige Verarbeitung.
Insgesamt entwickelte sich der Arbeitsprozess zu einer Kombination aus experimenteller Materialuntersuchung und praktischer Erprobung. Durch das Anpassen von Spannung, Bandabständen und Webmustern konnte schrittweise ein besseres Verständnis für die konstruktiven Eigenschaften des Materials gewonnen werden.



Abb. 5.4.5:Perspektive

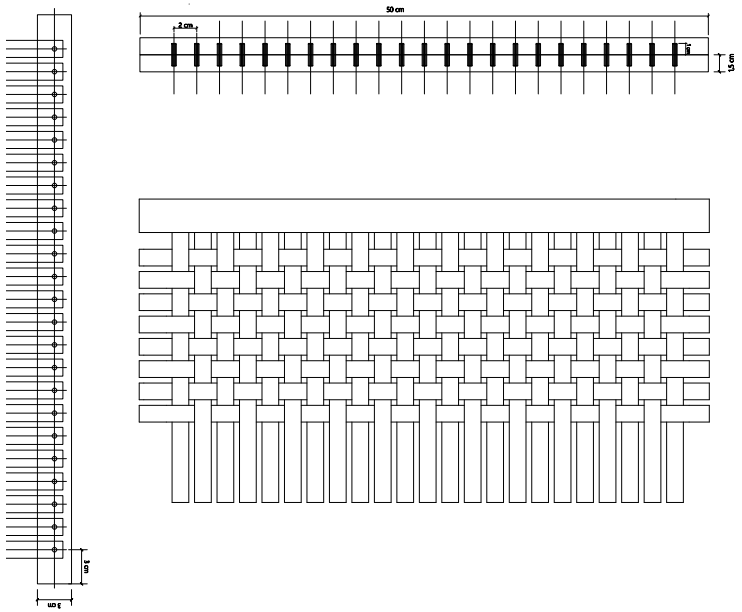


Abb. 5.4.6: Dreitafelprojektion

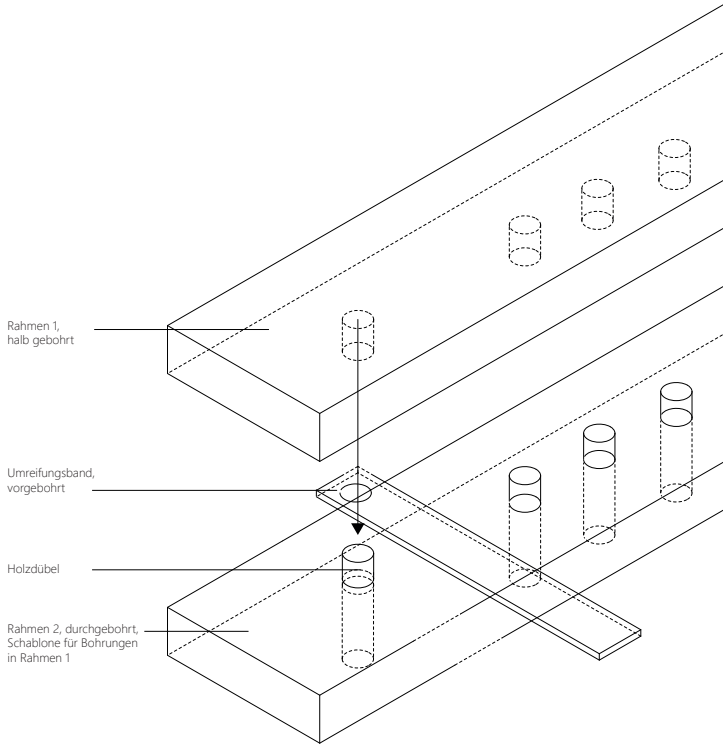


Abb. 5.4.7: Sprengisometrie

Das Mockup: Re-Frame

Im Rahmen des Studios wurden zwei Mock-Ups entwickelt, die jeweils zwei zentrale Eigenschaften exemplarisch darstellen.
Das erste Mock-Up misst 1 m in der Höhe und 50 cm in der Breite und ist ausschließlich an der oberen und unteren Rahmenseite befestigt. Diese reduzierte Fixierung bewahrt die Flexibilität der Umreifungsbänder, wodurch das Bauteil gezielt verformbar bleibt und auf äußere Kräfte reagiert.
Das zweite Mock-Up veranschaulicht eine reversible Rahmenkonstruktion mit Fokus auf Materialeffizienz und einfacher Austauschbarkeit einzelner Komponenten. Die Konstruktion kommt ohne zusätzliche Klebeverbindungen aus und basiert auf einem rein mechanisch gefügten Holzrahmen. Die Stabilität wird ausschließlich durch die Grundspannung der eingesetzten Dübelverbindungen sowie durch die strukturelle Integrität des gewählten Webmusters gewährleistet.
Durch die Variation von Webmustern und Bandabständen lassen sich unterschiedliche Flächenqualitäten erzeugen – von offen bis nahezu geschlossen. Diese modulare Anpassbarkeit beeinflusst nicht nur den Grad der Verschattung, sondern ermöglicht auch gezielte gestalterische Eingriffe, etwa durch die bewusste Steuerung des Schattenwurfs im Raum.



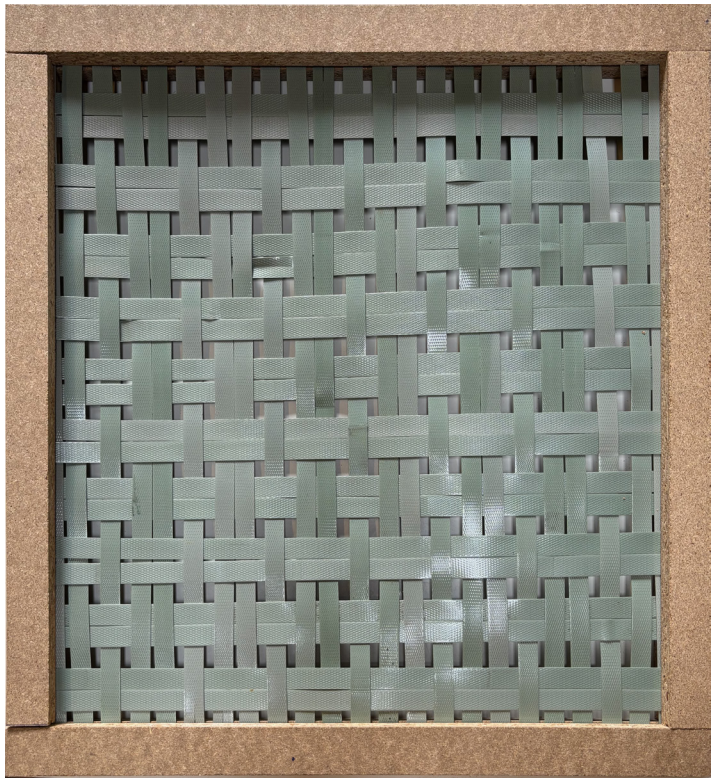


Abb. 5.4.8: Fertiges Mockup

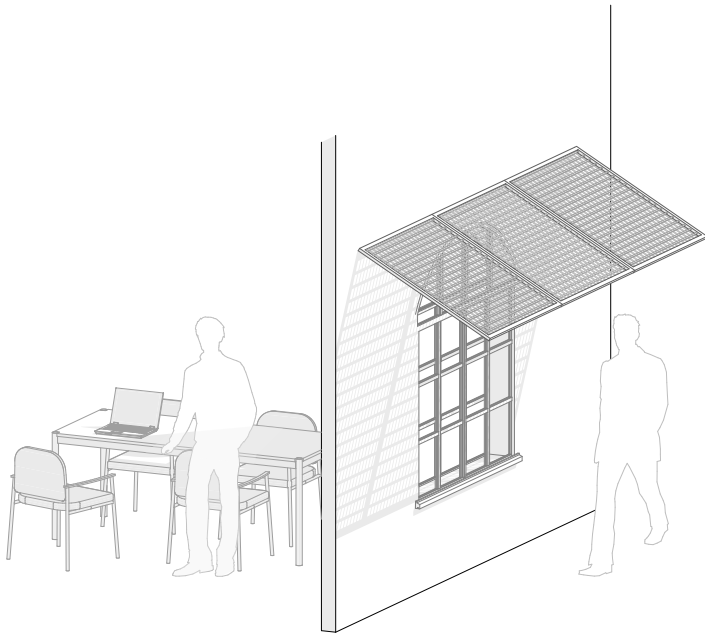


Abb. 5.4.9: Anwendungsskizze

Ausblick

Der Ausblick liegt in der Weiterentwicklung der Mock-Ups zu einem skalierbaren Fassaden- oder Innenraumsystem, das funktionale und gestalterische Anforderungen integriert. Aufbauend auf den getesteten Prinzipien der Flexibilität und Reversibilität könnte die Konstruktion hinsichtlich Dimensionierung und Tragfähigkeit optimiert werden, um größere Spannweiten oder raumhohe Elemente zu realisieren. Dabei wäre insbesondere die Übertragung der mechanischen Fügetechnik auf unterschiedliche Holzquerschnitte oder alternative Materialien von Interesse.
Darüber hinaus bieten Variationen von Webmustern und Banddichten Potenzial für eine präzisere Steuerung von Licht, Blickbeziehungen und klimatischen Parametern. Durch Messungen und simulationsgestützte Analysen könnten Verschattungsgrad, Luftzirkulation oder akustische Eigenschaften genauer untersucht werden, sodass sich das System nicht nur gestalterisch, sondern auch performativ weiterentwickeln lässt.
Für eine mögliche Weiterentwicklung wäre zu prüfen, inwiefern sich Teile des Prozesses vereinfachen oder standardisieren lassen. Auch die Grenzen des Produkts müssen berücksichtigt werden. Dazu zählen unter anderem die Belastbarkeit der Umreifungsbänder, mögliche Alterungsprozesse des Materials sowie konstruktive Einschränkungen bei größeren Spannweiten oder einer langfristigen Nutzung im Außenraum. Langfristig erscheint eine Integration in zirkuläre Materialkreisläufe denkbar. Die reversible Fügung ermöglicht eine sortenreine Trennung der Komponenten und unterstützt damit Wiederverwendung oder Umnutzung. So könnte aus den experimentellen Mock-Ups ein nachhaltiges und adaptives Bausystem entstehen.



Abb. 5.4.10: Verschattungsvarianten

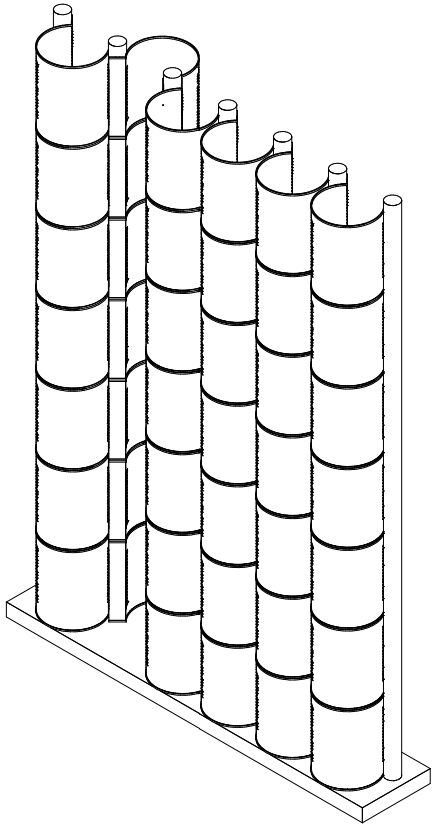


Abb. 5.5.1. Strichisometrie / Perspektive

5.5 KONSERVENDOSEN - RAUMKONSERVE

Mariem El Amri, Sven Walther



Abb. 5.5.2: Ausgangsmaterial

Ausgangsmaterial

Während die Produktion einer Konservendose 1800 noch eine Stunde dauerte, ermöglichte die Industrialisierung die Massenproduktion. Heute werden in Deutschland im Jahr rund 4 Milliarden Konservendosen verkauft. Die zylindrische Form steift die Dose aus, damit die Dose unter Druck und Hitze befüllt werden kann, um den Inhalt haltbar zu machen. Konservendosen bestehen zu 95 % aus Weißblech. Dieser Werkstoff zeichnet sich dadurch aus, dass er beliebig oft ohne Qualitätsverlust recycelt werden kann (vgl. Thyssen-Krupp o.J.). Da Weißblech magnetisierbar ist lässt es sich in der Müllsortierung sehr effizient sammeln und weißt daher mit über 90 % auch eine sehr hohe Recyclingquote auf (vgl. Thyssen-Krupp o.J., DWR o.J.)

Idee

Das Metall eignet sich sowohl im Außen- als auch im Innenraum als Wand- oder Deckenbekleidung. Die Konservendose ist ein Zylinder aus Metall mit einer in das Material geprägten Struktur. Je nach Hersteller variiert die Prägung und die Farbe des Metalls oder auch die Beschichtung im Inneren. Durch die Auswahl der Dosen lässt sich so ein homogenes als auch heterogenes ein Bild erschaffen. Werden Dosen mit anderem Durchmesser verwendet entsteht wiederum ein neues Bild. Metall lässt sich dauerhaft und temporär verformen. Durch stecken, klemmen, nieten, schrauben und magnetisieren ermöglicht es vielseitige Fügungsmöglichkeiten. Das geringe Gewicht schließt auch Fügungen wie nähen, verkanten oder weben nicht aus. Durch diese Eigenschaften bietet die Konservendose zahlreiche Gestaltungs- und Einsatzszenarien.

Prozess

Die erste Idee war es die Dosen aufzutrennen und sie in ein planes Blech zu pressen. Dieses Produkt ließe sich wie eine Schindel als überlappende und wasserführende Fassadenbekleidung nutzen. Da Weißblech sobald die Zinnschicht beschädigt ist sehr korrosionsanfällig ist, sind sie in unbehandeltem Zustand für den Einsatz in wetterexponierten Lagen und Feuchträumen nicht geeignet. Da das Material nicht beschichtet werden sollte, welches im Anschluss an die Nutzung das Recycling verkompliziert, wurde diese Idee wieder verworfen. Der Fokus fiel daher auf eine Konstruktionsweise welche modular und dadurch flexibel nutzbar sein sollte. Im Prozess wurden alle Teile der Dose bearbeitet und die unterschiedlichen physikalischen Eigenschaften genutzt. So entstanden zwei Mockups die als Wand- oder Deckenbekleidung funktionieren.

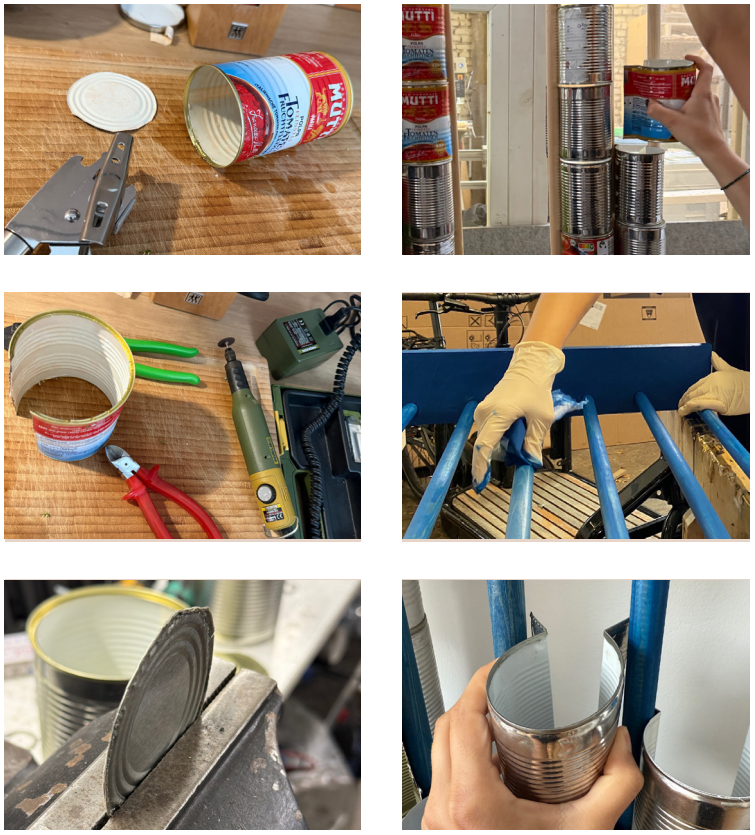


Abb. 5.5.3: Prozessbilder



Abb. 5.5.4: Prozessbilder

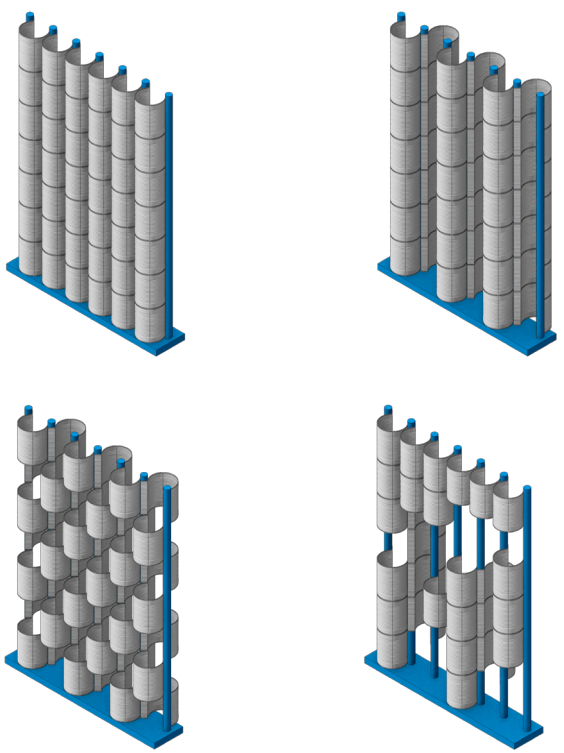


Abb. 5.5.5: Isometrie / Perspektive

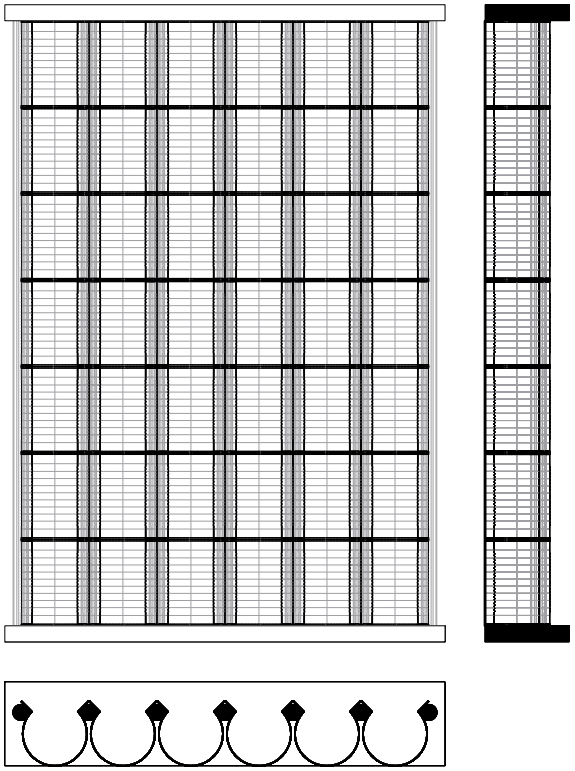


Abb. 5.5.6: Dreitafelprojektion

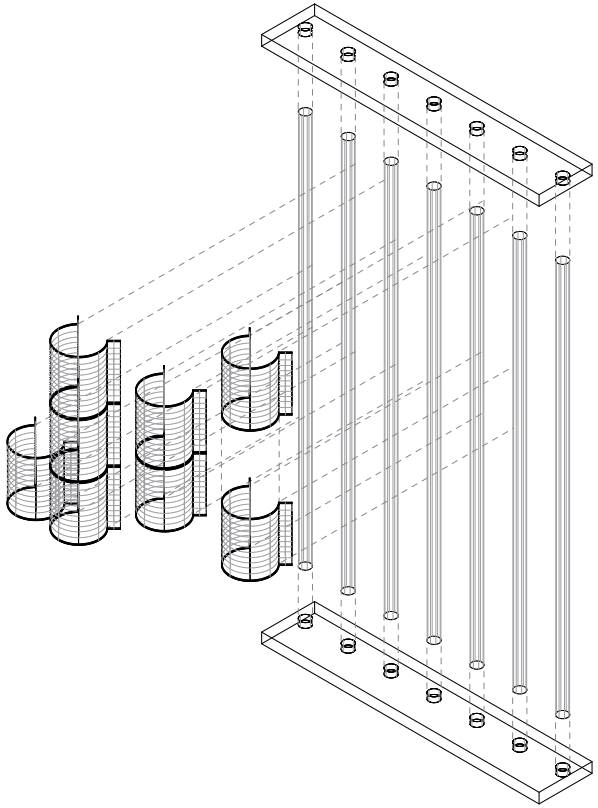


Abb. 5.5.7: Sprengisometrie

DOSENWAND

Wichtig bei dem Mockup war die Austauschbarkeit einzelner Dosen. Mit dem vertikalen Aufflexen wurde die elastische Verformbarkeit deutlich. Das umschlagen der geschnittenen Enden sollte erst auf eine Unterkonstruktion (UK) verschraubt werden. Um eine bessere Rückbaubarkeit herzustellen, entstand im Prozess eine UK in welche die Dosen eingeklemmt werden. Der Durchmesser eines Stabs der UK mit 20mm ist der umgeschlagenen Krempe von 20mm angepasst. Der Zwischenraum zwischen der UK wurde so gewählt, dass jede Dose selbstklemmend hält ohne eine weitere horizontale Befestigung. Zuerst wird es plastisch und dauerhaft verformt, wobei die Elastizitätsgrenze überschritten wird ohne, dass das Material bricht. Im zweiten Schritt wird das Metall in die Unterkonstruktion geklemmt: Durch Krafteinwirkung wird die Form zusammengedrückt, ohne dabei die Elastizitätsgrenze zu überschreiten, sodass das Metall beim Loslassen in seine Form zurückkehrt und sich so zwischen den Stäben der Unterkonstruktion festklemmt.

PLÄTTLI

Bei der Aufbereitung der Konservendosen bleiben jeweils die Deckel und Böden übrig. Diese lassen sich in überlappenden Schichten als Fassadenbekleidung verwenden und bilden eine schillernde Oberfläche ähnlich dem Schuppenkleid eines Fisches. Die Deckel müssen hierfür im Bereich der Öffnungslasche um gefaltet werden. Beim Abschneiden der Böden bleibt an diesen eine Falz stehen. Diese muss eingeschnitten und auf Ebene des Bodens gepresst werden um eine plane Scheibe zu erhalten wobei eine Prägung entsteht. Die Deckel lassen sich nun einfach an der Öffnungslasche aufhängen, die Böden müssen zur Fixierung durchstochen werden.





Abb. 5.5.8: Fertiges Mockup

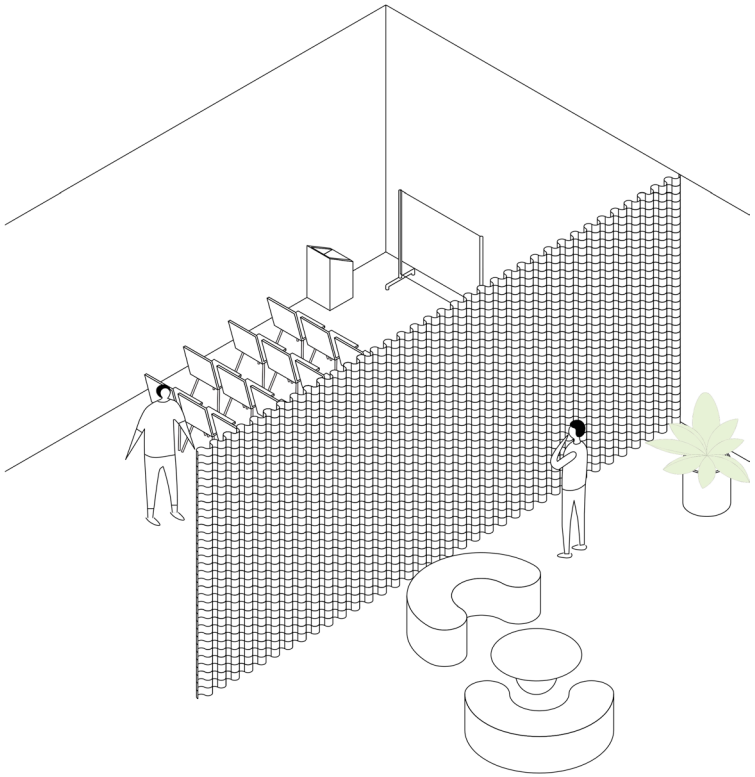


Abb. 5.5.9: Anwendungsskizze

Ausblick

Aktuell basiert die Herstellung auf der manuellen Bearbeitung einzelner Dosen. Für die breite Anwendung ist davon auszugehen, dass Nutzer:innen die Fertigung durch Handwerker:innen ausführen lassen, weshalb daraus erhöhte Arbeitskosten resultieren können. Perspektivisch ließe sich das Produkt jedoch relativ einfach standardisieren und in Serie produzieren. Bereits einfache Anschläge für Schnitte und Biegungen können die Bearbeitung beschleunigen und zu einer homogeneren Qualität beitragen. Langfristig wäre auch eine automatisierte Fertigung denkbar, wodurch eine wirtschaftliche Massenproduktion ermöglicht werden könnte. Der modulare Aufbau ermöglicht unterschiedliche Konfigurationen, sowie eine Anpassung an verschiedene räumliche Situationen. In dieser Hinsicht bleibt zu untersuchen, wie häufig die Dosen ein- und ausgebaut werden können, ohne dass das Material an Flexibilität verliert oder durch wiederholtes Zusammendrücken überformt wird. Das Material ist anfällig gegenüber Korrosion, daher ist der Einsatz in feuchten Bereichen nur eingeschränkt geeignet und kann zu verkürzten Lebenszyklen führen. Gleichzeitig eröffnet das System verschiedene Entwicklungsmöglichkeiten. Die Hohlräume der Konservendosen könnten beispielsweise durch die Befüllung mit Re- Use Tennisbällen zusätzliche schalldämpfende Eigenschaften entwickeln. Ebenso wäre eine Integration von Licht oder Pflanzen denkbar. Durch die metallische Oberfläche entstehen Lichtreflexionen, die die räumliche Wirkung des Elements verstärken. Hinsichtlich der Nutzerakzeptanz ist zu vermuten, dass diese vergleichsweise hoch ausfallen könnte, da das Produkt als klar erkennbares Reuse-Objekt wahrgenommen wird und Metall häufig mit Wertigkeit und Langlebigkeit assoziiert wird.

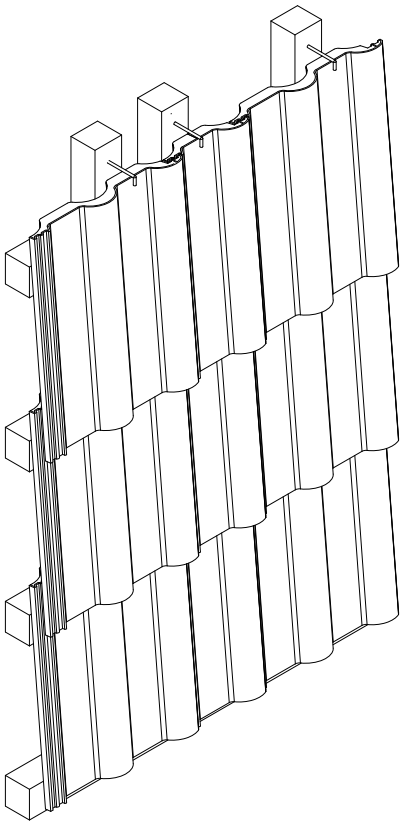


Abb. 5.6.1. Strichisometrie



Abb. 5.6.2: Ausgangsmaterial

5.6 DACHZIEGEL - VOM DACH ZUR FASSADE

Viktoria Berger, Valentin Riede, Lukas Dauenheimer

Ausgangsmaterial

1.) Glasdachziegel halbe Frankfurter Pfanne
- Material: massives Echtglas
- Maße: ca. 180 x 420 mm
- derzeitige Nachnutzung: Downcycling in Form von Zerkleinerung bzw. Einschmelzung sowie Weiterverarbeitung als Zusatzstoff oder als ein anderes Glasprodukt
-Fundort: Bauteilbörse Bremen

2.) Frankfurter Dachpfannen
- Material: Betondachstein (bestehend aus quarzhaltigem Sand, Portlandzement, Wasser, Fabpigmenten, ggf. Zusatzstoffe)
- Maße: ca. 330 x 420 mm
- derzeitige Nachnutzung: Downcycling in Form von Zerkleinerung, sowie Weiterverarbeitung zu Schotter, Füllmaterial oder Unterbaumaterial
-Fundort: als Restbestand übrig (Dachdeckerfirma)

Idee

Ausgangspunkt des Projekts war die Frage, wie sich ausgediente Dachpfannen vor dem Downcycling bewahren und in einem neuen Kontext weiterverwenden lassen. Statt sie zu zerkleinern oder einzuschmelzen, sollten sie als ganzes Bauteil sichtbar und funktionsfähig bleiben. Die Idee besteht darin, das Prinzip der Dachdeckung auf die Fassade zu übertragen und die Pfanne aus ihrer ursprünglichen, geneigten Lage in die Vertikale zu bringen. Dadurch entsteht ein neues Fassadensystem, das auf Wiederverwendung, Reversibilität und Austauschbarkeit basiert. Gleichzeitig eröffnet die Kombination aus Betondachpfannen und transparenten Glasdachziegeln gestalterische Möglichkeiten zwischen Geschlossenheit und Durchlässigkeit. Die Konstruktion wird dabei nicht nur technisches Mittel, sondern prägendes Gestaltungselement der Fassade.

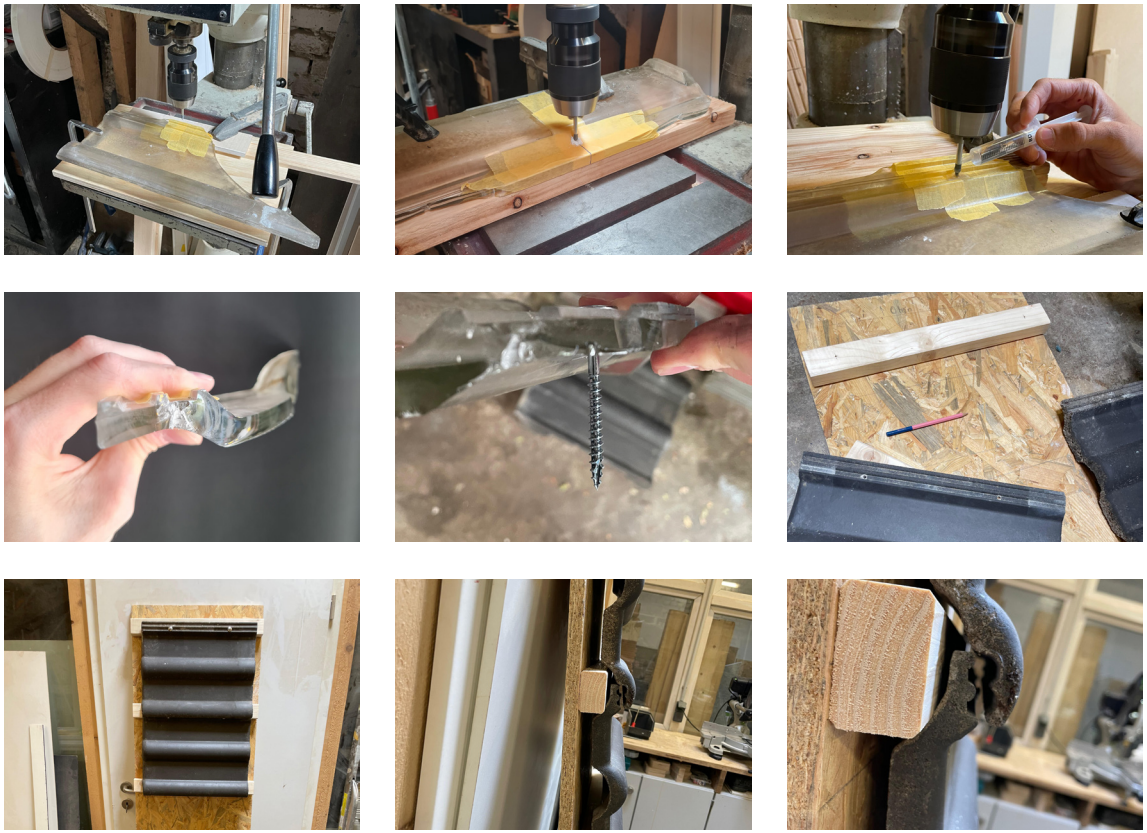


Abb. 5.6.3: Prozessbilder

Prozess

Die erste Hälfte des Entwicklungsprozesses war durch konstruktive Experimente geprägt. Da Dachpfannen in ihrer ursprünglichen Funktion primär durch ihr Eigengewicht sowie die Fügungstechnik des Auflegens fixiert werden, lässt sich dieses Prinzip bei einer vertikalen Verlegung an der Fassade nicht übernehmen.

Ein erster Ansatz bestand darin, die Dachpfannen direkt auf einer Unterkonstruktion zu verschrauben. Aufgrund der Materialstärke sowie des Schutzes durch die Überlappung der jeweils darüberliegenden Pfanne erschien eine Befestigung im Bereich der Verfalzung am sinnvollsten. Bei Betondachsteinen erwies sich dieses Verfahren als technisch machbar, erfordert jedoch aufgrund der geringen Toleranzen im Falzbereich eine hohe Präzision. Diese notwendige Genauigkeit

erschwert die Montage mit herkömmlichen Akkuschraubern erheblich und macht eine werkstattseitige Vorbereitung der Bauteile vor der Installation unumgänglich. Beim Glasdachziegel hingegen verhinderte die höhere Mohshärte (5,5 bis 6 im Vergleich zu 3 bis 5 bei Beton) eine zerstörungsfreie Bohrung. Da der Anspruch an die Konstruktion jedoch eine einheitliche Befestigungslösung für alle Pfannenarten – oder zumindest für die vorliegenden Fundstücke – vorsah, wurde die Methode der Verschraubung nicht weiterverfolgt. Zudem bietet eine starre Verschraubung im Falzbereich keinerlei Flexibilität bei der Anordnung oder der späteren Wartung und Reparatur. Die Überlappung muss dabei aufgrund der vorgegebenen Geometrie exakt an der Verfalzung erfolgen. Um eine universell anwendbare Konstruktion zu entwickeln, die eine einfache Montage ohne aufwendige Vorarbeit sowie eine problemlose Reparatur ermöglicht, wurde die Verankerung mittels handelsüblicher Schlitzhaken entworfen. Deren Funktionsweise wird auf der folgenden Seite erläutert.

Nach der finalen Definition dieser Konstruktionsmethode konzentrierte sich die zweite Hälfte des Prozesses auf die Ausarbeitung der Gestaltungsmöglichkeiten. Diese variieren je nach Materialbestand und Dachpfannenart. Der folgende Entwurf befasst sich detailliert mit der Umsetzung einer opaken sowie einer transparenten Ausführung.



Abb. 5.6.4: Prozessbilder

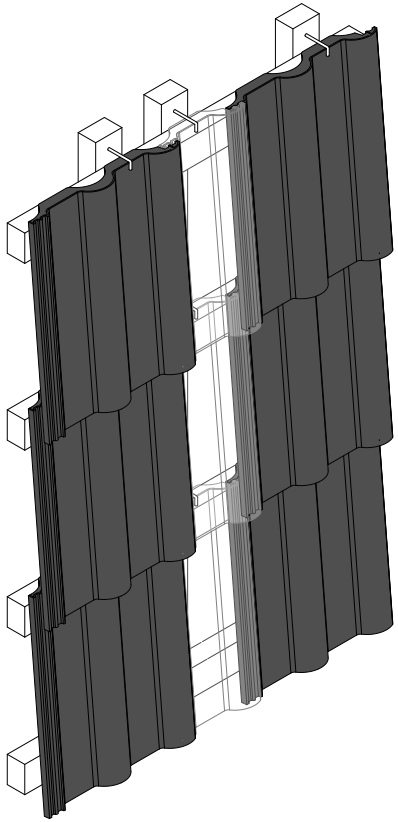


Abb. 5.6.5: Isometrie

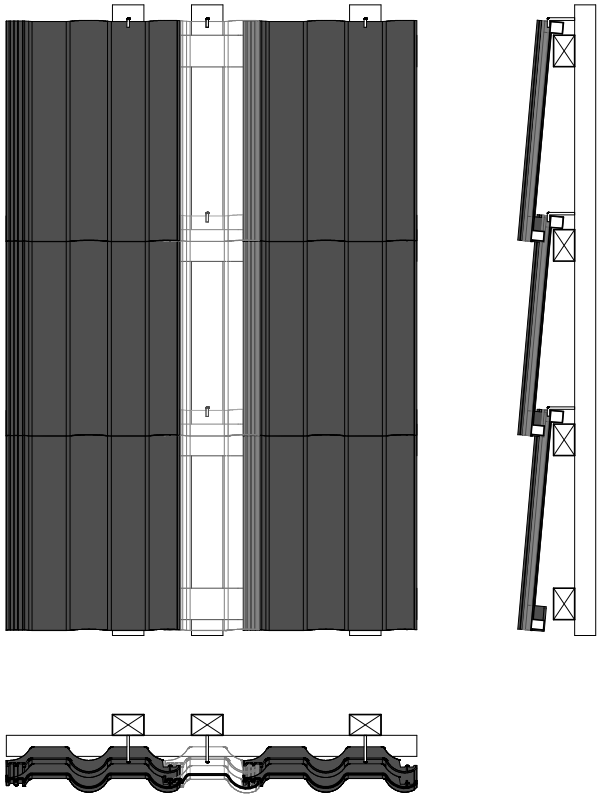


Abb. 5.6.6: Dreitafelprojektion

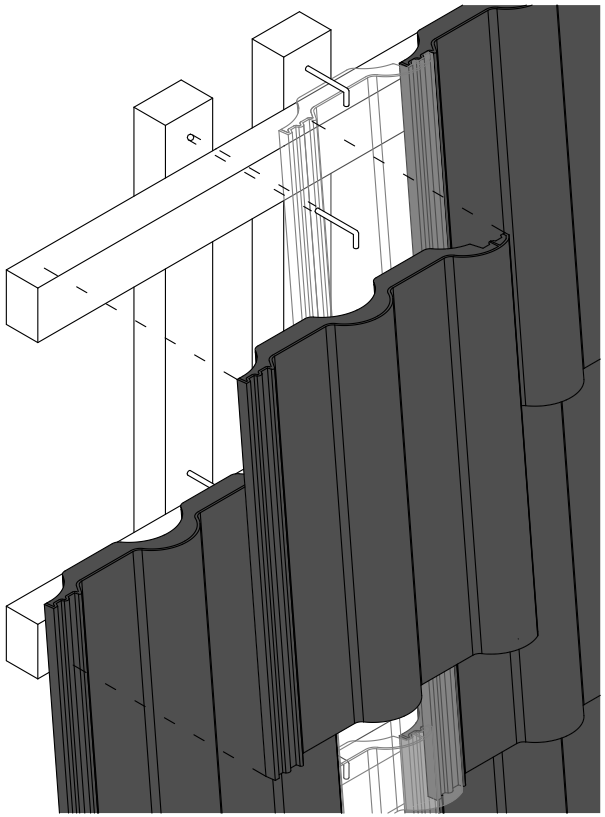


Abb. 5.6.7: Sprengisometrie

Das Mockup: vom Dach zur Fassade

Ziel des Projekts war die Entwicklung einer Fassadenkonstruktion, bei der Dachpfannen ohne Verschraubung befestigt und einzeln austauschbar bleiben. Das Mockup diente dazu, diese Konstruktion unter realen Bedingungen zu prüfen und konstruktiv weiterzuentwickeln.

Im Gegensatz zum geneigten Dach stellt die senkrechte Fassade die Herausforderung dar, dass die Pfannen ohne zusätzliche Sicherung nach vorne herausfallen können. Um dieses Problem zu lösen, wurde eine hinterlüftete Vorhangfassade mit vertikaler Lattung und horizontaler Konterlattung umgesetzt. Die Dachpfannen werden, wie beim Dach, in die Konterlattung eingehängt.

Zur Sicherung wird oberhalb jeder Pfanne ein handelsüblicher Schlitzhaken mittig in die vertikale Lattung geschraubt. Beim Einsetzen befindet sich der Haken zunächst in waagerechter Position. Nach dem Einhängen wird er in die Senkrechte gedreht und fixiert die Pfanne (s. Abb. 5.6.8). Für den Austausch genügt es, die darüberliegende Pfanne leicht anzuheben und den Haken zurückzudrehen.

Im Mockup kamen Frankfurter Pfannen zum Einsatz, sowohl Betondachpfannen als auch transparente Glasdachpfannen (s. Abb. 5.6.2). Durch ihre standardisierten Maße sind sie kombinierbar; je nach Breite variiert lediglich die Anzahl bzw. der Abstand der Latten (s. Abb. 5.6.9 / 5.6.10).

Das Mockup zeigt, dass die Konstruktion technisch funktioniert, wartungsfreundlich ist und gleichzeitig gestalterische Variationen ermöglicht.

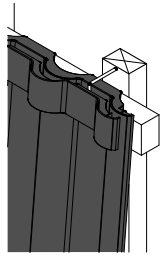


Abb. 5.6.8: Detailausschnitt

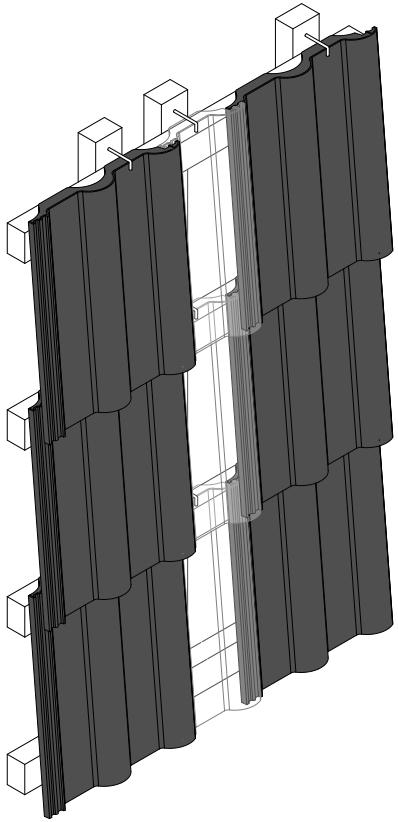


Abb. 5.6.9: Gestaltungsvariante 1

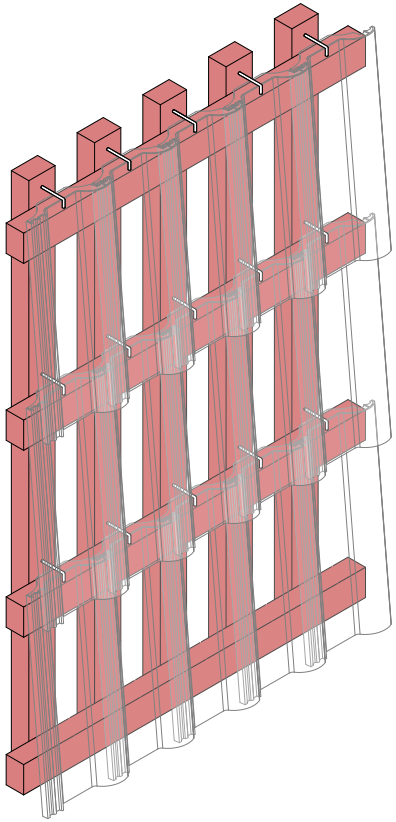


Abb. 5.6.10: Gestaltungsvariante 2

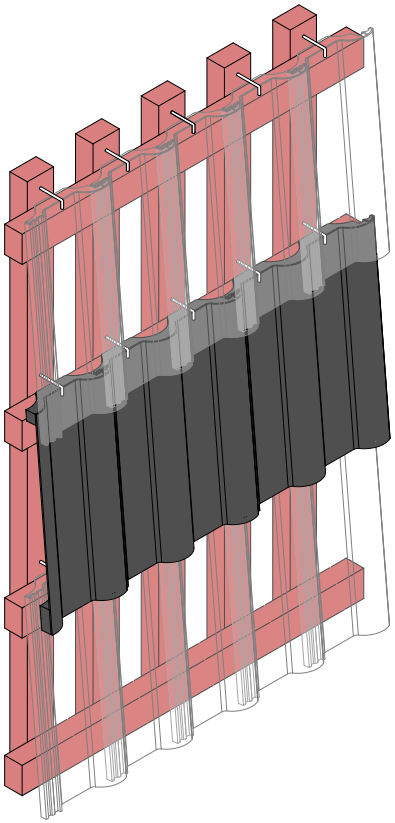


Abb. 5.6.11: Gestaltungsvariante 3

Gestaltungsmöglichkeiten

Bei der Erforschung von unterschiedlichen Gestaltungs-varianten, die sich mit unserer Konstruktionsidee entwerfen lassen, sind wir auf folgende Erkenntnisse gestoßen: Anders als bei üblichen Unterkonstruktionen im Dach, stellt in unserem Fassadenentwurf die erste Lattungsebene einen unmittelbaren Bezug zur Sicherung der Dachpfannen dar. Da wir mit zwei unterschiedlichen Größenformaten arbeiten, sich jedoch die Form und Häufigkeit der Sicherung nicht entsprechend eines größeren Pfannenformates erhöht, entsteht je nach Fassadenbild die Notwendigkeit einer anderen Anordnung der Unterkonstruktion.

1. Gestaltungsvariante:

Eine vertikale Streifung mit abwechselnder Anordnung von je einer Dachpfannenart, entspricht der Gestaltungsvariante mit dem geringsten Materialverbauch[1]. Optisch löst diese Anordnung die klassische Horizontalität von Dachpfannenreihen auf. Mit einem höheren Materialverbauch lassen sich hierbei die Breiten der Streifen entsprechend vergrößern, um diesen Effekt zu verstärken beziehungsweise zu mildern.

2. Gestaltungsvariante:

Die Gestaltung einer Oberfläche mit ausschließlich Glasdachziegeln ist äußerst selten. Das nahezu transparente Erscheinungsbild brachte uns die neue Herausforderung, dass die tatsächliche Gestaltung bereits bei der Unterkonstruktion anfangen muss. Auf diese Weise entstand die Idee, diese farblich hervorzuheben. Dafür wurden Lattung und Konterlattung mit umweltfreundlicher roter Lebensmittelfarbe gestrichen. Diese Gestaltungsvariante hat den höchsten Materialverbrauch.

3. Gestaltungsvariante:

Diese Gestaltungsvariante steht repräsentativ für weitere Möglichkeiten, die sich mit der Kombination aus Streifen (1. Beispiel) und bunter Unterkonstruktion (2. Beispiel) entwerfen lassen.

[1] = Ergänzung: Bei der Verwendung von beiden Arten der Dachpfannen



Abb. 5.6.12: Fertiges Mockup

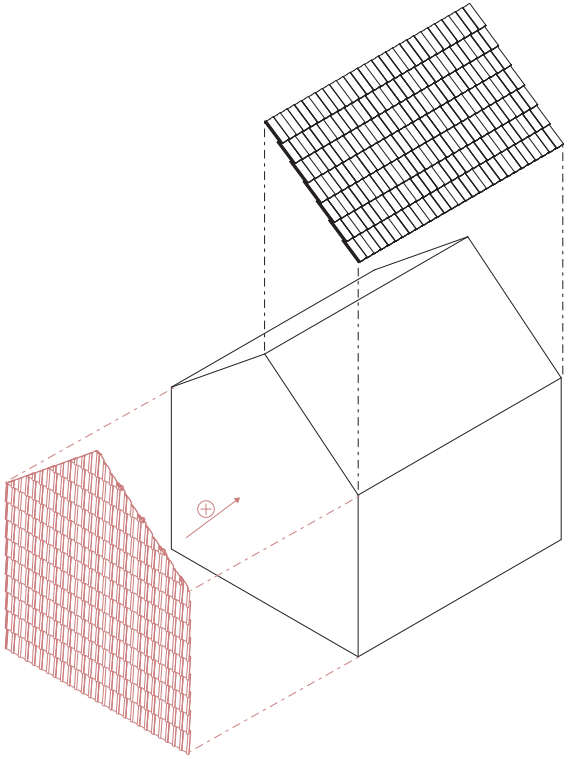


Abb. 5.6.13: Anwendungsskizze

Ausblick

Die Verwendung gebrauchter Dachziegel als Fassadenbekleidung bietet ein erhebliches Potenzial für die zirkuläre Bauwirtschaft. Die Langlebigkeit und Robustheit des Materials sprechen für eine maximale Ausschöpfung des Wiederverwendungszyklus (Re-Use). Dies steht im Gegensatz zur derzeit üblichen Weiterverwertung unter Qualitätsverlust (Downcycling), die zumeist mit einer Zerstörung der ursprünglichen Produktgestalt einhergeht.

Die bevorstehende Sanierungswelle – getrieben durch die stetige Verschärfung energetischer Vorgaben sowie den technischen Fortschritt – führt dazu, dass immer mehr Bestandsgebäude mit Photovoltaik-Anlagen (PV) und Solarthermie nachgerüstet werden. Im Zuge dieser technischen Modernisierung ist es momentan noch gängige Praxis, abgedeckte Dachpfannen durch Neuware zu ersetzen. Selbst wenn künftig auf solche Neuanschaffungen verzichtet würde, sorgt die Entwicklung gebäudeintegrierter Systeme (z. B. Solardachziegel) dafür, dass herkömmliche Dachpfannen auf Dachflächen zunehmend obsolet werden.

Spätestens zu diesem Zeitpunkt wird ein massives Aufkommen an Altmaterial entstehen, das sein technisches Lebenszyklusende in vielen Fällen noch nicht erreicht hat. Die hier ausgearbeitete Konstruktion schafft hierfür Abhilfe, indem sie einen alternativen Verwendungszweck als funktionale Fassadenbekleidung ermöglicht. Aufgrund der simplen Umsetzung sowie der wartungsgerechten Befestigung ist für die Ausführung durch das Fachhandwerk keine zusätzliche Aus- oder Fortbildung erforderlich; die Montage lässt sich nahtlos in die herkömmliche handwerkliche Praxis integrieren.

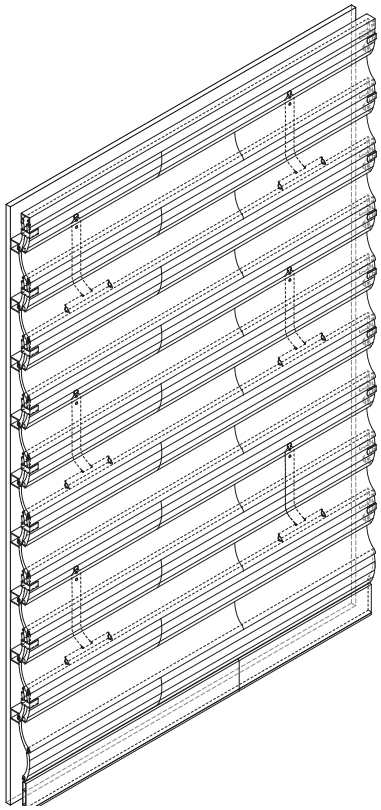


Abb. 5.7.1. Strichisometrie V1

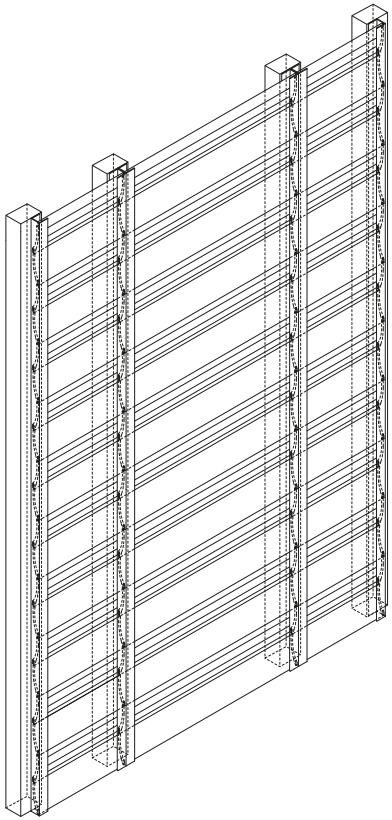


Abb. 5.7.2. Strichisometrie V2

5.7 ROLLÄDEN - ROLLGRID

Mona Weish, Sophie Koch



Abb. 5.7.3: Ausgangsmaterial

Ausgangsmaterial

Das Ausgangsmaterial des Fassadenentwurfs sind Rollläden. Im Vorfeld wurden die unterschiedlichen Materialitäten – Holz, Kunststoff, Stahl und Aluminium – hinsichtlich ihrer Eigenschaften, Einsatzhäufigkeit, Potenziale sowie ihrer Nachhaltigkeit, Recyclingfähigkeit und Nutzungsdauer analysiert. Zudem erfolgte ein Vergleich der Materialien im Hinblick auf ihren CO_2-Fußabdruck und ihre bauordnungsrechtliche Zulässigkeit.

Auf dieser Grundlage wurde das Fassadensystem konsequent „rollladenintern" entwickelt. Ziel ist die Wiederverwendung möglichst vieler Bestandteile. Verwendet werden der Rollladenpanzer, die Führungsschienen sowie die Panzeraufhängungen, die gemeinsam die konstruktive Basis der Fassade bilden und ein ressourcenschonendes Gesamtsystem ermöglichen.

Idee

Das System nutzt die konstruktiven Eigenschaften der Rollladenlamellen, die über integrierte Haken- und Ösenverbindungen verfügen. Um die ursprünglich flexible Struktur in ein formstabiles Fassadenelement zu überführen, werden die Lamellen gegenläufig ineinandergeschoben und dadurch konstruktiv stabilisiert. In Variante eins werden jeweils drei Lamellen zu starren Elementen verbunden und mittels Panzeraufhängungen an einer Unterkonstruktion aus Rollladenführungsschienen befestigt. Bei der zweiten Variante werden die Lamellen, anstelle einer Aufhängung, seitlich in Rollladenführungsschienen eingefasst und als modulare Elemente montiert. Beide Systeme sind flexibel austauschbar und stellen eine abwechslungsreiche Kombination eines starren und modulhaften zu einem fugenlosen und einheitlichen System dar.

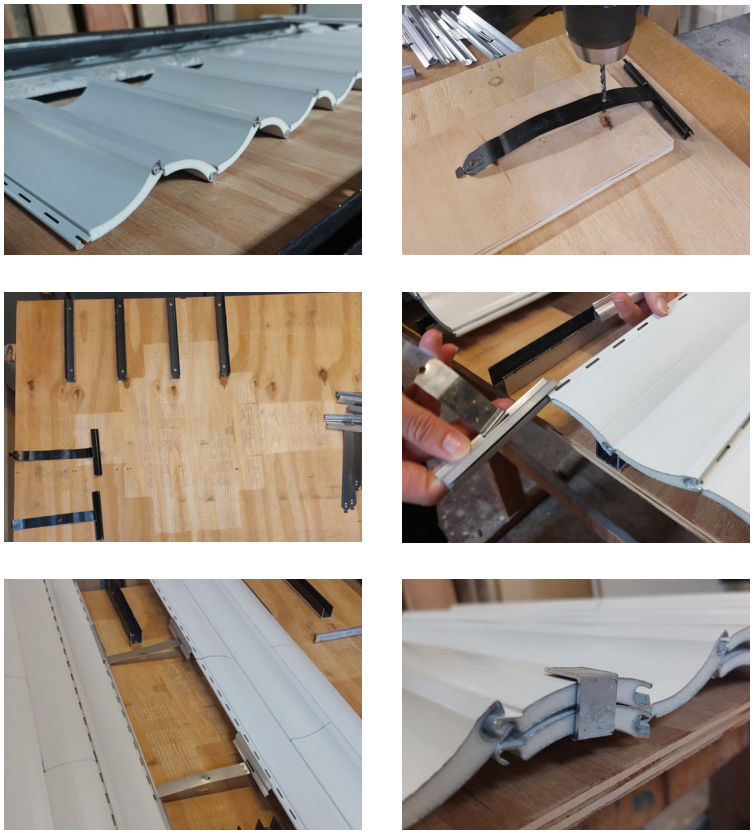


Abb. 5.7.4: Prozessbilder

Prozess Variante 1

Bei diesem Konstruktionssystem wurden zunächst die Lamellen im Proportionsraster des Goldenen Schnittes zugeschnitten, um eine harmonische und ausgewogene Ästhetik zu gewährleisten. Durch diese ausgewählte Proportionsart, ermöglicht das System fließende Übergänge zwischen den Lamellenmodulen, da diese fortlaufend nahtlos ineinandergreifen.

Anschließend wurde jede zweite Lamelle gespiegelt angeordnet. Mit Hilfe der bereits vorhandene Haken-Ösen Verbindung der Rollladen-Lamellen wurden jeweils drei Lamellen entgegengesetzt ineinandergesteckt. Durch diese formschlüssige Verkeilung der Lamellen untereinander, entsteht ein Modul von hoher struktureller Stabilität.

Zur Vorbereitung der Aufhängung an der Fassade wurden Panzeraufhängungen aus dem Rollladen system entsprechend präpariert und in einem Abstand von zwei Lamellen auf der Unterkonstruktion vormontiert. Die dreier Lamellenmodule können daraufhin in die Aufhängungen eingehängt werden, indem die Haken der Lamellen seitlich in die Aufhängungen geschoben werden. Um ein gleichmäßiges Fassadenbild zu gewährleisten und Schattenfugen herzustellen, werden die Module jeweils mit einer Überlappung von einer Lamelle montiert.

Zur Erhöhung der Wind- und Wetterfestigkeit erfolgt zusätzlich eine seitliche Verbindung der Module durch Klammern aus zugeschnittenen Rollladenführungsschienen.

Dieses Vorgehen verbindet gestalterische Präzision mit konstruktiver Stabilität und ermöglicht eine dauerhafte, witterungsbeständige Fassadenintegration der Lamellenmodule.

Prozess Variante 2

Die Lamellen des zweiten Konstruktionssystems werden gespiegelt und an der Materialeigenen Haken-Ösen Verbindung entgegengesetzt ineinandergeschoben. Hierbei kann die Länge der Lamellen beliebig, je nach Nutzerbedarf und -anforderungen, gewählt werden.

Durch die starre Wellenstruktur, die durch das umgekehrte Ineinanderschieben der Module entsteht, weist der Lamellenverbund von vornherein eine hohe flächige Formstabilität auf.

Bei diesem System werden die Lamellen anschließend seitlich durch die Rollladenführungsschienen eingefasst. Dieses Konstruktionsprinzip bietet die Variation verschiedener Lamellenanordnungen und -drehungen. Da die zusammengefügten Lamellen im Ausgangszustand leicht zu hoch für die Schienen sind, müssen diese beim Steckprozess durch Zusammendrücken in die Schienen eingespreizt werden. Diese Vorspannung sorgt dafür, dass die Lamellen nach dem Einsetzen in die Führungsschienen unmittelbar eine hohe Stabilität besitzen und keiner weiteren Fixierung oder Stabilisierung bedürfen.

Die verbleibenden Zwischenräume zwischen den Lamellen und den Führungsschienen werden abschließend mit Korkstreifen ausgefüllt, wodurch die Formstabilität des Systems zusätzlich erhöht wird und mögliche Geräusche durch Wind- oder Wettereinflüsse unterbunden werden.

Dieses Verfahren verbindet konstruktive Robustheit mit präziser, witterungsbeständiger Funktionalität und ermöglicht eine langlebige und ruhige Integration der Lamellen in die Fassadenkonstruktion. Es wird zudem, durch die flexible und vielseitig einsetzbare Rahmenkonstruktion, eine Vielfalt an Raster- und Gestaltungsmöglichkeiten geboten.

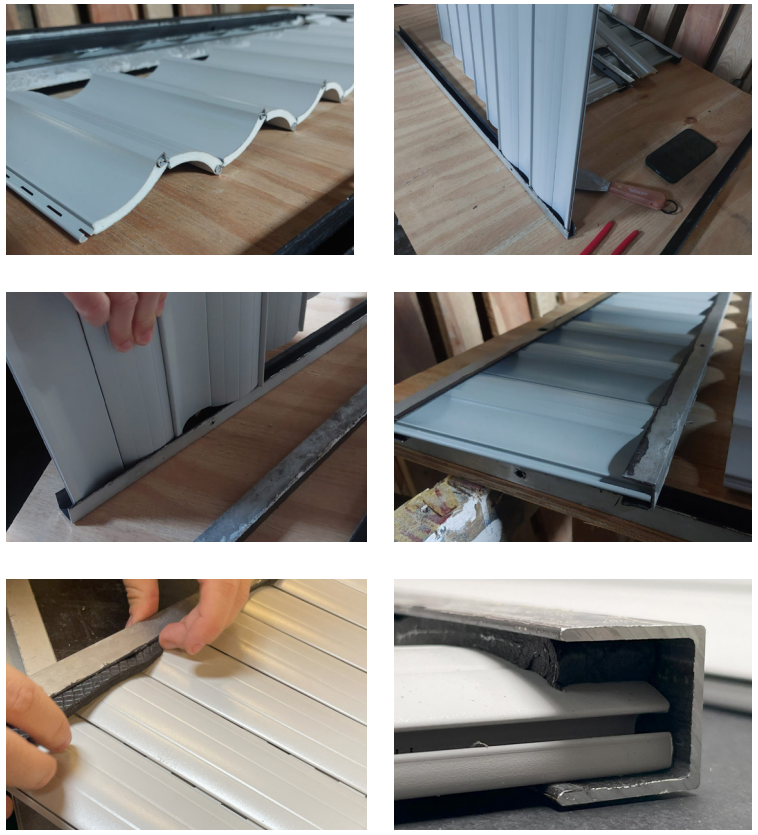


Abb. 5.7.5: Prozessbilder

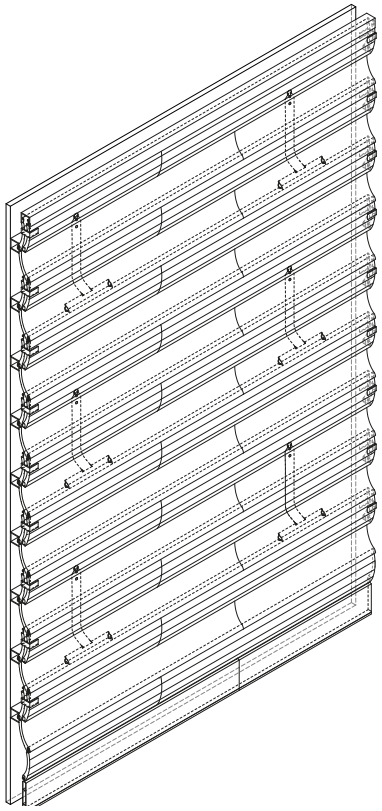


Abb. 5.7.6: Isometrie

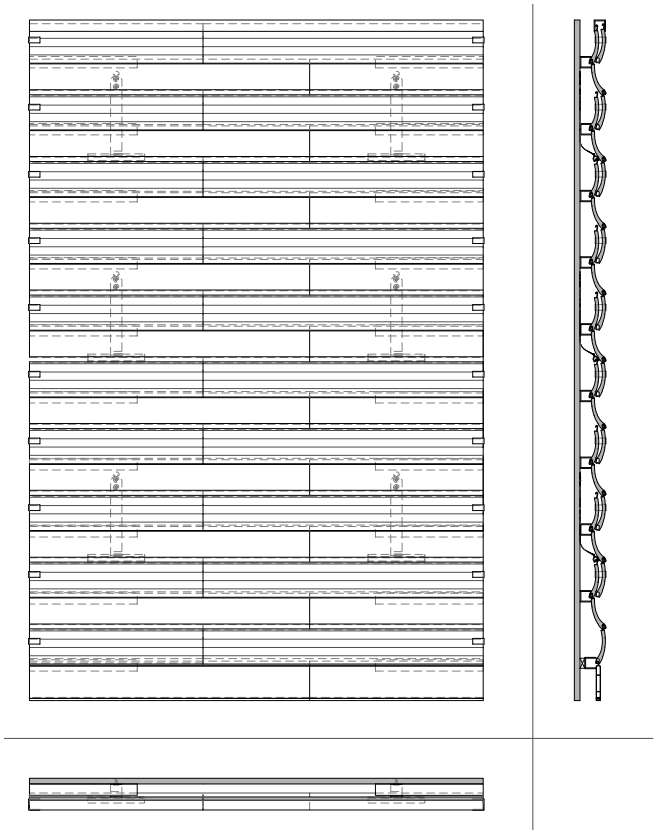


Abb. 5.7.7: Dreitafelprojektion

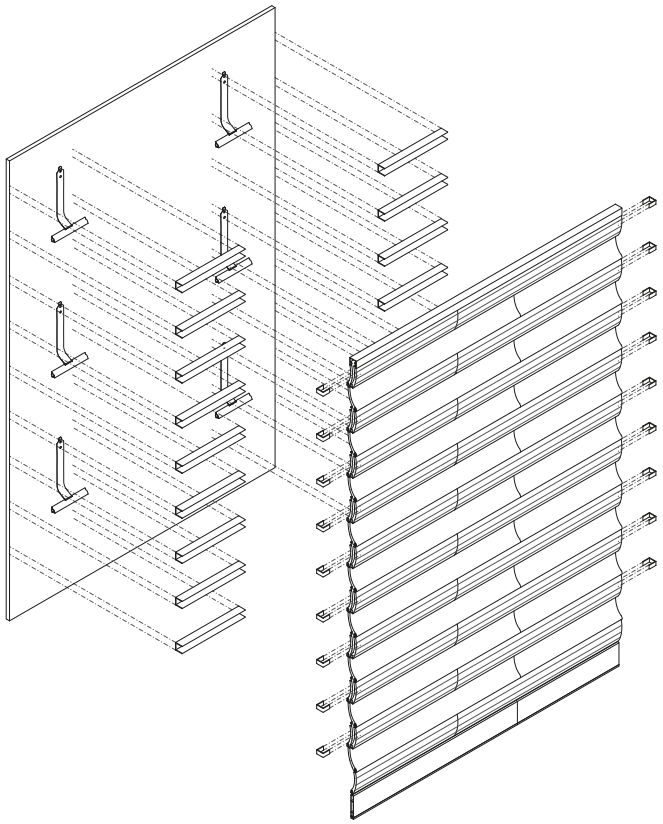


Abb. 5.7.8: Sprengisometrie

Das Mockup: Rollgrid V1

Die Konstruktionsvariante basiert auf den Proportionsprinzipien des Goldenen Schnitts. Die Lamellen sind entsprechend proportioniert zugeschnitten (0,494 m und 0,306 m) und werden versetzt zueinander angeordnet. Durch diese Verschiebung entsteht eine strukturierte, rhythmisierte Oberfläche mit differenzierter Tiefenwirkung, bei der einzelne Elemente optisch miteinander verschränkt werden. Die Überlagerung erzeugt eine plastische Fassadenstruktur mit wechselnden Licht- und Schattenzonen. Konstruktiv erfolgt die Verbindung der Elemente durch ein umgekehrtes Ineinanderstecken der Lamellen. Jeweils drei Reihen werden zu einem Modul zusammengefügt. Die Endreihen überlappen sich und werden mithilfe von aus Rollladenführungsschienen gefertigten Klammern fixiert. Dadurch entsteht eine formschlüssige Verbindung, die eine stabile und widerstandsfähige Oberfläche gewährleistet.

Zur zusätzlichen Stabilisierung werden Rollladenführungsschienen an der Außenseite der Wand montiert und unterhalb der Lamellen positioniert. Sie dienen der Formhaltung sowie der Lastabtragung und tragen zur Aussteifung des Systems bei. Die Befestigung an der Wandaußenseite erfolgt über Panzeraufhängungen, in die die Lamellen seitlich eingeschoben werden. Dieses Prinzip ermöglicht einen flexiblen Austausch einzelner Elemente im Schadensfall, ohne die Gesamtstruktur demontieren zu müssen. Die überlappende Anordnung der Lamellen in Kombination mit der klemmenden Fixierung erhöht die Wind- und Wetterbeständigkeit des Systems. Gleichzeitig werden die konstruktiven Aufhängungen verdeckt, sodass eine homogene, technisch präzise und dynamisch wirkende Oberfläche entsteht.

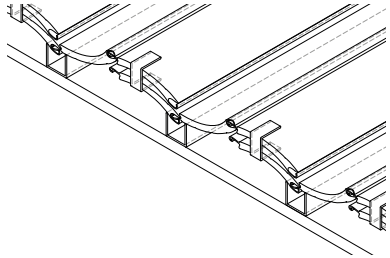


Abb. 5.7.9: Fügung V1

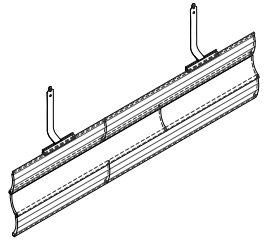


Abb. 5.7.10: Modul V1

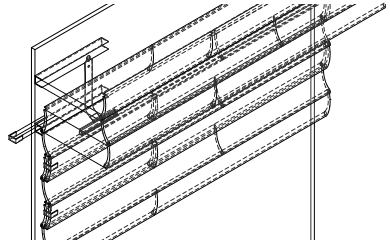


Abb. 5.7.11: Modul Montage V1

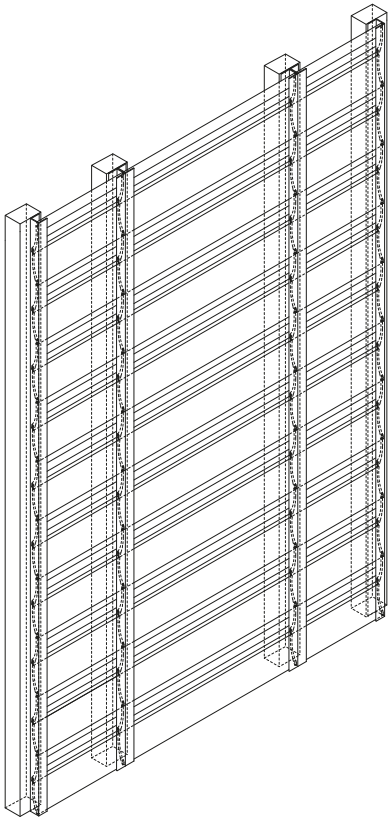


Abb. 5.7.12: Isometrie V2

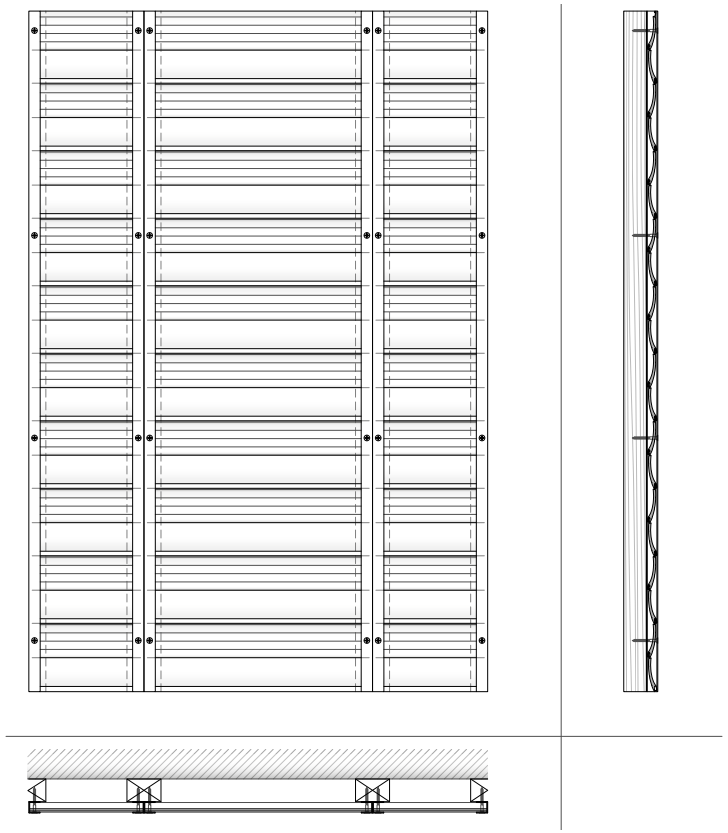


Abb. 5.7.13: Dreitafelprojektion V2

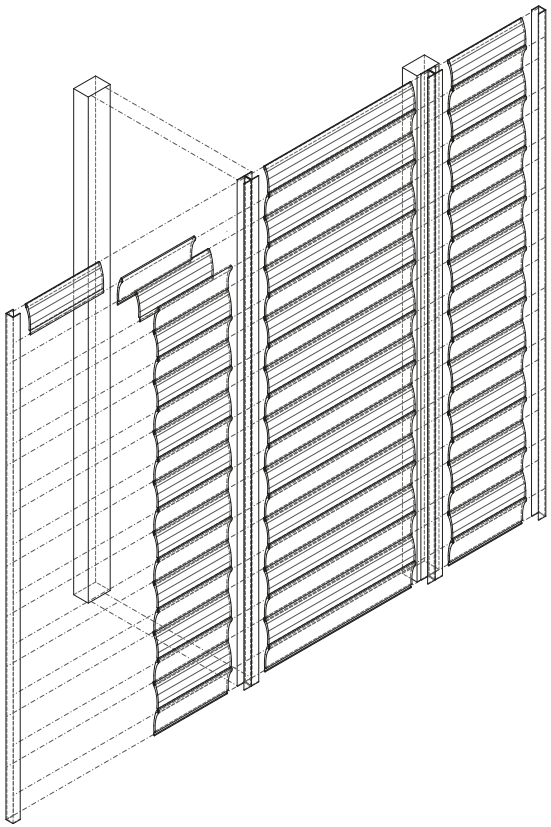


Abb. 5.7.14: Sprengisometrie V2

Das Mockup: Rollgrid V2

Das Konstruktionssystem zeichnet sich durch hohe Flexibilität in Material und Abmessung aus, wodurch es individuell an unterschiedliche Fenster- oder Fassadenstrukturen angepasst werden kann. Bei diesem steht, anders als bei Variante zwei, die Modularität im Vordergrund. Hierbei werden die Rollladnelamellen ebenfalls durch ein umgekehrtes Ineinanderstecken miteinander verbunden, jedoch im Folgenden statt einer Aufhängung, seitlich in Rollladenführungsschienen eingefasst. Diese modulare Bauweise erlaubt eine exakte Anpassung der Gesamtlänge der Schienen an die jeweilige Einbausituation und ist beliebig an den entsprechenden Gebäudeentwurf in ihrer Größe und Dimensionierung anpassbar.

Die Lamellen als Ausgangsmaterial sind so dimensioniert, dass ihre Dicke die Breite der Führungsschienen geringfügig überschreitet. Dadurch müssen die Lamellen beim Einsetzen in die Schienen leicht gebogen werden. Nach dem Einsetzen bzw. Einspreizen fixieren sie sich somit eigenständig durch den strukturellen Widerstand innerhalb der Führungsschienen. Diese Formstabilität gewährleistet eine witterungsbeständige Verbindung, die mechanische Belastungen und Bewegungen ohne Geräuschentwicklung durch klappernde Teile standhält.

Die Montage der Module erfolgt durch ein Verschrauben auf einer Holzlattung als Unterkonstruktion, wodurch ein sicherer Halt gewährleistet wird, gleichzeitig aber eine flexible Demontage und ein einfacher Austausch einzelner Module im Schadensfall möglich bleibt. Durch diese Konstruktion vereint das System funktionale Robustheit als Modulbauweise mit architektonischer Präzision und Wartungsfreundlichkeit.

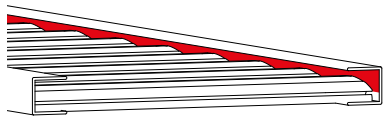


Abb. 5.7.15: Fügung V2

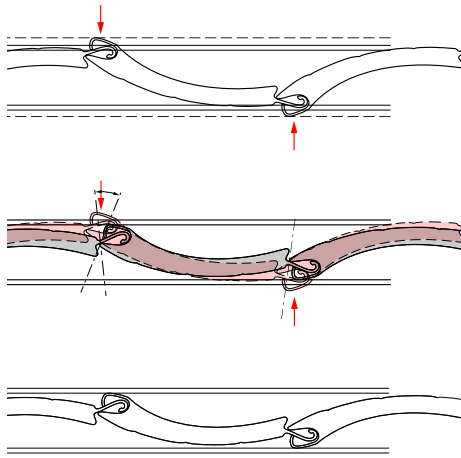


Abb. 5.7.16: Verbiegen der Lamellen



Abb. 5.7.17: Fertiges Mockup V1



Abb. 5.7.18: Fertiges Mockup V2

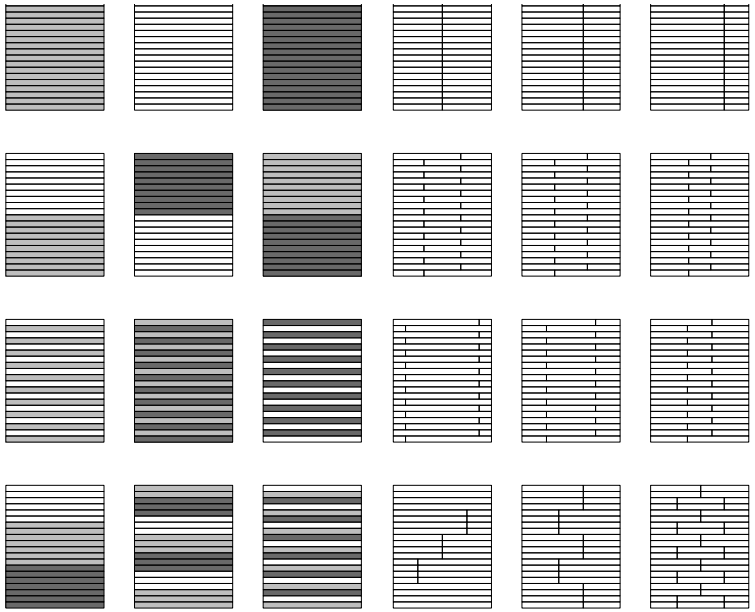


Abb. 5.7.19: Anwendungsskizze

Ausblick

Das Rollladensystem eröffnet zahlreiche gestalterische Perspektiven für die Zukunft. Seine Flexibilität beginnt bereits bei der Materialwahl: Es kann aus unterschiedlichen Werkstoffen hergestellt werden, wodurch es sich an die jeweilige Materialverfügbarkeit anpasst, ohne funktionale Einschränkungen. Darüber hinaus erlaubt das System eine große Vielfalt an Farbtönen, Anordnungen und Materialkombinationen, sodass gezielt auf gestalterische Anforderungen reagiert werden kann.

Besonders bei der modularen Variante 2 bieten die Lamellen die Möglichkeit, beliebig in verschiedene Richtungen gedreht zu werden – etwa um 45 Grad –, wodurch das Fassadenbild unmittelbar verändert und eine neue visuelle Dynamik erzeugt werden kann. Auch die erste Variante, die über ein Fugen- und Lamellenmaßmuster verfügt, ermöglicht durch gezielte Variation der Lamellenmaße ein schnelles Erzeugen unterschiedlicher Fassadeneindrücke.

Die Kombination beider Systemvarianten fügt modulare und flexible Bauweise harmonisch zusammen und erzeugt so facettenreiche Fassadenbilder, während das Ausgangsmaterial unverändert bleibt. Auf diese Weise lassen sich unterschiedliche architektonische Wirkungen erzielen, ohne Kompromisse bei Material, Funktion oder Systemintegration einzugehen.

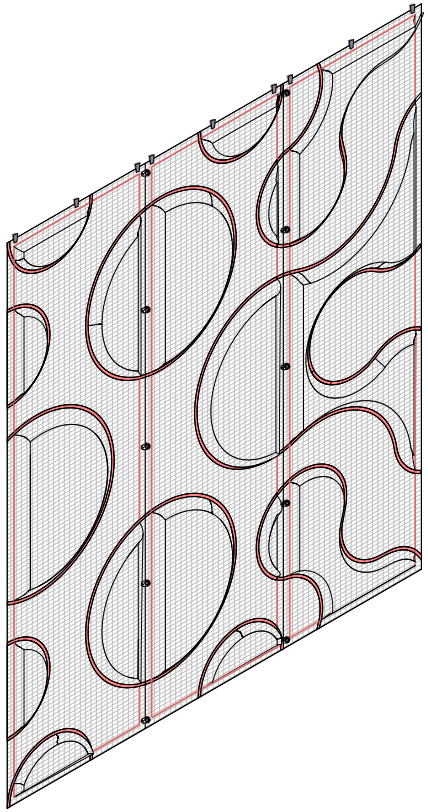


Abb. 5.8.1. Strichisometrie

5.8 VORHÄNGE - ZWISCHEN DEN SCHICHTEN

Tugce Varol, Edzhe Ayyaldaz

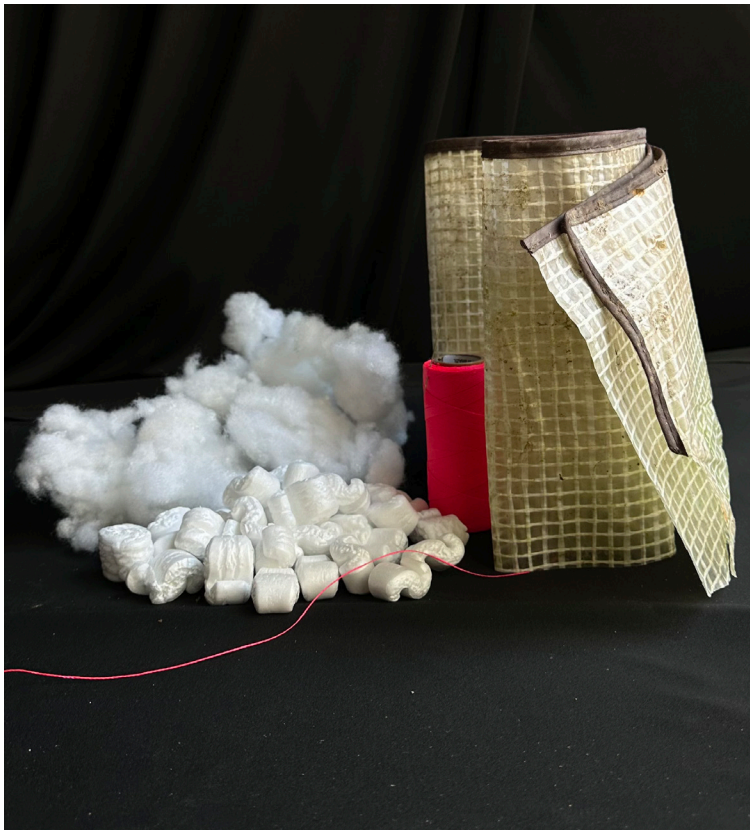


Abb. 5.8.2: Ausgangsmaterialien

Ausgangsmaterial

Das Grundmaterial für diese Arbeit ist transparente Gewächshausfolie aus Polyethylen (LDPE), wie sie im Gartenbau und in der Landwirtschaft eingesetzt wird. Diese Folie ist UV-stabilisiert und daher über Jahre hinweg im Außenbereich haltbar. Sie zeichnet sich durch eine hohe Reißfestigkeit, Flexibilität und ein geringes Gewicht aus. Zudem ist sie resistent gegenüber Feuchtigkeit und Temperaturschwankungen.

In ihrem ursprünglichen Verwendungszweck wird sie meist ausgetauscht, weil sie durch UV-Strahlung, Wetter und Temperaturschwankungen an Lichtdurchlässigkeit und Elastizität verliert. Für den Pflanzenanbau ist maximale Transparenz entscheidend, deshalb wird sie oft vorsorglich ersetzt, auch wenn sie strukturell noch intakt ist.

Gewächshausfolie hält im Außenbereich meist etwa 3–5 Jahre, je nach Qualität und UV-Belastung. Die Weiterverwendung dieser Folie in Innenräumen verlängert ihre Lebensdauer dadurch 5-10 Jahre, da sie im Innenraum ist keiner starken UV-Strahlung, keinem Wind und keinen Temperaturschwankungen ausgesetzt ist.

Als Füllmaterial standen zur Auswahl Rest- und Recyclingmaterialien, darunter Verpackungschips, zerkleinerte Folienreste und Watte. Entschieden wurde sich nur für die Verpackungschips um ein einheitliches Bild zu generieren, denn die Transparenz der Folie macht die Füllung sichtbar.

Idee

Das Konzept nutzt die Transparenz gebrauchter Gewächshausfolie, um recycelte Verpackungschips als Füllmaterial zu inszenieren. Die Naht und die Verschlüsse aus Dosenöffnern dienen der Konstruktion und sind das primäre ästhetische Merkmal des Objekts.

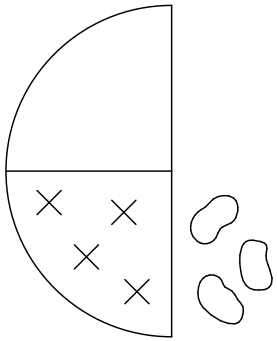


Abb. 5.8.3: Ausgangsmaterial

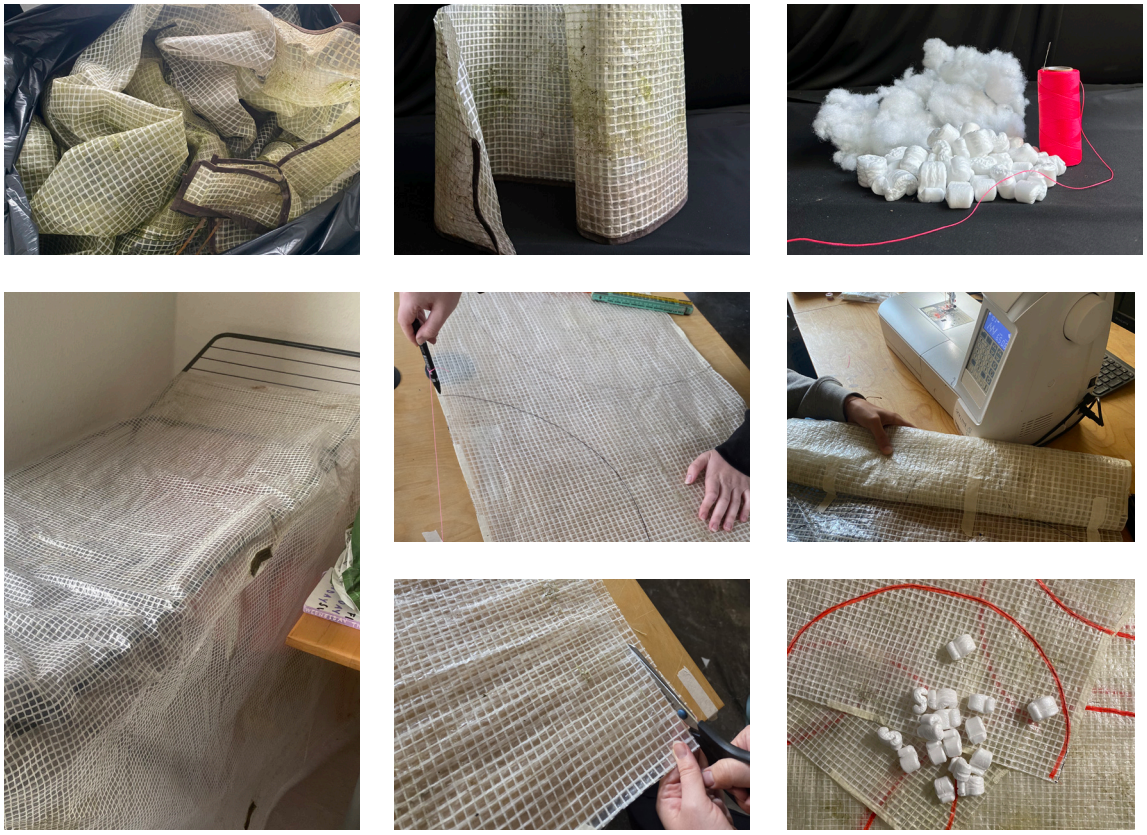


Abb. 5.8.4: Prozessbilder

Prozess

Für jede Vorhang- oder Trennwandfläche werden zwei Lagen Gewächshausfolie gleich zugeschnitten und aufeinandergelegt. Anschließend werden die beiden Schichten mit kräftigem, kontrastfarbigem Garn, in diesem Fall Pink, vernäht. Die Nähte folgen einem bewusst gewählten Halbkreis-Muster, das nicht nur eine starke visuelle Wirkung auf der quadratisch orientierten Folie erzeugt, sondern auch eine praktische Funktion erfüllt. Die offenen Seiten der Halbkreise ermöglichen es, die Kammern von den Rändern her zu befüllen. So entstehen keine unzugänglichen Bereiche im Inneren, und die Füllung kann jederzeit ausgetauscht oder ergänzt werden.
Beim dritten Vorhang wurden Reste der Gewächshausfolie verwendet, da das ursprüngliche Material nicht mehr in ausreichender Größe zur Verfügung stand. Aus drei kleineren Zuschnitten wurde eine große Fläche zusammengesetzt, sodass wie

bei den anderen Modellen Vorder- und Rückfolie vorhanden sind und gemeinsam vernäht werden können. Dadurch entstand ein leicht abweichendes Muster, welches das Gesamtwerk komplexer erscheinen lässt.
Die Verarbeitung mit der Nähmaschine, wie beim finalen Modell geschehen, erfordert eine gleichmäßige Konzentration, denn wenn man nicht aufmerksam bleibt, kann sich der Faden verhaken und die Maschine näht auf der Stelle weiter, was das Material punktuell schwächen kann. Eine größere Stichlänge und ein ruhiges Arbeitstempo helfen, diese Probleme zu vermeiden.
Nach dem Befüllen werden die Öffnungen verschlossen und an den Seiten haben wurde eine besondere Verbindungstechnik verwendet. Dazu wurden an einer Seite Knopflöcher aus den Öffnungen von Dosen angefertigt, während auf der gegenüberliegenden Seite mit dickerem Garn ein Stopperknoten gesetzt wurde. Dieser kann durch das Loch des „Dosenknopfs“ geschoben werden, wodurch die einzelnen Module je nach Bedarf miteinander verbunden oder getrennt wurden können. Für die Aufhängung wurde an der oberen Kante zusätzliche Haken in Form von Klammern angebracht, sodass die Vorhänge flexibel montiert oder umgesetzt werden können.

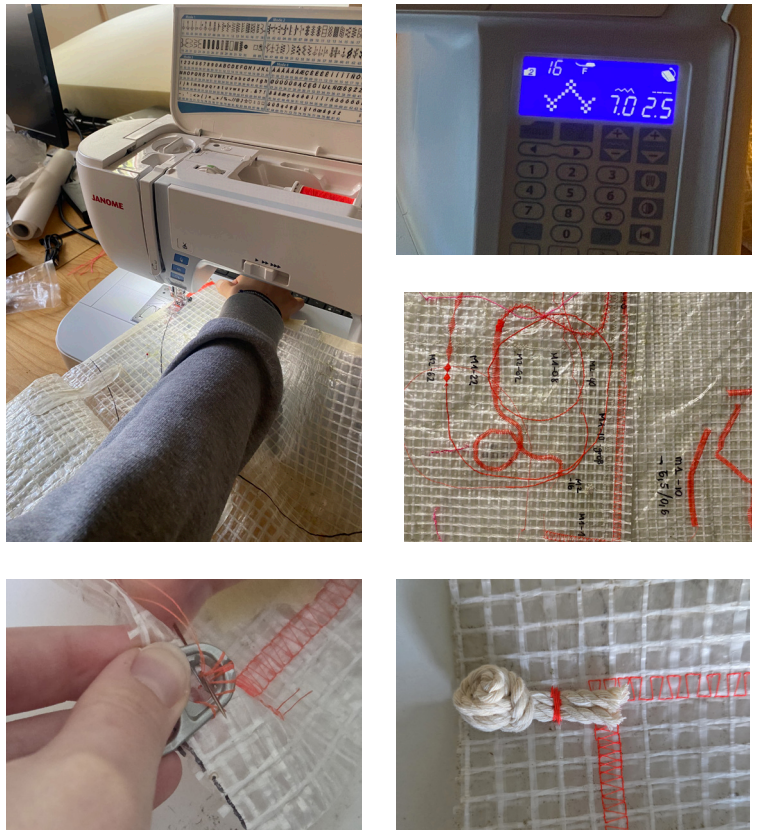


Abb. 5.8.5: Prozessbilder

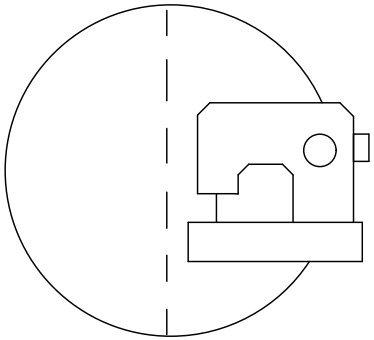


Abb. 5.8.6: Nähen

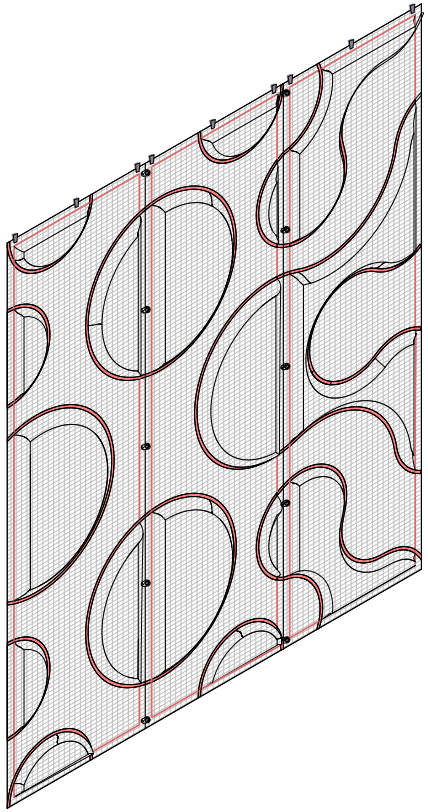


Abb. 5.8.7: Isometrie

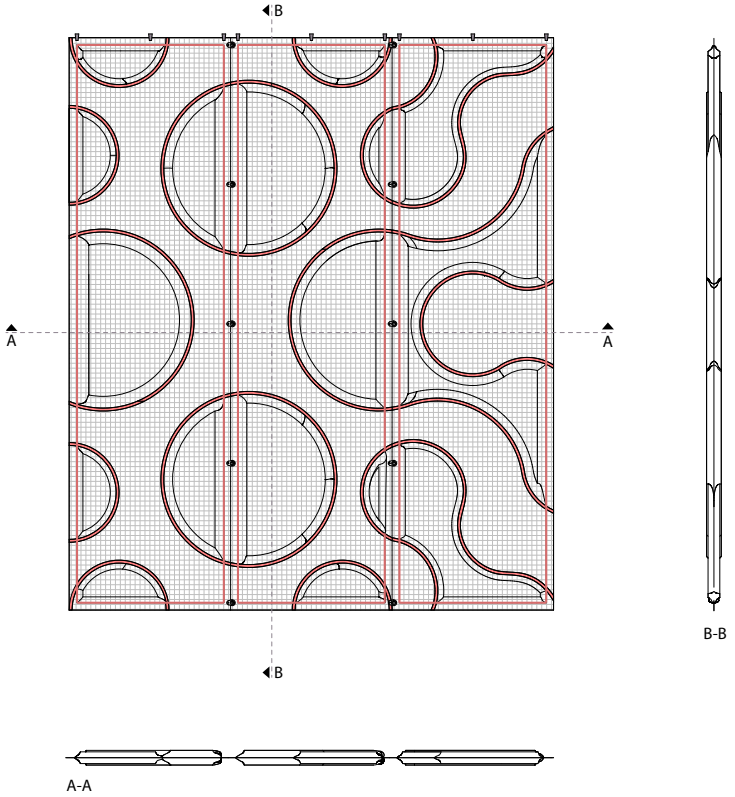


Abb. 5.8.8: Dreitafelprojektion

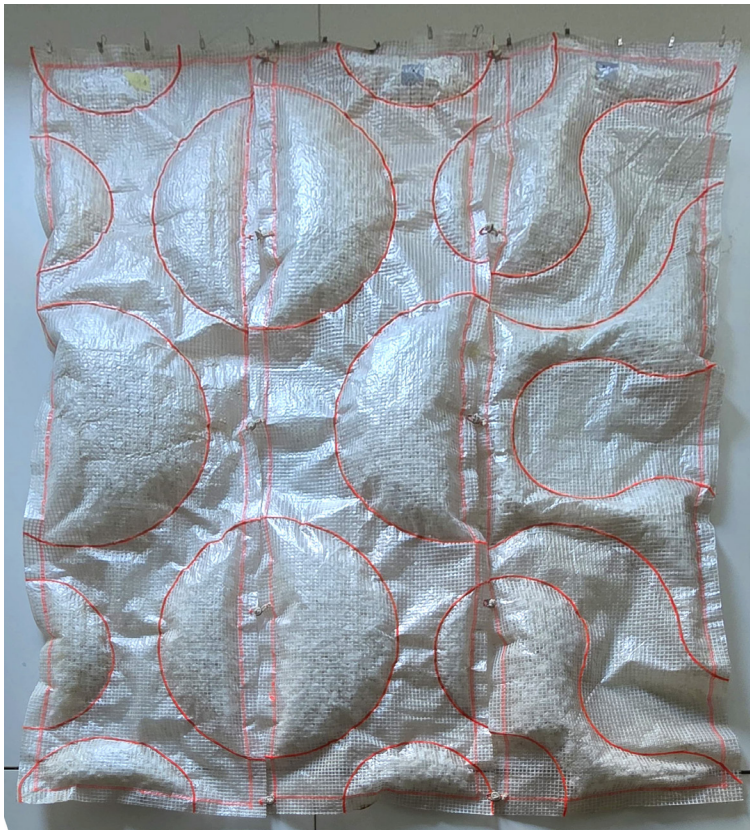


Abb. 5.8.9: Fertiges Produkt: Vorhang-Raumteiler mit Akustikfunktion

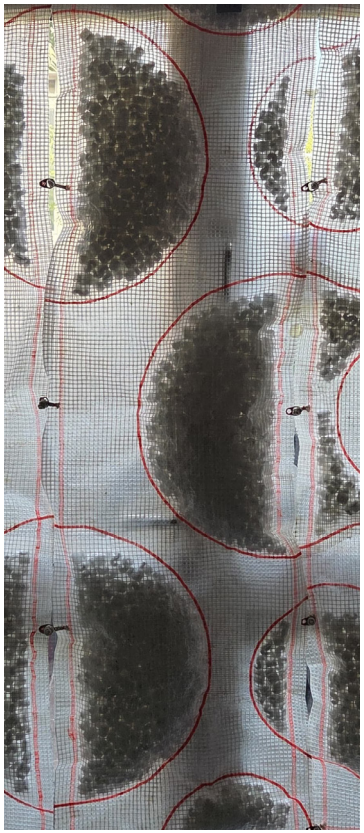


Abb. 5.8.10: Fertiges Produkt: Lichtspiel

Zwischen den Schichten: Folien im Wandel

Das Resultat sind halbtransparente, modulare Vorhänge oder Raumtrenner, die Räume visuell gliedern, Licht filtern und gleichzeitig die Geschichte einer bewussten Materialwiederverwendung erzählen.

Die Wirkung des fertigen Produkts ist stark von der Wahl der Füllung abhängig. Auch die Haptik und das Volumen lassen sich durch die Materialwahl beeinflussen, von weich und formbar bis hin zu kompakter und fester.

Darüber hinaus kann das Produkt akustisch wirksam sein. Mit einer voluminösen, porösen Füllung werden Geräusche gedämpft und Hall reduziert. Die akustische Wirksamkeit müsste jedoch in Versuchen geprüft werden. Es entsteht nicht nur ein visuell, sondern auch akustisch angenehmer Raum.

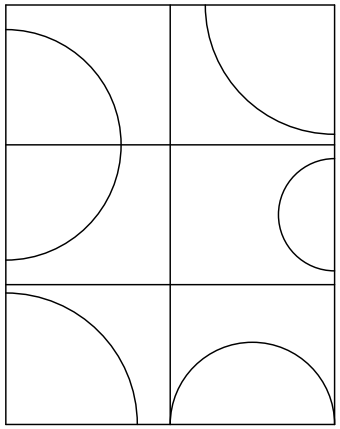


Abb. 5.8.11: fertiges Produkt

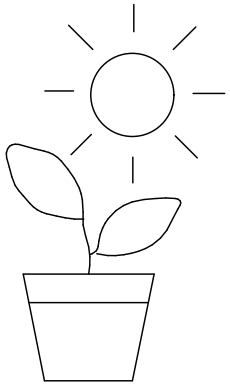


Abb. 5.8.12: Erweiterte Möglichkeiten



Abb. 5.8.13: Foto Modell- AI generierte Erweiterung Beispiel

Ausblick

Das Konzept bietet zahlreiche Ansatzpunkte für Weiterentwicklungen. Denkbar ist beispielsweise die Integration von Pflanzen. Flache, wasserdurchlässige Füllungen wie Moos könnten in die Kammern eingebracht werden.
Auch Rankpflanzen ließen sich durch die Struktur führen, sofern ein System zum gelegentlichen Wässern integriert wird. Eine solche begrünte Version könnte das Raumklima verbessern, die Luftfeuchtigkeit regulieren und die Luftqualität steigern.

In Bezug auf den Sonnenschutz bietet die verwendete Gewächshausfolie bereits einen gewissen UV-Filter. Durch zusätzliche Lagen oder spezielle Füllstoffe wie reflektierende Chips ließe sich der Sonnenschutz gezielt verstärken, was insbesondere bei der Nutzung an Fenstern interessant ist.

Die akustische Wirkung könnte ebenfalls gezielt optimiert werden, etwa durch den Einsatz von Naturfasern oder lockeren textilen Materialien, die einen höheren Schallabsorptionsgrad besitzen.

Auch eine individuelle Gestaltung ist möglich. Das Nahtmuster kann in nahezu jede Form gebracht werden, von klaren geometrischen Strukturen über organische Linien bis hin zu personalisierten Motiven. Für Firmen bietet sich die Möglichkeit, ihr Logo oder ein spezifisches Corporate-Muster als gestalterisches Element umzusetzen, sodass die Trennwand zugleich funktionales und kommunikatives Objekt wird.

Die Fertigung könnte durch CAD-gestützte Planung oder computergesteuerte Nähmaschinen effizienter und besser reproduzierbar werden. Gleichzeitig ermöglicht die handwerkliche Verarbeitung eine hohe Flexibilität und macht jedes Stück zu einem individuellen Unikat.



Abb. 5.8.14: Fertiges Mockup vom Lehrstuhl

Fazit

Diese Vorhänge verbinden ästhetische Gestaltung, praktische Raumwirkung und konsequente Ressourcenschonung.

Sie zeigen, dass Nachhaltigkeit nicht darin besteht, Restmaterialien zu verstecken, sondern darin, kreativ und sichtbar mit ihnen umzugehen.

Jede Fläche ist ein Unikat, geprägt vom individuellen Muster, der Füllung und der Geschichte der verwendeten Materialien.

Das Ergebnis sind Objekte, die nicht nur trennen, sondern verbinden:

Funktion und Gestaltung, Nachhaltigkeit und Ästhetik, Materialgeschichte und Raumwirkung.

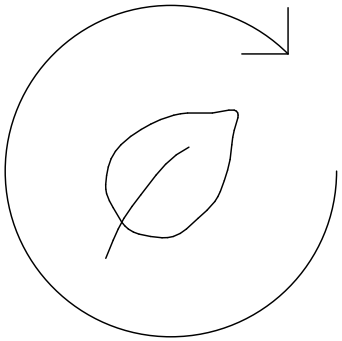


Abb. 5.8.15: Wiederverwendung



Abb. 6.1: Luftbild Oberg

TEIL 6
SEMESTERARBEITEN WISE 25/26

6.1 FORSCHUNG IM WINTERSEMESTER 25-26

Christina Sonnborn

Andere Darstellungsmethoden

In dem thematisierten Kontext erfordern Planungsprozesse und deren Darstellungen einerseits Flexibilität und andererseits Präzision. Die unklare Verfügbarkeit des Übrigen setzt eine kurzfristige Anpassungsfähigkeit sowie das Arbeiten mit Platzhaltern oder Leerflächen voraus. Außerdem sind aufgrund der vorgegebenen Eigenschaften des Übrigen unpräzise Planungen und Darstellungen nicht ausreichend. Neben Mockups im Maßstab 1:1 ermöglichen digitale 3D-Modelle des Vorgefundenen ein besseres Verständnis über formale Eigenschaften, sodass eine Konstruktion im Dreidimensionalen entwickelt werden kann. Zudem bieten Fotomontagen die Möglichkeit, tatsächliche Alterungs-, Witterungs- und Gebrauchsspuren zu erfassen. Digitale Techniken, wie Fotogrammmetrie oder 3D-Scans, schaffen eine präzise Planungsgrundlage und geben einen Ausblick auf zukünftige Arbeitsweisen.
Abgabeleistungen von Architekturstudierenden sollten entsprechend hinterfragt und ergebnisoffen erprobt werden.

Forschungsauftrag

Im zweiten Semester des Masterstudierendenkurses bestand die Aufgabe der Studierenden darin, die Erkenntnisse des letzten Semesters weiterzuentwickeln und auf Entwürfe anzuwenden. Dazu wurden, in Kleingruppen von zwei bis drei Studierenden, Fassaden sowie eine Innenraumsituation entworfen. Die Ergebnisse sollten in diesem Semester - konträr zum vorangegangenen ersten Semester - nicht in Form von Modellen und Mockups erarbeitet und dargestellt werden, sondern in Form von Zeichnungen und Visualisierungen.

Die Entwürfe sind an Bestandssituationen in Wuppertal geknüpft: Zur Auswahl standen eine Baulücke in der Bandstraße 33 und eine energetische Fassadensanierung in der Ludwigstraße 69.
Die Nachbargebäude der Baulücke in der Bandstraße sind in ihrer Gestalt gründerzeitlich geprägt. Der Bestandsbau in der Ludwigstraße hingegen ist ein Siedlungsbau der Nachkriegsjahre.
Die Herausforderung der Entwürfe bestand darin, ausgehend von vorgefundenen, übrigen Materialien und Objekten Architektur zu entwickeln. Dazu durften digitale Bauteilbörsen durchsucht werden sowie individuelle Fundorte herangezogen werden.

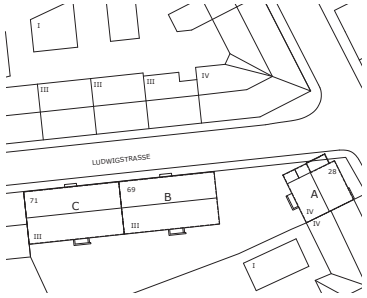


Abb. 6.1.1: Ludwigstraße: Lageplan

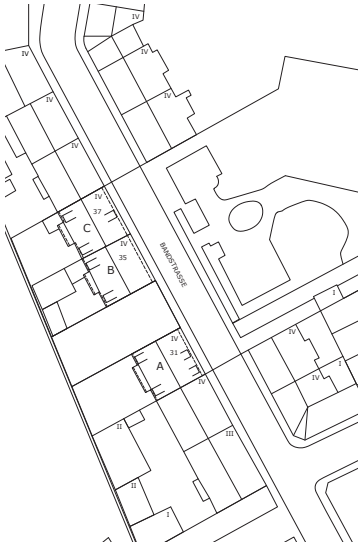


Abb. 6.1.2: Bandstraße: Lageplan

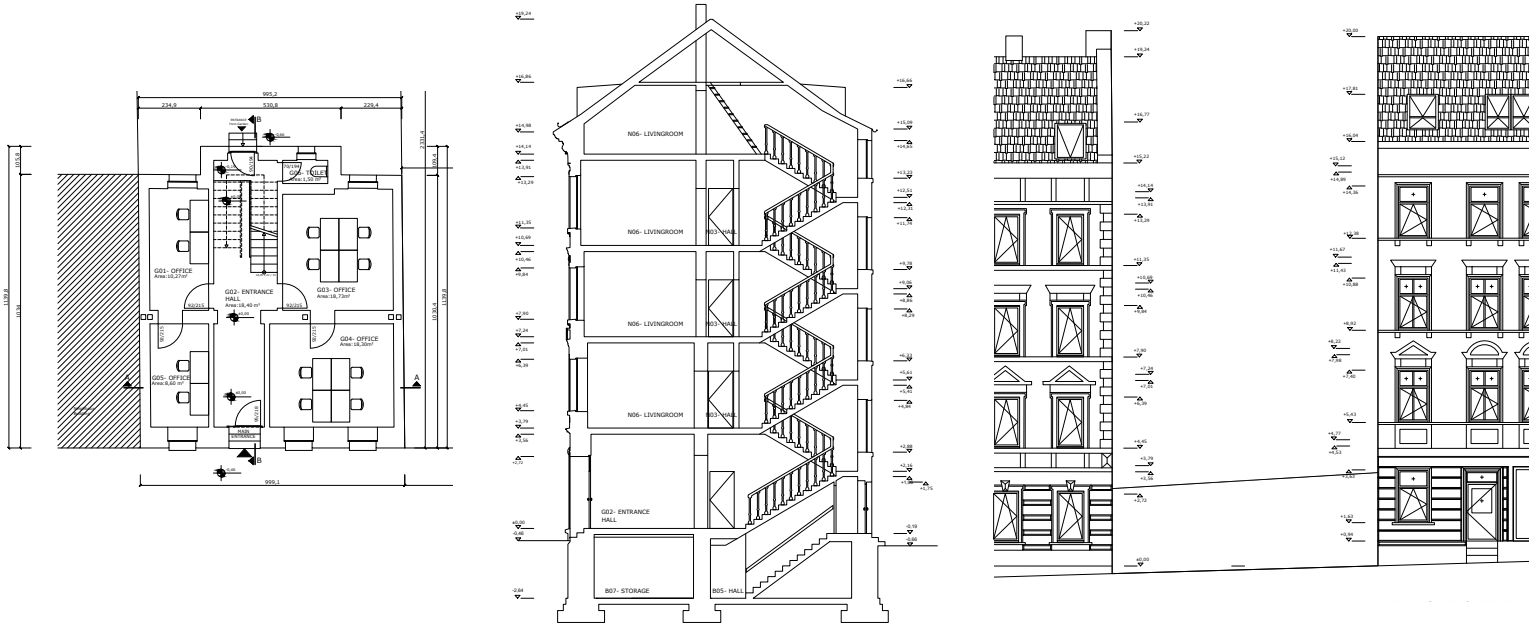


Abb. 6.1.3: Bandstraße: Bestandspläne

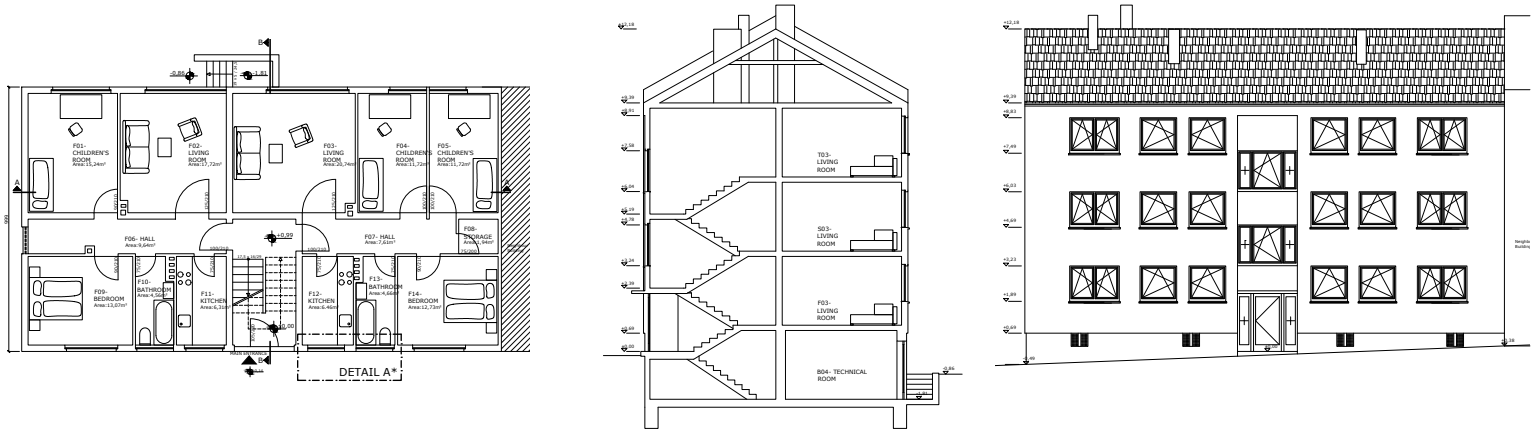


Abb. 6.1.4: Ludwigstraße: Bestandspläne



Abb. 6.2.1. Auszug Fassadengestaltung

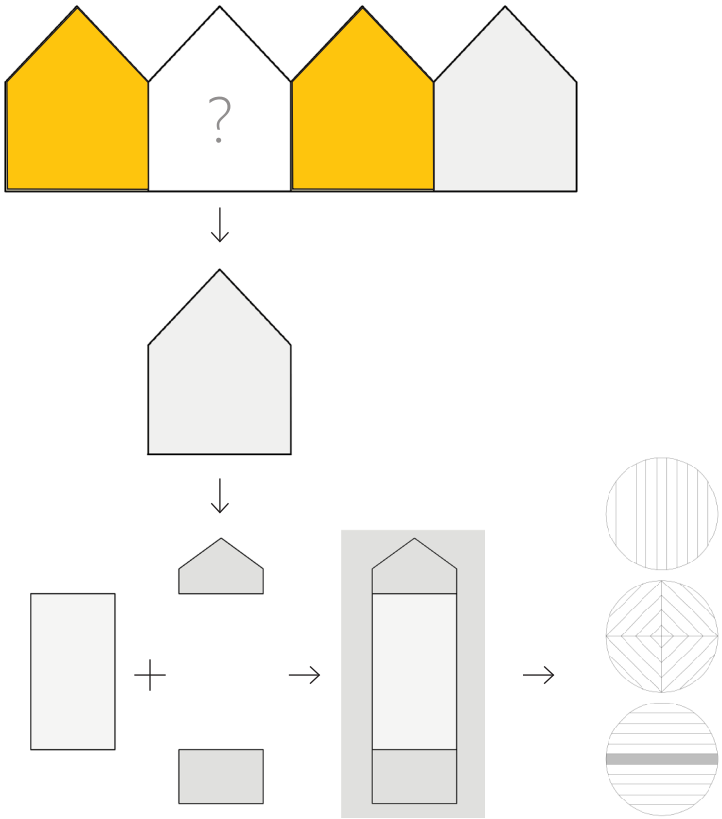


Abb. 6.2.2: Konzept

6.2 RELIVANE

Mona Weish, Sophie Koch

Bestandsanalyse

Zu Beginn erfolgte eine Analyse der Häuserzeile, besonders in Hinsicht auf ihre denkmalrelevanten Merkmale. Untersucht wurden die städtebauliche Einbindung, Fassadengliederung und Gestaltung. Im Fokus standen anschließend die Gebäude mit den Hausnummern 31, 33, 35 und 37 der Bandstraße. Auffällig ist die alternierende Farbgebung zwischen gelblichen und grauen Fassaden. Prägend sind zudem die ausgearbeiteten Stuckverzierungen. Alle Gebäude besitzen ein, gegenüber den Obergeschossen gestalterisch abgesetztes Erdgeschoss, das durch Zierbänder betont wird. Das erste Obergeschoss (Belle Étage) wird besonders durch dekorative Brüstungsfelder und Fensterverdachungen betont. Durchlaufende Sohlbänder gliedern die Geschosse horizontal. Die vierachsige Fassadenstruktur verleiht den Gebäuden eine einheitliche, klar proportionierte Erscheinung.

Konzept

Im Entwurfskonzept wurde die bestehende Farbrythmik der Häuserzeile aufgegriffen und eine graue Fassadenfarbe gewählt.. Anders als im Bestand stehen jedoch nicht ornamentale Stuckelemente im Vordergrund, sondern die Fassadenfläche selbst wird zum primären Gestaltungsmittel. Ziel ist eine bewusste Annäherung an die Nachbargebäude bei gleichzeitiger klarer Absetzung im Sinne einer zeitgemäßen Neuinterpretation. Die plastische Strukturierung der Fassadenfläche erfolgt durch ineinandergesteckte, um 45° gedrehte und versetzt angeordnete Rolladenlamellen. Durch diese reliefartige Ausbildung wird die Fläche betont und die historische Ornamentik in abstrahierter, zeitgenössischer Form neu interpretiert. Die ehemals rein dekorativen Sohlbänder übernehmen nun die Ableitung von Regenwasser und erhalten so eine funktionale Aufgabe für die Fassade.



Abb. 6.2.3: Ansicht Nord | M 1:200



Abb. 6.2.4: Ausgangsmaterial

Ausgangsmaterial

Als Ausgangsmaterial für die Fassadengestaltung dienen gebrauchte Rollläden, die andernfalls häufig entsorgt würden, da diese speziell nach Maß angefertigt werden. Besonders Aluminium-Rollläden sind in der Bearbeitung aufwendig, da sie – im Gegensatz zu Kunststoff-Rollläden – nicht einfach im Ganzen gekürzt werden können. Aus diesem Grund bleiben viele intakte Elemente ungenutzt und landen als Neumaterial auf dem Schrott. Entsprechende Rollläden sind jedoch noch funktionsfähig und benötigen abgesehen von einem präzisen Zuschnitt keine weitere Bearbeitung um diese für die Fassadengestaltung zu verwenden. Zusätzlich fallen regelmäßig gebrauchte Rollläden an, bei denen oft nur einzelne Lamellen beschädigt sind. Der Großteil der Lamellen ist jedoch noch voll funktionsfähig. Für die Fassadennutzung müssen diese Elemente in der Regel lediglich gereinigt und auf Maß zugeschnitten werden, wodurch der Materialeinsatz nachhaltig optimiert wird. Für die Unterkonstruktion der Fassade werden ebenfalls interne Rollladenmaterialien wie Führungsschienen oder Panzeraufhängungen genutzt. Auch hier ist in der Regel keine besondere Bearbeitung erforderlich, abgesehen von einem präzisen Zuschnitt, wodurch der Materialeinsatz effizient und ressourcenschonend gestaltet wird.

Ein weiterer Vorteil liegt in den bauordnungsrechtlichen und konstruktiven Eigenschaften der Rollläden: Sie sind bereits für die Anbringung an Fassaden zugelassen und erfüllen die Anforderungen an Wind- und Wetterbeständigkeit. Eine zusätzliche Bearbeitung, um diese Eigenschaften zu gewährleisten, ist daher nicht notwendig.



Abb. 6.2.5: Ansicht Nord | M 1:100

Fassadengestaltung

Das Fassadensystem besteht aus einer Kombination von grauen Aluminium Rollladenlamellen und Wellblech, deren ähnliche plastische Wirkung eine harmonische Verbindung der Materialien ermöglicht. Bei der Fassadengestaltung wurde bewusst auf die denkmalpflegerischen Aspekte des Bestands Bezug genommen, die Geschossaufteilung orientiert sich an der bestehenden Struktur und die Achsen wurden weitestgehend übernommen.

Das Erdgeschoss ist als Laden- oder Bürobereich mit großzügigem Schaufenster und Eingangstür als prägnantes Fassadenelement gestaltet. Analog zur Bestandsfassade, in der das Erdgeschoss durch horizontale Zierbänder gegliedert ist, wurden hier Rollladenlamellen horizontal angeordnet. Hierbei wurde das Konstruktionssystem von entgegengesetztem Ineinanderstecken der Rollladenlamellen und einer unsichtbaren Aufhängung an rollladeninternen Panzeraufhängungen an einer Unterkonstruktion angewendet. Somit ist das Erdgeschoss als durchgehende Fläche zu erkennen, wobei die Lamellenmodule flexibel ausgetauscht werden können. Jede sechste Lamelle ist in einem dunkelgrauen oder schwarzen Aluminium, um die Funktion der Zierbänder nachzuempfinden. Ein Sockelbereich betont die horizontale Gliederung zusätzlich, ebenso wie die durchlaufenden Sohlbänder, die das Erdgeschoss vom ersten Obergeschoss abgrenzen.

Im ersten Obergeschoss wird die Anlehnung an den Bestand deutlich, da die historischen Eckgiebel über den Fenstern neu interpretiert wurden. Die Rollladenlamellen sind hierfür um 45° gedreht und versetzt zueinander angeordnet. Mittig über den Fenstern entsteht so die optische Wirkung eines Giebels. Die vertikale Gliederung erfolgt über die Führungsschienen des Rollladensystems, in denen die Lamellen befestigt sind. Bei diesem Konstruktionssystem werden die Rollladenlamellen entgegengesetzt ineinander gesteckt und seitlich in rollladeninterne Führungsschienen geklemmt. Diese lassen sich an einer Unterkonstruktion verschrauben und sind modular austauschbar. Dieses Prinzip zieht sich konsequent durch alle drei Obergeschosse.

Im zweiten Obergeschoss sind die Lamellen zusätzlich um 180° gespiegelt, wodurch in Kombination mit den unteren Geschossen eine subtile optische Verschränkung der Fassadenfläche entsteht. Dies reduziert die Notwendigkeit weiterer schmückender Elemente.

Als zusätzliches gestaltungselement zur Gliederung der Fassade sind die Fenster der Obergeschosse rechteckig eingefasst. Diese Einfassungen sowie die Sohlbänder übernehmen neben der gestalterischen Funktion auch die Ableitung von anfallendem Niederschlagswasser.

Das Dach ist leicht abgesetzt und differenziert sich trotz der ähnlichen Materialwirkung von Wellblech deutlich vom Fassadenbild. Dachflächenfenster in den gleichen Formaten wie die Fassadenfenster sind integriert. Hier wechselt die Fassadengliederung von der vierachsigen Struktur der Obergeschosse zu einer dreiachsigen Fassade, wodurch eine subtile Absetzung entsteht.

Das Gesamterscheinungsbild des Gebäudes ergibt sich als ausgewogene Komposition aus horizontalen und diagonalen Lamellen in Kombination mit vertikalem Wellblech. Die Fassadenfläche selbst wird zum gestalterischen Mittel, während alle Bauteile in einer harmonischen Einheit stehen.



Abb. 6.2.6: Detail Erdgeschoss Lamellenorientierung und Farbmuster



Abb. 6.2.7: Dachanschluss an die Fassade

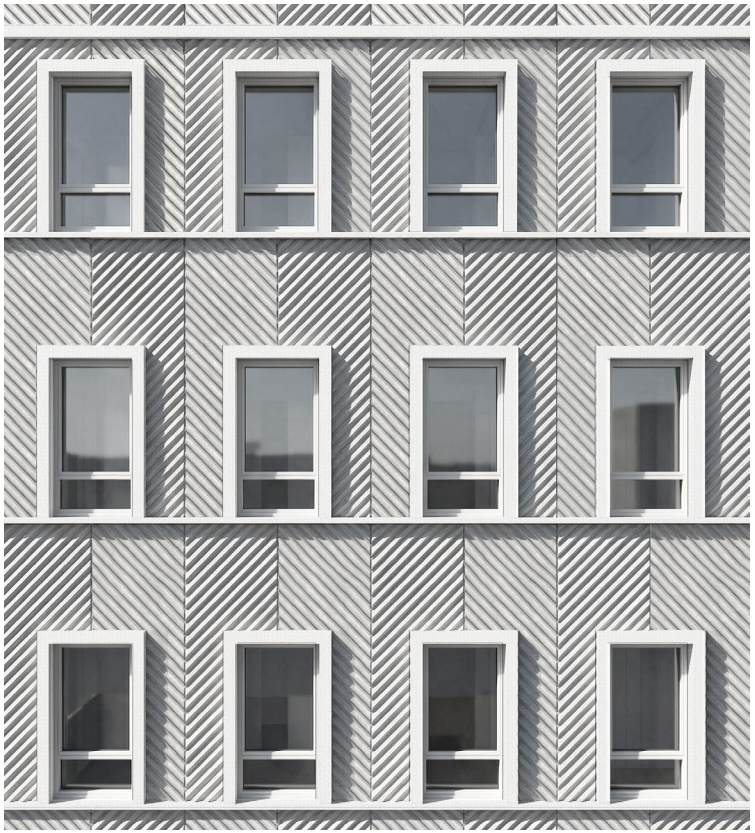


Abb. 6.2.8: Fassadenoption 1 - gegensätzliche Geschosse



Abb. 6.2.9: Fassadenoption 2 - durchlaufende Geschosse

Außenwandaufbau

3 mm Dünnputz,
15 mm Lehmbauplatte
40 mm Installationsebene
2 x 18 mm Gipsfaserplatten als brandschutztechnisch wirksame Bekleidung
25 mm OSB/3 Platte als dampfbremsende Ebene, verschraubt, Stöße mit Dampfsperrklebeband abgedichtet
120 / 200 mm Konstruktionsholz, ausgefacht mit Mineralwolle, Rockwool mit Herstellerrücknahme (nicht brennbar)
8 mm Holzfaserplatte, verschraubt
60 mm Überdämmung mit Mineralwolle, Rockwool mit Herstellerrücknahme (nicht brennbar)
15 mm MDF Platte, Nut- Federsystem (winddichte Ebene)
40 x 60 mm Holzlattung horizontal, veschraubt
40 x 60 mm Holzlattung vertikal, veschraubt
20 mm Führungsschienen mit eingeklemmten Rollladenlamellen, aufgeschraubt auf die Lattung

(Hinweis: von innen nach außen)

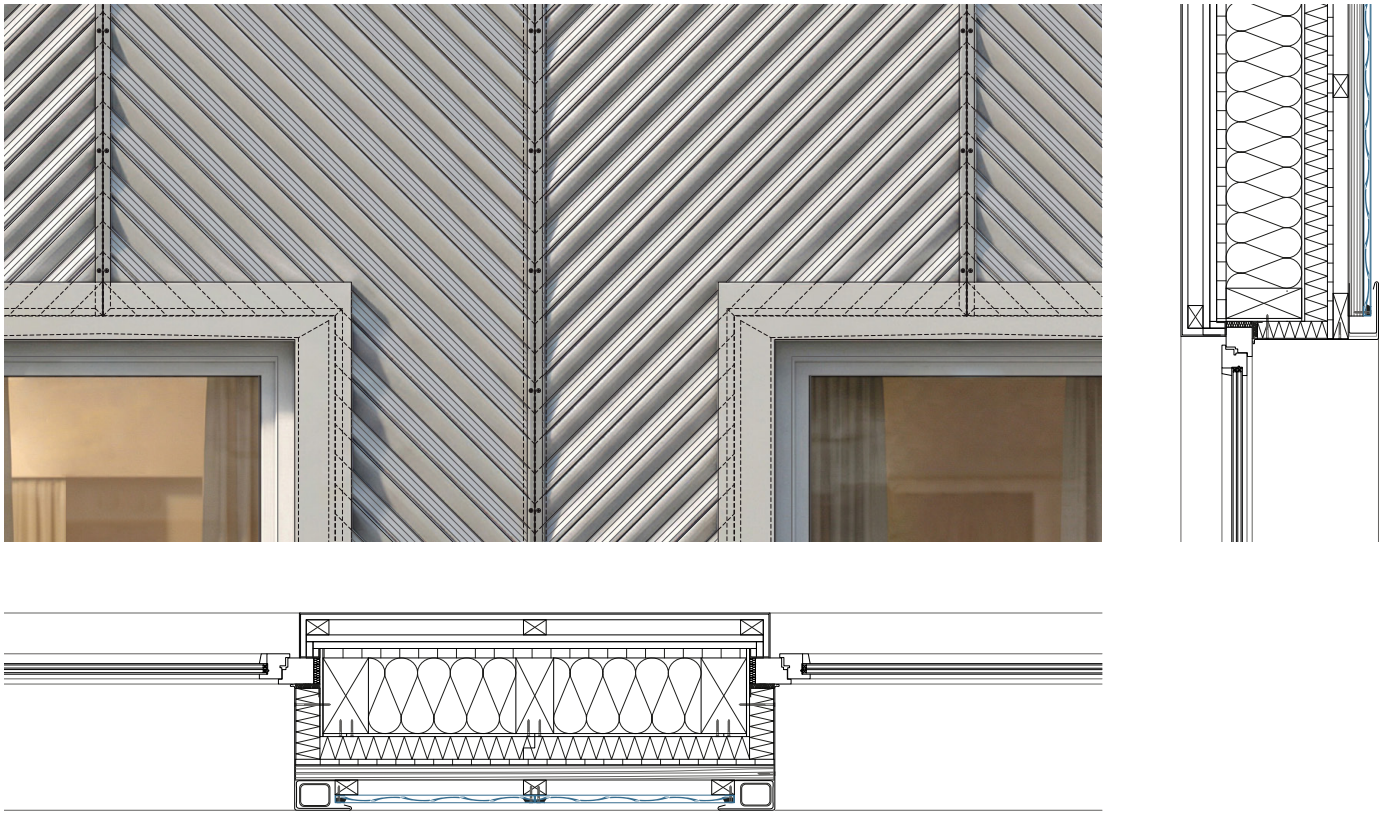


Abb. 6.2.10: Dreitafelprojektion | M 1:20

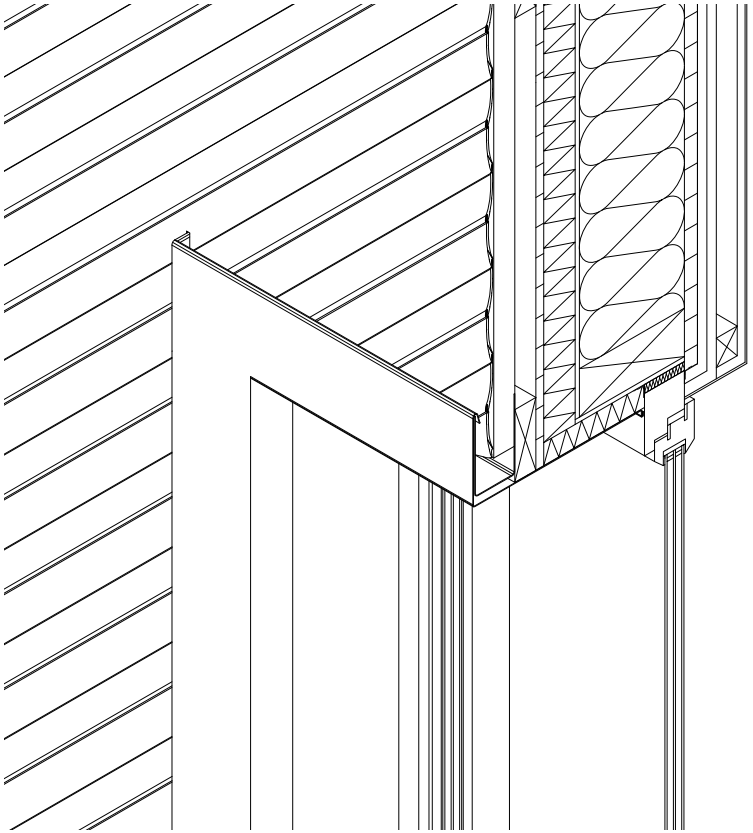


Abb. 6.2.11: Detailisometrie | M 1:10

Konstruktion

Das Gebäude wurde als Holzständerbau mit Gefachdämmung aus Mineralwolle (aus brandschutztechnischen Gründen) und einer zusätzlichen Außendämmung aus Holzfaser entwickelt. Eine OSB-Platte sorgt für die notwendige Winddichtigkeit. Darauf aufbauend ist eine doppelte Lattung als Unterkonstruktion angebracht, die zugleich der Hinterlüftung dient. Beide Lattungen haben die Abmessungen 4 × 6 cm und können in Abständen von 1 m montiert werden.

Die Unterkonstruktion dient der Montage der vorgehängten Fassade aus Rollladenlamellen. Die Lamellen werden ineinandergesteckt, um 45° gedreht, zugeschnitten und seitlich in den Führungsschienen fixiert. So entstehen Fassadenmodule beliebiger Größe, die sowohl untereinander als auch mit der Unterkonstruktion verschraubt werden können.

Zur Ableitung von Regenwasser, das sich insbesondere oberhalb der Fenster an den diagonalen Lamellen sammelt, sind die Fassadenmodule mit verdeckten Rinnen ausgestattet. Das Wasser wird in rechteckigen Fenstereinfassungen, welche von außen nicht sichtbar als Regenrinnen und -fallrohre ausgebildet sind, aufgenommen und seitlich an den Fenstern entlanggeführt. Unterhalb der Fenster gelangt das Wasser in, in die Sohlbänder integrierte Regenrinnen, von wo es über seitlich angeordnete Fallrohre abgeleitet wird. Die rechteckigen Einfassungen bestehen aus gekantetem Blech und dienen gleichzeitig der optischen Gliederung der Fassade.

Durch diese Konstruktion entsteht eine technisch ausgereifte, wind- und wetterfeste Fassade, deren funktionale Elemente, harmonisch in das Gesamterscheinungsbild integriert sind.



Abb. 6.3.1: Auszug Fassadengestaltung

6.3 ROTOR 33

Mariem El Amri, Sven Walther

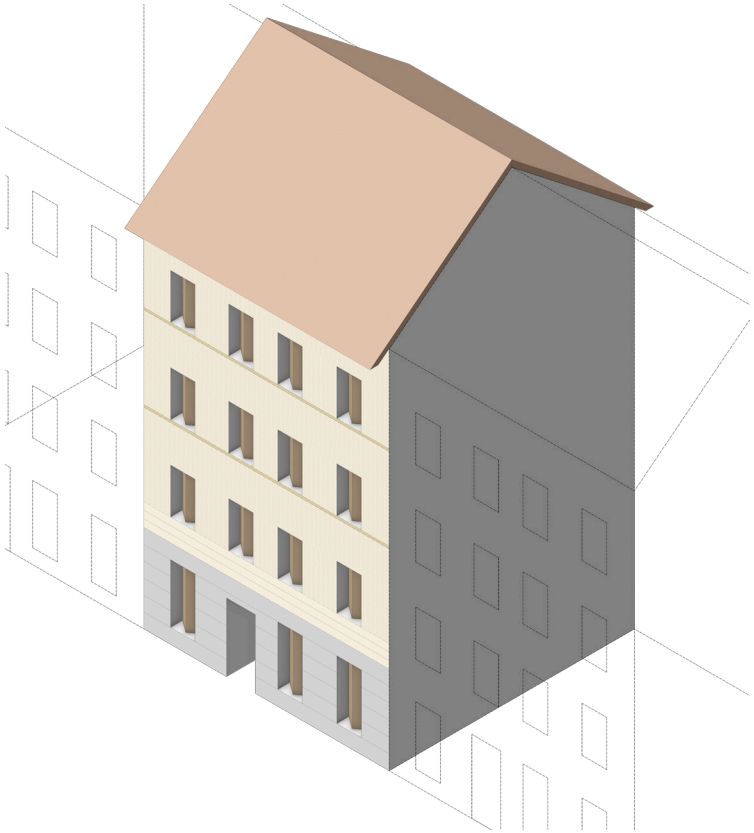


Abb. 6.3.2: Konzept

Bestandsanalyse

Die Baulücke befindet sich in der Wuppertaler Nordstadt und ist umgeben von Bauten aus der Gründerzeit. Diese charakterisieren sich durch eine vierachsige Fassade mit einer ausgeprägten, nach oben hin abnehmenden Ornamentik und einer horizontalen Gliederung durch Gesimse welche im Zusammenspiel wie eine reliefartige Überhöhung wirken. Fenster und Türen werden im Kontrast dazu als Vertiefungen gelesen. Das Sockelgeschoss ist i.d.R. farblich und/ oder strukturell abgesetzt, häufig durch großformatige Steinelemente. Relief und Ornamentik werden mit Stuckelementen hergestellt. Diese wurden damals vorgefertigt und konnten als Katalogware bestellt werden.

Konzept

Das Ziel des Entwurfs ist es eine einzigartige Fassade zu gestalten welche sich dennoch gut in die Umgebung einfügt und das Gebäudeensemble nach wie vor als Einheit erscheinen lässt. Um dies zu erreichen werden die gestalterischen Grundprinzipien der Nachbarbebauung aufgenommen:
Die Fassade ist vierachsig und weist einen nach oben hin abnehmenden Detailgrad, als auch die Fensterformate und Geschosshöhen der Nachbarbebauung auf.
Die in der angrenzenden Bebauung auftretende Vielfalt an Farben, Oberflächen und Reliefs muss mit der zufälligen und diversen Materialsammlung die sich im Re - Use Sektor vorfindet, gestalterisch übersetzt werden. Genau diese Vielfalt in begrenzter Verfügbarkeit trägt im hier vorliegenden Kontext zur Ensembleeinheit bei.

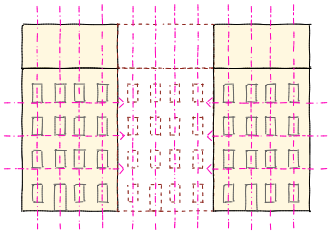


Abb.6.3.3: Aufnehmen der Achsen

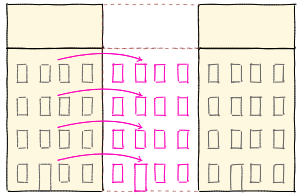


Abb.6.3.4: Übertragung der Maße

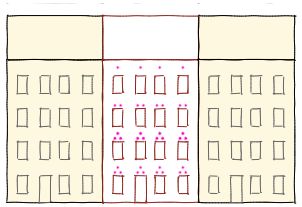


Abb.6.3.5: Abnehmende Detailierung



Abb. 6.3.6: Ansicht Nord-Ost | M 1:200



Abb. 6.3.7: Ausgangsmaterial

Ausgangsmaterial

Re-Use Ziegel sind in großer Vielfalt und Quantität verfügbar, bieten durch unterschiedliche Farblichkeit und Anordnungsmöglichkeiten viele Gestaltungsmöglichkeiten, sie sind außerdem neben Holz- und Putzfassaden in Wuppertals Nordstadt wiederzufinden und daher eine naheliegende Antwort auf die Baulücke. Nicht nur die Fassade selbst sondern auch die für gewöhnlich mit Stuck ausgebildeten Elemente werden hier mit Ziegel nachgebildet um möglichst sortenrein zu bauen. Damit die Anordnung der Ziegel flexibler zum Einsatz kommen kann, wird mit dem rückbaubaren Mörtel von Wienerberger geplant. Auch für das Dach sind Re-Use Dachziegel geplant.

Für den Sockel sind Formate mit einer Breite von ca. 60 cm vorgesehen, hier kommen rückgebaute Terrazzoplatten in unterschiedlichen Längen zum Einsatz. Der Sockelabschluss sowie die Brüstung des ersten Obergeschosses werden in gemauerten Genadierschichten ausgeführt, die darüberliegenden Gesimse mit einer Rollschicht.

Palisaden aus recyceltem Kunststoff, die aus dem Garten eines ehemaligen Kindergartens stammen, werden als Faschen aufgehängt. Durch ihre graue Farbe und die Verwitterung wirken sie wie schlanke Betonpfeiler.

Weitere Fassadendetails entstehen aus rückgebauten Bauteilen wie Treppenstufen aus blauem Komposit, gelben Keramikfliesen und dekorativen Glasrosetten. Ein alter Kamin bildet im Entwurf den Hauseingang und erfordert aufgrund seines Gewichts den einzigen erhöhten konstruktiven Aufwand.
Notwendige Sonderlösungen werden durch ergänzende Elemente aus gefaltetem Blech umgesetzt.



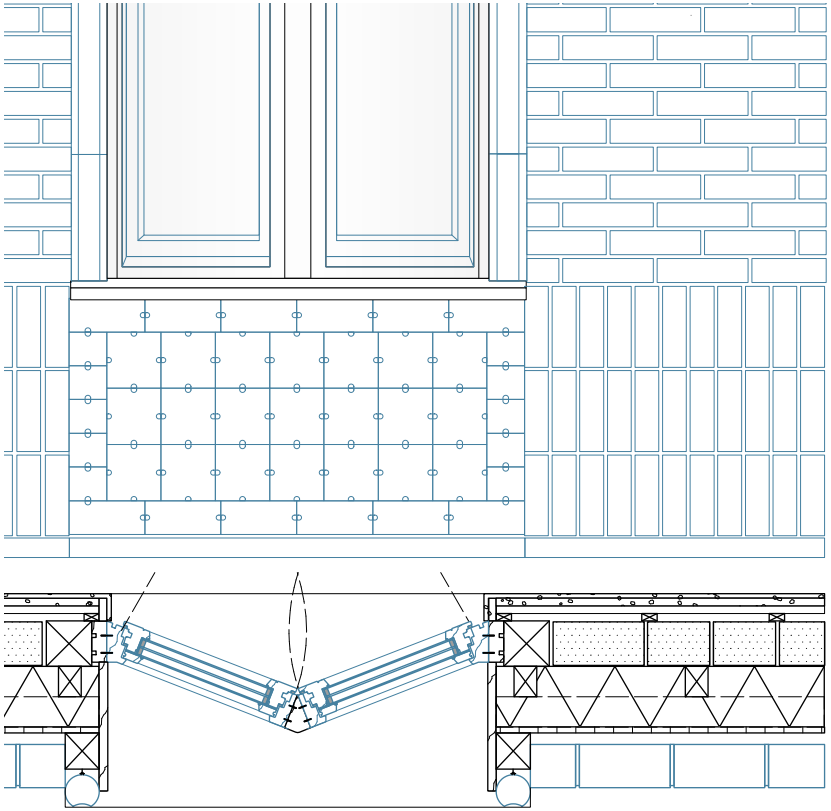
Abb. 6.3.8: Ansicht Nord-Ost | M 1:100

Fassadengestaltung

Die Altbaufassade wird mithilfe von Re-Use-Materialien neu interpretiert. Besonders prägend sind die bei den Nachbargebäuden vorzufindenden reliefartigen, teils punktuellen Stuckornamente welche durch akzentuierende Re - Use Materialien nachgebildet werden. Um die gelbe Farbigkeit der Nachbargebäude aufzugreifen, ohne Farbe einzusetzen, werden gelbe Ziegel verwendet. Um größere gestalterische Freiheit zu erzielen, werden diese vermörtelt statt – wie ursprünglich erwogen – gesteckt. Auch die horizontal gliedernden Elemente werden mit den gelben Ziegeln nachgebildet, indem sie aufgestellt werden und als Grenadierschicht den gewohnten Mauerwerksverband unterbrechen. Dasselbe Prinzip wird bei den Stuckelementen oberhalb der Fenster angewendet: Dort, wo sonst der Detailgrad abnimmt, verändert sich hier die Ziegelanordnung. Im ersten Obergeschoss entsteht ein Bogen, im zweiten Obergeschoss wiederholt sich das Schema der ersten horizontalen Gliederung – nun oberhalb statt unterhalb des Fensters – während das horizontale Band auf Fensterbankhöhe nur noch als Binderschicht ausgebildet wird. Zum Dachabschluss wird der Ziegel um 45° gedreht, wodurch ein dezentes und zugleich prägnantes Detail entsteht. Das Dach selbst orientiert sich klassisch an den angrenzenden Ziegeldächern. Der Sockel hebt sich durch abweichende Formate, Farben oder Materialien ab. In diesem Entwurf kommen 60 cm breite Terrazzoplatten zum Einsatz, die in unterschiedlichen Längen vorgefunden und horizontal eingehängt werden. So greifen sie die Struktur der benachbarten Gebäude auf und bilden zugleich eine homogene Fläche, die sich auch farblich von der übrigen Ziegelfassade unterscheidet. Die Maße der Gebäudeöffnungen werden übernommen und Fenster sowie Türen entsprechend angepasst. Bei der Suche nach alten, passenden Eingangstüren wird man schnell fündig, schwieriger gestaltet sich dies bei Fensterformaten. Die vertikale Unterteilung der Bandstraße 35 soll in der neuen Fassade aufgegriffen werden. Um diese Anforderung zu erfüllen, können unterschiedlich breite Fenster eingesetzt werden, indem sie diagonal positioniert und durch ein neues Mittelstück verbunden werden. Dieses Mittelstück sorgt für Homogenität und ermöglicht den flexiblen Einsatz verschiedener Formate. Die entstehenden Fensterbank-flächen erfordern eine Sonder-lösung: Um vorhandene Materialien nicht ungünstig zuschneiden zu müssen, wird hier ein Blech eingesetzt, das entlang der Laibung um das Fenster gefaltet wird. Graue Palisaden, rückgebaut aus einem Kindergarten, dienen als Faschen. Aus ihrer runden Form wurde längs ein ebenfalls rundes Volumen subtrahiert, sodass die Draufsicht an eine Mondsichel erinnert. Die Ansicht gewinnt durch dieses konkave Detail an Eigenständigkeit. Die Palisaden bestehen aus recyceltem Kunststoff und wirken vor allem durch ihre Verwitterung steinern; zugleich sind sie deutlich leichter als erwartet und stellen konstruktiv keine Herausforderung dar. Die künstlerischen „Tafeln" unterhalb der Fenster im Erdgeschoss und im ersten Obergeschoss werden ebenfalls neu interpretiert – diesmal mit Steinzeug. Im Erdgeschoss werden zwei blaue Treppenstufen angeordnet, mit Glasrosetten fixiert und von einem Fries aus Fliesen in ähnlichem Farbschema gerahmt. Im Obergeschoss wiederholt sich die gelbe Farbigkeit in Form eines kleinteiligeren Fliesenspiegels. Die einzelnen Fliesen werden auf ein Blech geklammert; durch die Klammern aus Messingschrott entsteht ein zusätzliches Detail.Abschliesend wird das Eingangsportal von einem Kamingesims gerahmt. Das Ergebnis ist eine kontextuelle Fassade mit eigener Identität.

Außenwandaufbau

0,2 cm	Lehm Oberputz
1 cm	Lehm Unterputz, armiert
2 cm	Lehmbauplatte, verschraubt
4 cm	Lattung und Konterlattung als Installationsschicht, KVH Fichte, unbehandelt, verschraubt
120 cm	Holzständerbau, KVH Fichte, verschraubt Ausfachung mit Lehmbausteinen Mineralwolldämmung, geklemmt mit 2x 60/80 cm KVH Fichte, verschraubt
160 cm	Holzplatte. verschraubt
2 cm	Hinterlüftung
3 cm	11,5 cm Vorhangschale aus
11,5 cm	Re - Use Ziegeln im RF Format, gemauert



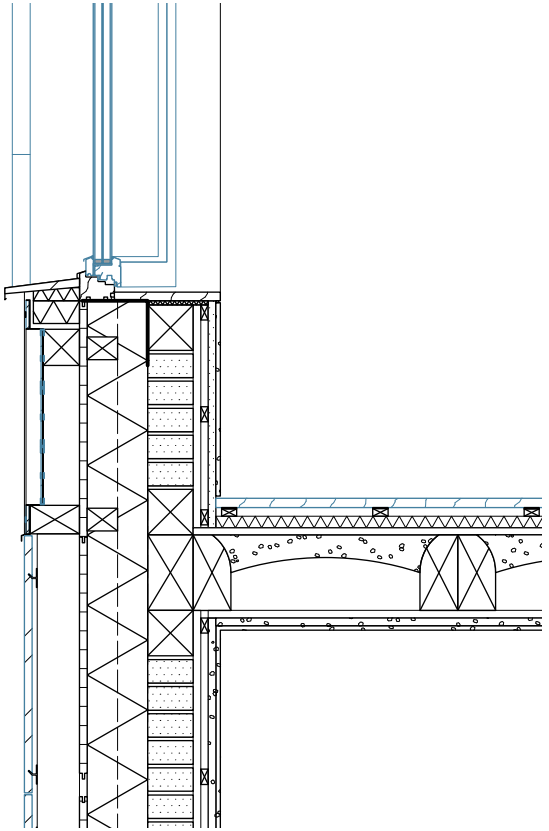


Abb. 6.3.9: Dreitafelprojektion | M 1:20

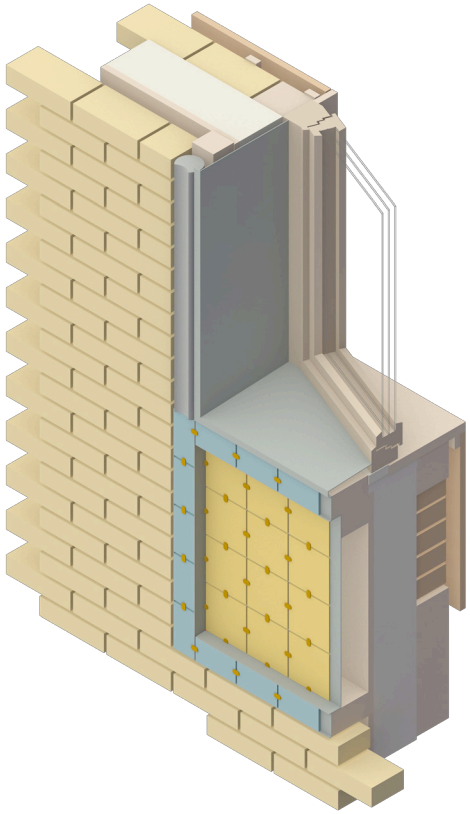


Abb. 6.3.10: Detailisometrie | M 1:20

Konstruktion

Im Sinne der Kreislauffähigkeit und Rückbaubarkeit orientiert sich die Konstruktionsweise an den bei zahlreichen Wuppertaler Gründerzeitbauten vorzufindenen Bauprinzipien. Das primäre Tragwerk des Gebäudes bildet eine Holzständerkonstruktion, die mit Lehmbausteinen ausgefacht ist. Diese übernehmen sowohl die Funktion der thermischen Speichermasse als auch eine Verbesserung des Schallschutzes. Raumseitig wird eine Lattung mit Konterlattung angeordnet, um eine Installationsebene auszubilden. Diese wird mit Lehmbauplatten beplankt und anschließend mit Lehm - Unter - und Oberputz versehen. Zur Erfüllung heutiger energetischer Anforderungen wird außerdem außenseitig eine 16 cm starke Mineralwolldämmung vor die Holzständerkonstruktion gesetzt. Die Dämmung wird mittels Lattung und Konterlattung geklemmt und mit einer Lignin - gebundenen Holzfaserbauplatte beplankt. Auf dieser Ebene werden die Holzschraubanker zur Befestigung der Vorsatzschale montiert, welche aus Re - Use Ziegeln mit rückbaubarem Mörtel ausgeführt wird. Ebenso werden hier die Haltekonstruktionen für die wiederverwendeten Palisaden zur Ausbildung der Faschen sowie die Metalltafeln angebracht, welche die keramischen Fliesen unterhalb der Fenster aufnehmen. Da Proportionen und Maße der Fensteröffnungen der Nachbarbebauung übernommen werden sollen und es im Re - Use Sektor äußerst schwierig ist, 15 identische Fenster in exakt diesen Abmessungen zu beschaffen, wurde ein adaptives Fenstersystem entwickelt, welches unterschiedliche Fensterbreiten über einen individuell gefertigten Mittelpfosten kombiniert und diesen im Fall, dass die Fenstermaße das Öffnungsmaß überschreiten, als scheitelbildendes Element nach außen in die Fassadenebene versetzt.v

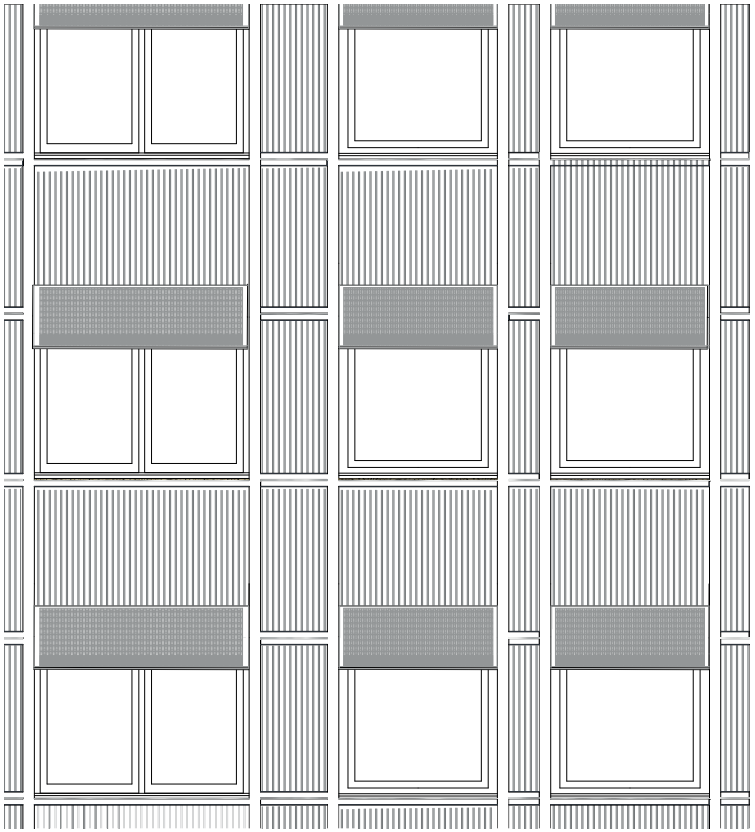


Abb. 6.4.1. Auszug Fassadengestaltung

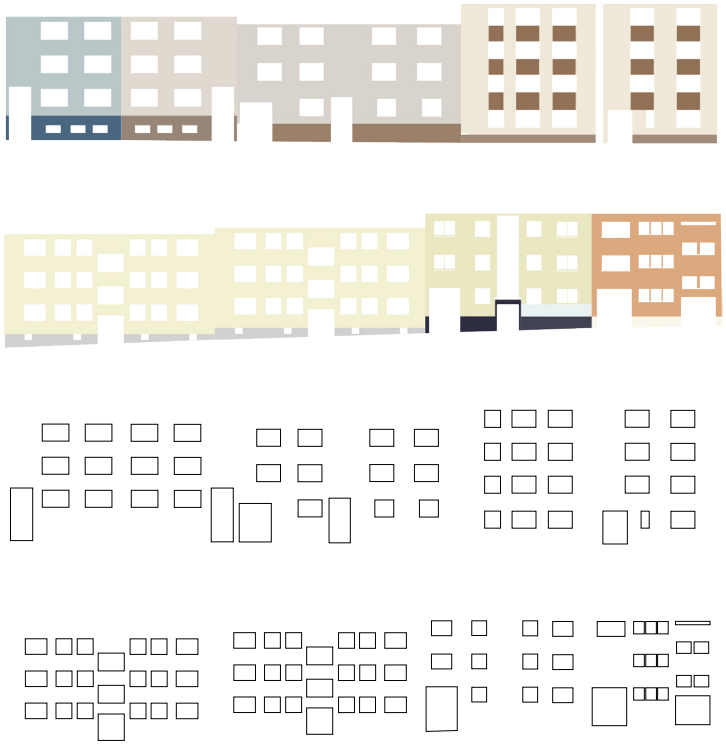


Abb. 6.4.2: Analyse Straßenansichten

6.4 RE FRAME

Lucie Veermann, Jana Esselbrügge

Bestandsanalyse

Die aktuelle Bebauung der Ludwigstraße in Wuppertal ist geprägt von einer meist geschlossenen Blockrandbebauung mit drei- bis viergeschossigen Wohngebäuden. Die Baukörper orientieren sich in einer Flucht zur Straße und bilden eine prägnante Kante. Durch die ähnlichen Traufhöhen und die regelmäßigen Gliederungen der Fassaden entsteht eine Homogenität im Gesamtbild. Dieses wird ebenfalls durch die Farben der Straße unterstützt. Auffällig ist vor allem die wiederkehrende Fassadenstruktur mit ähnlichen Fensterformaten und einer Vertikalität durch Absetzung des Treppenhauses. Alle Gebäude verfügen über eine abgesetzte Sockelzone und Putzfassaden. Der Straßenraum wirkt kompakt und eingefasst.
Unterschiede bestehen vor allem in der Materialität der Sockelzonen und verschiedenen Öffnungen im Sockelbereich

Konzept

Das neue Konzept zur energetischen Fassadensanierung knüpft an die bestehende Straßenstruktur an und interpretiert diese Gestaltungsmerkamle neu. Ziel ist es, die Rythmik der Nachbarbebauung beizubehalten und gleichzeitig eine eigene architektonische Identität zu entwickeln. Die Fensterformate bleiben unangetastet und werden von einem neuen Raster aus Re-Use-Stahlträgern eingefasst. Die Fassade erhält ein homogenes, ruhiges Material, welches sich an den bestehenden Putzfassaden orientiert.. Die Sockelzone wird im Material und der Farbigkeit abgesetzt und Re-Use Fassadenselemente an den Fenstern ergänzen eine neue Dreidimensionalität der Fassade. Eine Erweiterung im Dach fügt sich durch das fortlaufende neue Raster und die Homogenität im Material in das Straßenbild ein.

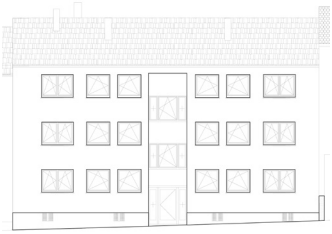


Abb. 6.4.3: prägende Formen

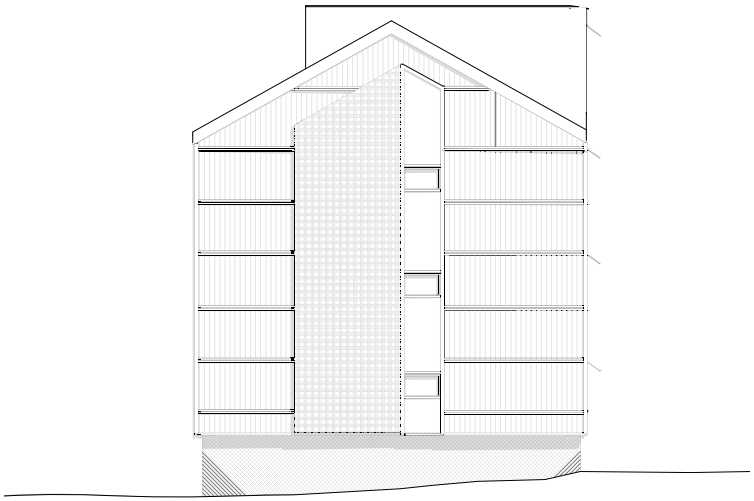
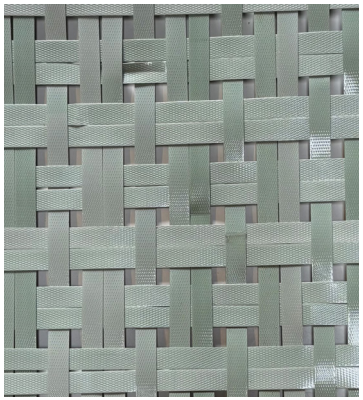


Abb. 6.4.4: Ansicht Ost | M 1:200



Abb. 6.4.5: Ansicht Nord | M 1:200







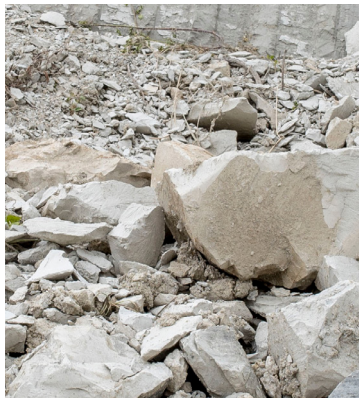


Abb. 6.4.6: Ausgangsmaterial

Ausgangsmaterial

Für die neue Fassade werden ausschließlich Re-Use Materialien verwendet. Als flächiges, wasserführendes Material werden Polycarbonatplatten benutzt. Diese werden aktuell aus vielen Industriegewächshäusernrückgebut und können mit geringem Aufwand wiederverwendet werden. Lediglich eine Reinigung und eventeuell ein neues Zurechtschneiden der Platten ist notwendig. Die Reinigung kann per Hand erfolgen. Um die Platten nicht weiter mit Schraublöchern zu perforieren und so ihre Lebensdauer zu verlängern, wird ein Stahlprofil zum Einschieben der Platten genutzt. Hierbei werden L- Winkel aus Baukränen genutzt. Da Baukräne hohe Sicherheitsstandarts erfüllen müssen, werden diese turnusmäßig deutlich vor einem etwaigen Materialversagen stillgelegt. Der Stahl weisst ausserdem grundlegend eine deutlich höhere Streckgrenze aus, da eine maximale Festigkeit bei möglichst geringem Gewicht erreicht werden muss, was einer Fassadensanierung zugute kommt, bei welcher ds Eigengewicht gering gehalten werden sollte. Die kurzen L- Winkel werden in der Länge verschweißt und gedreht aufeinander gesetzt und verschraubt, um ein U- Profil herzustellen. (siehe Abb. 6.4.8.) Die Verschraubung ist notwendig, um im Schadensfall den vorderen Winkel demontieren und eine einzelne Platte austauschen zu können.

Aus der vorherigen Entwicklung des Studios entstehen aus Umreifungsbändern, welche zum Verpacken von Palettenmaterialien genutzt werden, neue verwebte flächige Elemente, die flexibel bewegt und angeordnet werden können.

Gesteinsreste, die bei dem Abbau von Kalksandstein enstehen und Klinkerreste sowie Bruchstücke, die sich nicht für den normalen Verkauf eignen, werden als Füllmaterial im Sockel der Fassade verwendet.

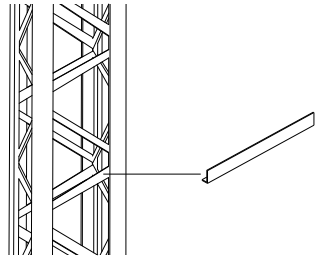


Abb. 6.4.7: Baukran Stahlwinkel

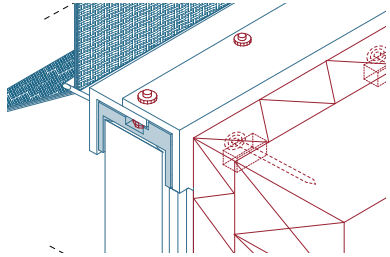


Abb. 6.4.8: Verbindung Stahlwinkel



Abb. 6.4.9: Ansicht Nord | M 1:100

Fassadengestaltung

Die Gestaltung der neuen Fassade orientiert sich an den vorhandenen städtebaulichen und architektonischen Strukturen der umgebenden Bebauung und entwickelt diese im Sinne einer ressourcenschonenden Sanierungsstrategie weiter. Ziel ist es, die bestehende Fassadenrythmik sowie die Proportionen der Öffnungen beizubehalten und den Einsatz von Re-Use Materialien und einer Modernisierung sichtbar zu machen. Der Bestand wird durch den gestalterischen Ansatz respektiert und gewahrt, ebenso lässt sich die neue Transformation nach aussen ablesen.
Ein wesentliches Gestaltungselement bildet das Raster aus wiederverwendeten Stahlwinkeln ehemaliger Baukräne. Diese Elemente werden zu U-Profilen zusammengesetzt und bilden eine sekundäre Trag- und Fassadenstruktur vor der gedämmten Außenwand. Das Raster greift die Gliederung der Fensterformate auf. Die ursprüngliche Fassadenordnung bleibt so erhalten.
Die äußere Bekleidung der Fassade besteht aus wiederverwendeten Polycarbonatplatten, die ursprünglich in Industriegewächshäusern eingesetzt wurden. Aufgrund der Witterungsbeständigkeit, ihres geringen Gewichts und der homogenen Oberfläche eignen sich die Platten besonders für eine Fassadensanierung. Die transluzenten Platten, hinter denen der helle Hanfkalkstein sichtbar wird, nehmen so ein ähnliches Farbmuster wie die umgebende Bebauung an und orientieren sich an der Homogenität der bestehenden Putzfassaden. Bei verschiedener Belichtung der Fassade wird eine neue Dreidimensionalität sichtbar, welches dem flachen Material eine neue Tiefe gibt. Die dahinter liegende Konstruktion bleibt teilweise wahrnehmbar.
Die Sockelzone des Gebäudes wird als eigenständiger, abgesetzter Bereich ausgebildet, um den Übergang zwischen Gebäude und Straßenbereich zu betonen. Hier werden Bruchstücke und Reste aus verschiedenen Gesteinssorten oder Klinker verwendet, welche bei der Produktion aussortiert oder durch Beschädigung unbrauchbar wurden. Ebenso können hier Reste, die beim Rückbau anderer Gebäude anfallen und sich nicht mehr für eine direkte Wiederverwendung eignen, genutzt werden. Durch das vorgesetzte Streckmetall können auch kleine Bruchstücke genutzt werden. Durch ihre Verwendung als Füllmaterial entsteht eine massive Basis, welche im Kontrast zur leichten Fassade steht. Die Sockelzone orientiert sich ebenfalls an den umliegenden Gebäuden. Die Farbigkeit der Steine wird im meist gelb lackierten Baukranstahl wieder aufgegriffen.
Die Umreifungselemente entwickeln eine neue Dreidimensionalität der Fassade, wodurch eine kleine Kontrastierung im Straßenbild entsteht. Die Farbigkeit und Anordnung orientiert sich hier an den farblichen Absetzungen unter den Fensterbereichen der gegenüberliegenden Straßenseite. Der Treppenhausbereich wird als stilistisches Mittel abgesetzt und bleibt originalgetreu erhalten.
Insgesamt verfolgt die Fassadengestaltung einem integrativen Ansatz, bei dem konstruktive und ästhetische Aspekte zusammen mit dem ökologischen Anspruch, ressourcenschonend und kreislauf wirksam zu funktionieren miteinander verknüpft werden. Die neuen alten Bauteile bekommen eine starke Sichtbarkeit in der Fassadenentwicklung, ohne die schon bestehenden homogenen Straßenfassaden zu stören. Auf diese Weise entsteht eine Fassade, die sowohl auf den städtebaulichen Kontext reagiert als auch die Prinzipien einer zirkulären Bauweise gestalterisch integriert.

Außenwandaufbau

15 mm	Umreifungsbänder in Stahlrahmen
40 mm	Polycarbonatplatte
50 mm	2 x 50 / 35 mm Baukran-Stahlwinkel
8 mm	Kautschukeinlage
30 mm	Abstandshalter
60 mm	Hanfkalkstein, gedübelt und gemörtelt
120 mm	/ 60 mm KVH Fichte, unbehandelt
dazwischen	
120 mm	Hanfkalksteine
120mm	/ 120 mm KVH Fichte, unbehandelt
240 mm	Bestandsmauerwerk
10 mm	Kalkputz + Anstrich

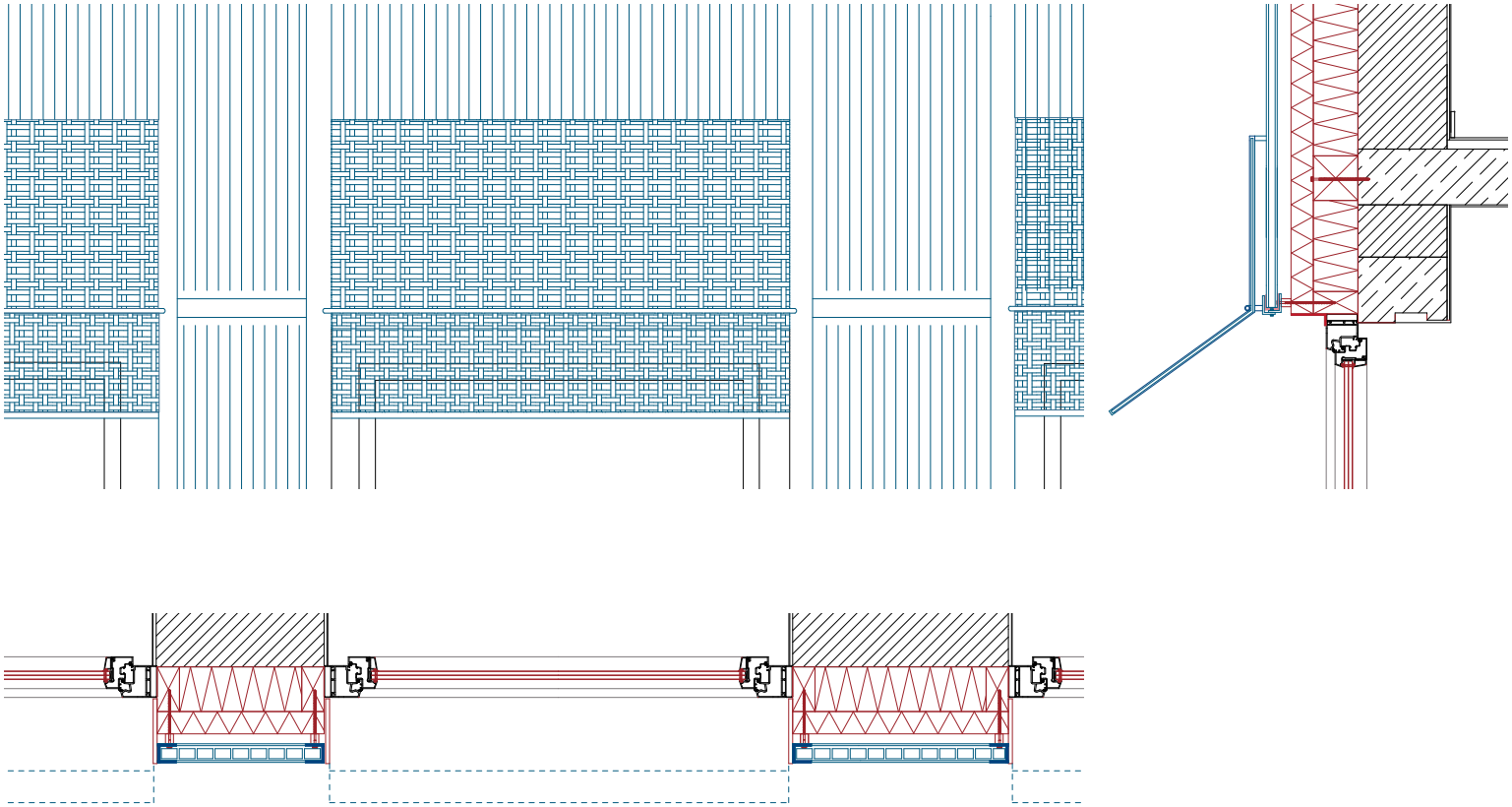


Abb. 6.4.10: Dreitafelprojektion | M 1:20

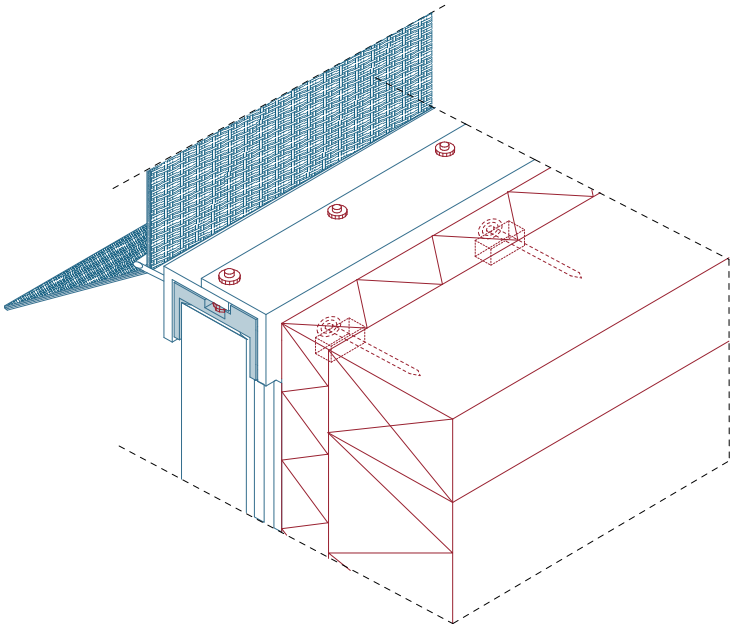


Abb. 6.4.11: Detailisometrie | M 1:20

Konstruktion

Die Fassade erhält eine neue Aussendämmung aus Hanfkalksteinen, die direkt auf dem Mauerwerk mit einer Ausgleichsmörtelschicht angebracht werden kann. Die Dämmung besteht aus zwei Schichten, einer 120 mm Schicht die von einem Holzrahmenbau gehalten wird und einer weiteren 60 mm Hanfkalkstein- Überdämmung, welche mit Felddübeln an der hinteren Dämmschicht befestigt wird. Hanfkalksteine sind einfach zu verarbeiten und feuchtigkeitsbeständig, ohne ihre Dämmwirkung dabei zu verlieren. In den Stahlbetondecken sind jeweils 120 x 120 mm KVH Fichte Kopfbalken verankert, um die Konstruktion mit dem Bestandsbau zu verbinden.
An der Holzrahmenkonstruktion wird das neue U -Profil aus dem Baukran-Stahl verschraubt, Abstandshalter sorgen für eine 30 mm Hinterlüftungsebene hinter dem Polycarbonat. Die Polycarbonatplatten werden je nach Position entweder seitlich eingeschoben oder frontal eingesetzt und dann mit dem zweiten Winkel erst eingeklemmt. Zwischen den beiden L - Winkeln befindet sich eine Kautschuklage, die stehendes Wasser im U-Profil verhindert und die Platten ausreichend festklemmt.
Die Umreifungsbänder- Elemente werden in einen abgewinkelten Stahlrahmen eingespannt und punktuell mit der Stahlonstruktion verschraubt.
Die Fenster werden in die neue Dämmebene vorgesetzt. Um das Straßenbild erhalten zu können, Ressourcen zu schonen und Abfall zu vermeiden, werden die alten Fensterrahmen, sofern ihr Zustand das zulässt, erhalten und lediglich ein Scheibenaustausch vorgenommen.



Abb. 6.5.1. Auszug Fassadengestaltung

6.5 VOM DACH ZUR FASSADE

Viktoria Berger, Lukas Dauenheimer

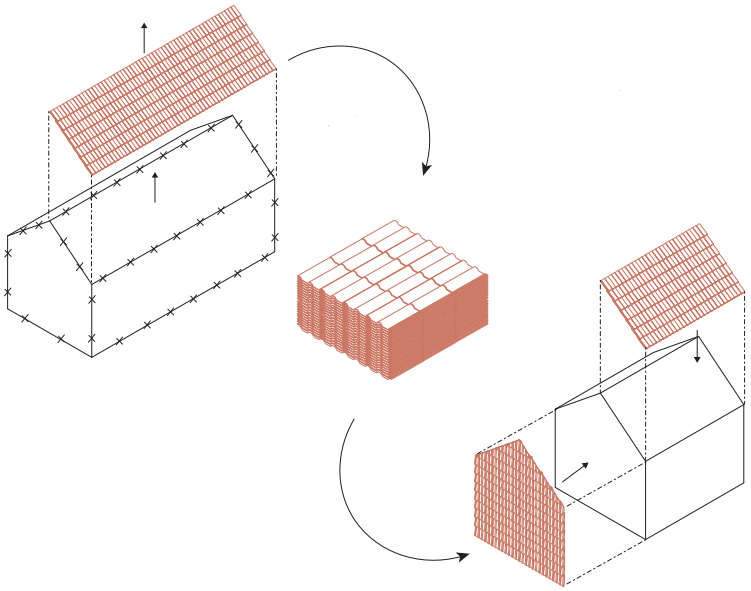


Abb. 6.5.2: Konzept

Bestandsanalyse

Das Objekt Ludwigstraße 69 im Wuppertaler Stadtteil Elberfeld ist ein dreigeschossiger Massivbau mit Lochfassade und Satteldach, eingebettet in eine dichte Blockrandbebauung. Die Architektur des Gebäudes und seines Umfeldes folgt vier zentralen Gestaltungsprinzipien: Aufgrund der starken Straßensteigung vermittelt ein ausgeprägter Putz- oder Natursteinsockel visuell zwischen Hanglage und Fassade. Während die regionale Bautradition häufig monomateriale Schieferverkleidungen vorgibt, weisen andere Objekte eher schlichte Putz-fassadenflächen auf. Hierbei strukturieren rhythmisch platzierte und farblich hervorgehobene Fenster die Fassade horizontal, während ein gestalterisch betontes, vor- oder rückversetztes Portal eine vertikale, repräsentative Erschließungsachse über die gesamte Gebäudehöhe bildet

Konzept

Die Verwendung gebrauchter Dachziegel als Fassadenbekleidung birgt ein erhebliches Potenzial für die zirkuläre Bauwirtschaft. Aufgrund der Langlebigkeit und Robustheit des Materials ist eine maximale Ausschöpfung des Produktlebenszyklus im Sinne des Re-Use erstrebenswert. Dies stellt eine nachhaltige Alternative zum derzeit üblichen Downcycling dar. Ein wesentliches Hindernis für die Wiederverwendung als Fassadenmaterial ist jedoch die oft begrenzte Verfügbarkeit sortenreiner Restbestände oder Abbruchmaterialien, die für die vollständige Verkleidung eines Bauprojekts meist nicht ausreichen. Der vorliegende Fassadenentwurf adressiert diese Problematik gezielt, indem er die ästhetische und konstruktive Integration verschiedener Dachpfannenarten innerhalb einer gemeinsamen Fassadenfläche thematisiert.

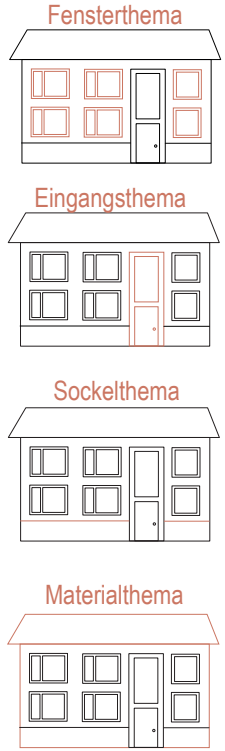


Abb. 6.5.3: Ortsanalyse

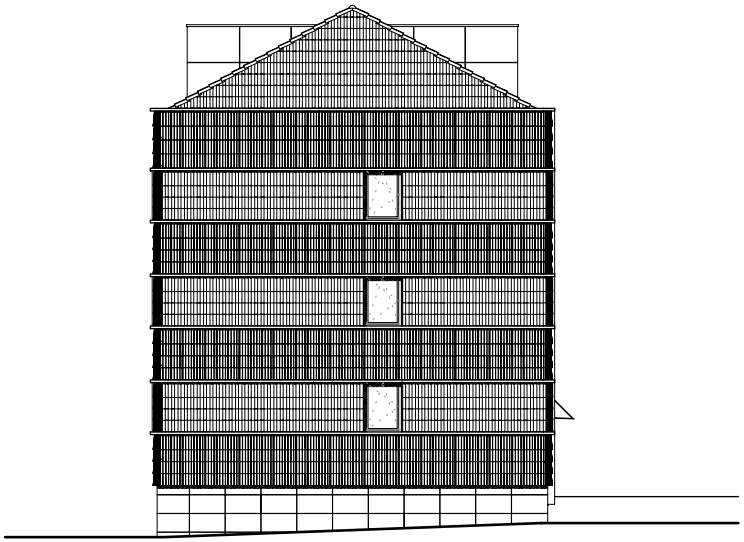


Abb. 6.5.4: Ansicht Ost | M 1:200

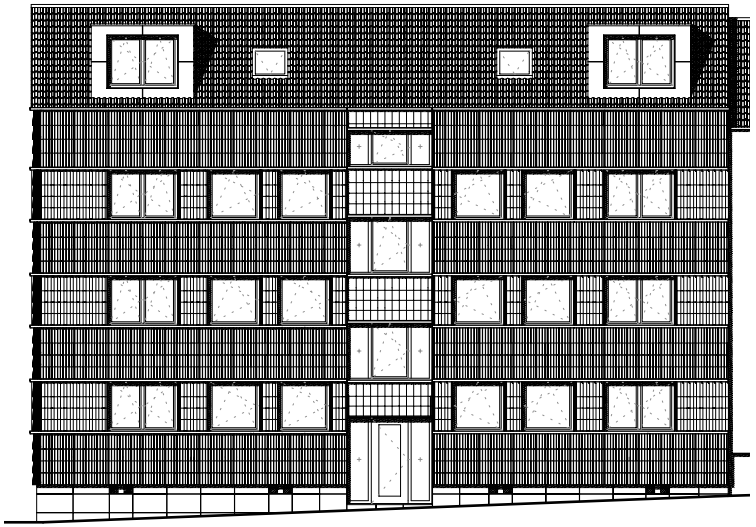


Abb. 6.5.5: Ansicht Nord | M 1:200



Abb. 6.5.6: Ausgangsmaterial

Ausgangsmaterial

Ausgangspunkt unseres Projekts sind verschiedene Dachziegeltypen, die ursprünglich für geneigte Dächer entwickelt wurden, in unserem Entwurf jedoch in einen neuen Nutzungskontext überführt werden. Verwendet werden Frankfurter Pfannen, Flachdachziegel und Hohlziegel. Die Ziegel stammen von einem Hof, auf dem neue, jedoch übrig gebliebene Dachziegel gesammelt werden. Dabei handelt es sich meist um Restbestände aus Bauprojekten, Überproduktionen oder Fehlbestellungen. Obwohl diese Materialien technisch einwandfrei und unbenutzt sind, finden sie häufig keine weitere Verwendung. Ein Grund dafür ist, dass die vorhandenen Mengen meist nicht ausreichen, um größere Flächen, beispielsweise eine komplette Dachdeckung mit nur einem Ziegeltyp umzusetzen. Dadurch bleiben viele dieser Bauteile langfristig eingelagert oder werden später lediglich zerkleinert und als Recyclingmaterial weiterverarbeitet. Unser Ansatz besteht darin, diese Restbestände gezielt miteinander zu kombinieren. Statt eine Fassade mit nur einem Ziegeltyp zu gestalten, werden die unterschiedlichen Dachziegel in einzelne eingefasste Felder gegliedert. Jedes Feld wird mit einer Ziegelart ausgeführt und bildet so ein eigenes Fassadenelement. Auf diese Weise können auch kleinere Restmengen sinnvoll genutzt werden. Die unterschiedlichen Ziegeltypen lassen sich dabei zwar nicht direkt miteinander verbinden, die zugrunde liegende Fassadenkonstruktion bleibt jedoch für alle gleich. Dadurch entsteht ein flexibles System, das verschiedene Dachziegel aufnehmen kann und gleichzeitig ein abwechslungsreiches Fassadenbild erzeugt. Die Kombination der unterschiedlichen Formen und Oberflächen wird so zu einem bewussten gestalterischen Element der Fassade.

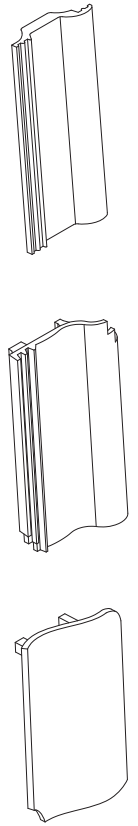


Abb. 6.5.7: verwendete Pfannenarten

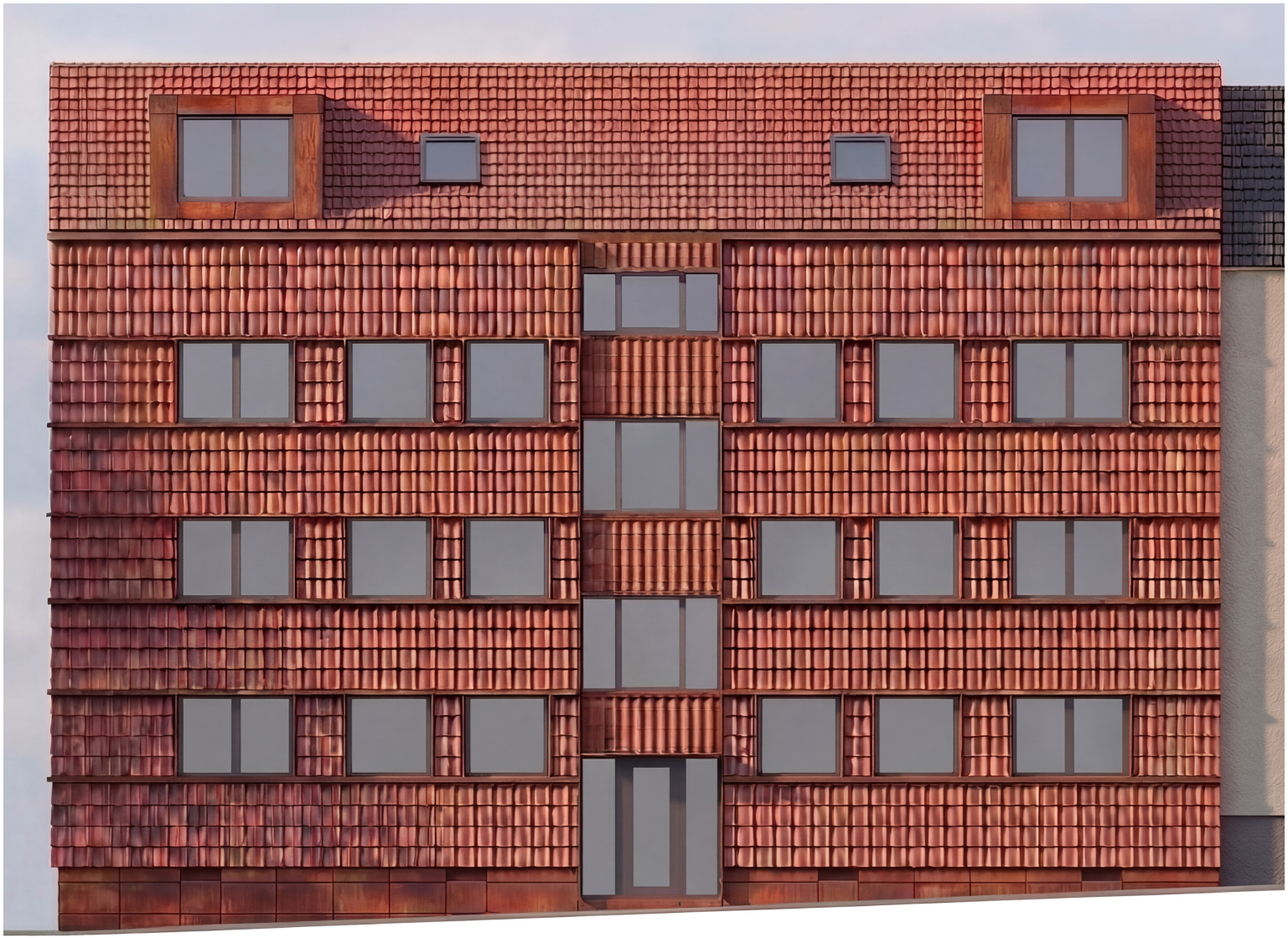


Abb. 6.5.8: Ansicht Nord | M 1:100

Fassadengestaltung

Die Fassadengestaltung des Projekts „Vom Dach zur Fassade" entsteht aus dem Zusammenspiel von Bestandsgebäude, Materialverfügbarkeit und konstruktiver Logik. Ziel ist es, eine neue Fassadenstruktur zu entwickeln, die die vorhandene Architektur respektiert und gleichzeitig die Wiederverwendung von Restmaterialien sichtbar macht. Dabei wird die Dachpfanne aus ihrem ursprünglichen Kontext gelöst und in eine neue Rolle überführt: vom Bauteil der Dachdeckung zum prägenden Element der Fassadenoberfläche.

Das Gebäude an der Ludwigstraße 69 in Wuppertal ist ein Massivbau mit Lochfassade, drei Vollgeschossen und einem Dachgeschoss. Die bestehende Fassadenstruktur gibt eine klare Ordnung vor, die im Entwurf bewusst aufgenommen wird. Besonders die horizontale Gliederung durch die Fensteröffnungen bildet ein wesentliches Gestaltungsprinzip der neuen Fassade. Diese horizontale Struktur wird durch schmale, umlaufende Gesimse aus Cortenstahl zusätzlich betont und fasst die einzelnen Fassadenbereiche zusammen.

Innerhalb dieser Gliederung entstehen eingefasste Fassadenfelder, in denen die wiederverwendeten Dachziegel eingesetzt werden. Diese Aufteilung ermöglicht es, unterschiedliche Dachziegeltypen zu kombinieren. Da verschiedene Pfannen unterschiedliche Wulstpositionen und Materialstärken besitzen, ist eine direkte Überlappung nicht sinnvoll. Durch die Aufteilung in einzelne Felder kann jedoch jeder Ziegeltyp innerhalb eines eigenen Bereichs eingesetzt werden, ohne die Ebenheit der Fassadenfläche oder die Regenwasserführung zu beeinträchtigen.

Die Materialisierung der Fassadenfelder erfolgt durch eine Kombination aus Frankfurter Pfannen und Flachdachziegeln, die sich in einer systematischen Abfolge über die Fassadenflächen verteilen. Dadurch entsteht ein ruhiges, rhythmisches Fassadenbild, bei dem die unterschiedlichen Formen und Oberflächen der Ziegel sichtbar bleiben.

Eine besondere Rolle nimmt das Treppenhaus ein. Hier werden Hohlziegel eingesetzt, die durch ihre charakteristische Form eine stärkere plastische Wirkung erzeugen und diesen Gebäudeteil innerhalb der Fassade hervorheben.

Für die Ausbildung der Gebäudeecken wurden spezielle Eckpfannen entwickelt. Diese Sonderformsteine werden im 3D-Keramikdruckverfahren hergestellt und ermöglichen einen sauberen Übergang zwischen den Fassadenseiten. Sie nehmen auf der Giebelseite die Verfalzung der horizontal ankommenden Dachpfannen auf und bilden auf der Frontseite die notwendige Überdeckung für die vertikal verlaufenden Pfannen aus.

Die Fassadengestaltung zeigt, wie unterschiedliche Restmaterialien durch eine klare Ordnung und Konstruktion zu einem zusammenhängenden architektonischen Ausdruck geführt werden können. Die Dachpfanne wird dabei von einem klassischen Dachbauteil zu einem neuen Fassadenelement weiterentwickelt.



Abb. 6.5.9: Close Up: Eckgestaltung Fassade

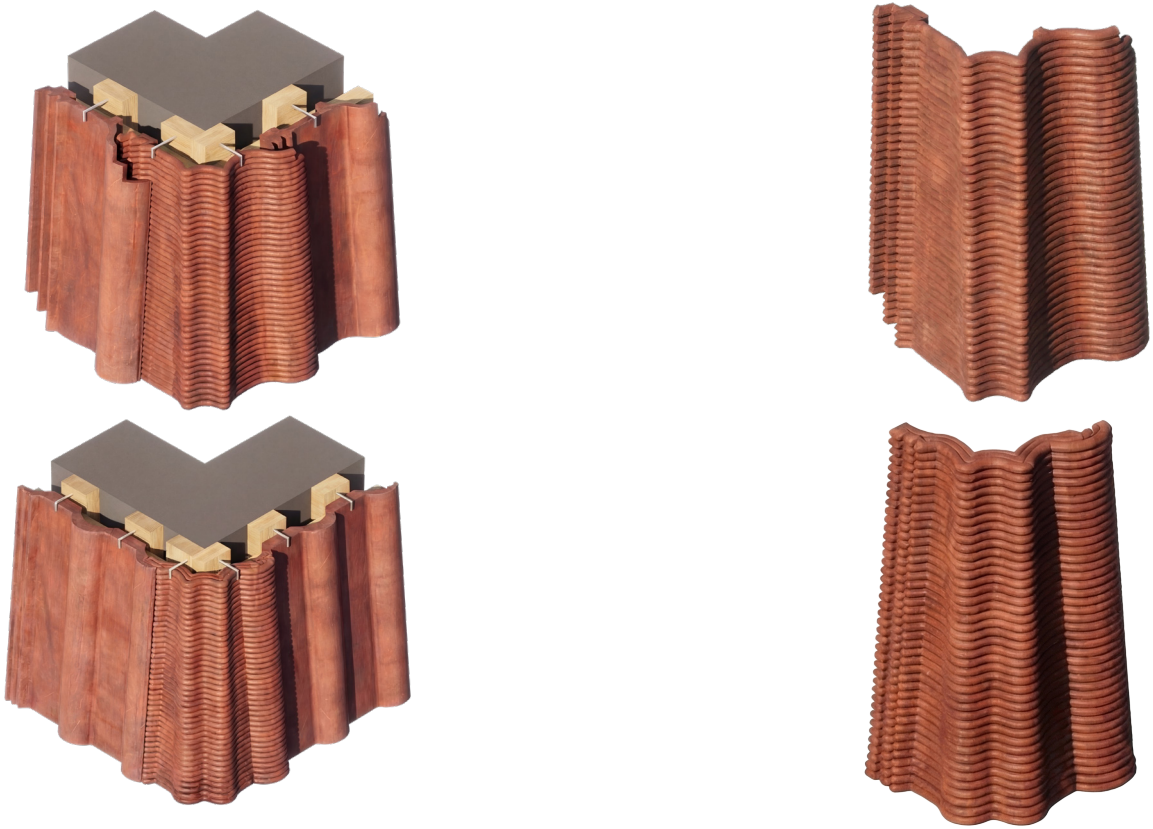


Abb. 6.5.10: Close Up: Sonderformsteine 3D-Keramikdruckverfahren

Außenwandaufbau D= 588 mm
U-Wert 0,225 W/(m²K)

≈ 80 mm	Dachziegel aus Resthofverwertung: Frankfurter Pfanne, Flachdachziegel, Hohlziegel; eingehängte Konstruktion mittels Schlitzhacken
30/50 mm	Konterlattung, Fichte, unbehandelt, verschraubt
30/50 mm	Traglattung, Fichte, unbehandelt, verschraubt
40 mm	Korkdämmplatte expandiert; λ = 0,04; verdübelt, Fa. Ziro-Lothar Zipse
18 mm	MDF-Platte, Holz aus nachhaltiger Forstwirtschaft, verschraubt, Fa. Swiss Krono
140 mm	Holzrahmen KVH 140/80 mm, Fichte, unbehandelt, dazwischen: Stroheinblasdämmung; λ = 0,047; lose geschüttet, Fa. Sonnenklee
240 mm	Mauerwerk Bestand
10 mm	Putzschicht Bestand

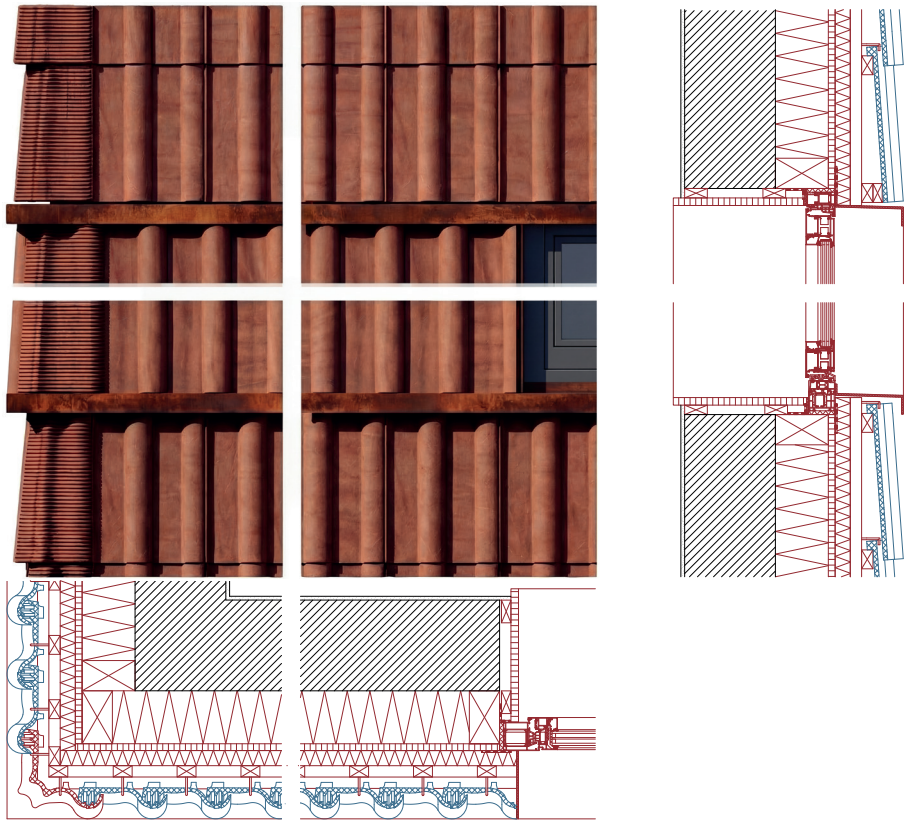


Abb. 6.5.11: Dreitafelprojektion | M 1:20

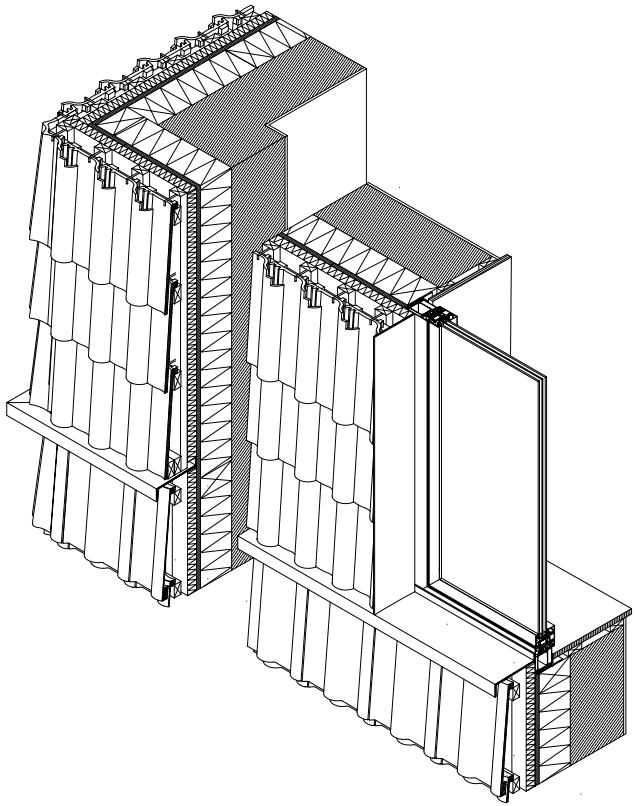


Abb. 6.5.12: Detailisometrie | M 1:20

Konstruktion

Die entwickelte Fassadenkonstruktion basiert auf einer hinterlüfteten Vorhangfassade und überträgt das Funktionsprinzip einer klassischen Dachdeckung auf die vertikale Fläche der Fassade. Ziel war es, ein System zu entwickeln, bei dem Dachziegel zerstörungsfrei befestigt werden können und gleichzeitig einzeln austauschbar bleiben.
Ausgangspunkt der Konstruktion ist das bestehende Mauerwerk des Gebäudes, an dem die neue Fassadenschicht angebaut wird. Zunächst werden Holzträger an der Außenwand befestigt und bilden die tragende Konstruktion für die thermische Ebene. Diese bildet sich durch eine dazwischen liegende Stroheinblasdämmung, die durch eine auf der Außenseite montierte MDF-Platte geschlossen wird. Um den erforderlichen Wärmeschutz zu erreichen, wird zusätzlich eine expandierte Korkdämmplatte als Überdämmung angebracht, die zugleich aufgrund ihrer hydrophoben Eigenschaft die zweite wasserführende Schicht bildet. Darauf folgt die Fassadenunterkonstruktion aus Lattung und Konterlattung, an der die Dachziegel befestigt werden.
Da Dachziegel ursprünglich für geneigte Dächer entwickelt wurden, besteht bei gleicher Anbringung an der senkrechten Fassade die Gefahr, dass sie nach vorne herausrutschen. Zur Sicherung wird deshalb oberhalb jedes Ziegels ein handelsüblicher Schlitzhaken in die vertikale Lattung geschraubt. Beim Einsetzen befindet sich der Haken zunächst waagerecht und wird nach dem Einhängen nach unten gedreht, wodurch der Ziegel arretiert wird.
Ein Vorteil der Konstruktion ist ihre Reversibilität. Einzelne Ziegel können jederzeit ausgetauscht werden, indem der darüberliegende Ziegel leicht angehoben und der Schlitzhaken zurückgedreht wird. Die Konstruktion bleibt für alle verwendeten Ziegeltypen gleich, sodass Frankfurter Pfannen, Flachdachziegel und Hohlziegel flexibel in identische Fassadenfelder eingesetzt werden können.



Abb. 6.6.1. Auszug Fassadengestaltung | M 1:100

6.6 SECOND SKIN

Tugce Varol, Edzhe Ayyaldaz, Sara Reyhan

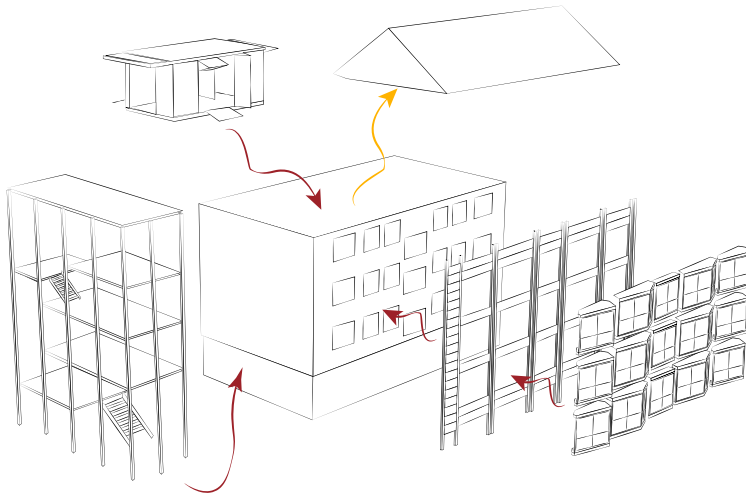


Abb. 6.6.2: Konzept

Bestandsanalyse

Das untersuchte Gebäude an der Ludwigstraße ist ein Bestandsbau mit tragendem Mauerwerk aus Bimsstein. Die ursprüngliche Konstruktion entspricht nicht den heutigen energetischen Anforderungen.
Durch die bestehende Fassade entstehen hohe Transmissionswärmeverluste.
Zusätzlich ist die vorhandene Fensterstruktur veraltet und führt zu erhöhten Wärmeverlusten sowie zu einem eingeschränkten Tageslichteintrag.
Im Inneren weist das Gebäude eine kleinteilige Grundrissstruktur mit einem zentralen Treppenhaus auf. Diese reduziert die Flexibilität der Nutzung und führt zu dunklen Erschließungsbereichen.
Das bestehende Satteldach bietet keine nutzbare Dachfläche und verhindert eine gemeinschaftliche Nutzung des oberen Abschlusses.

Konzept

Das Projekt verfolgt das Ziel, eine nachhaltige Fassadensanierung mit einer Nutzungsänderung zu einem gemeinschaftlich organisierten Studierendenwohnen zu verbinden. Die bestehende Gebäudestruktur wird weitergenutzt und räumlich angepasst, um ein Cluster aus individuellen Wohneinheiten und gemeinschaftlichen Bereichen zu ermöglichen. Für die Sanierung und Gestaltung der Fassade werden externe Materialien eingesetzt, die als Re-Use-Bauteile aus regionalen sowie deutschlandweit vernetzten Bauteilbörsen stammen. Dadurch wird der Einsatz neuer Baustoffe minimiert und vorhandene Ressourcen werden in einen neuen Nutzungskontext überführt.
Die Fassade wird als funktionale und gestalterische Schnittstelle verstanden, die sowohl die energetische Ertüchtigung als auch die veränderten Anforderungen des studentischen Wohnens abbildet.

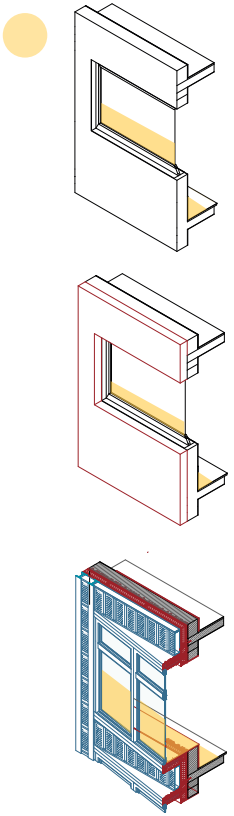


Abb. 6.6.3: Detailisometrie

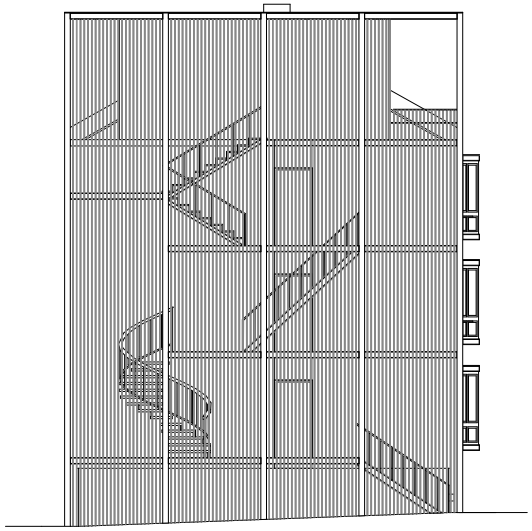


Abb. 6.6.4: Ansicht Süd | M 1:200

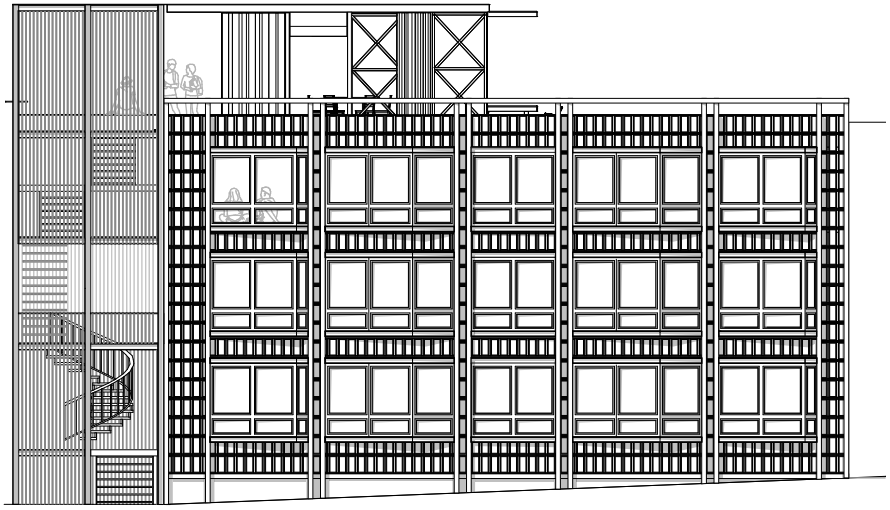


Abb. 6.6.5 Ansicht Nord | M 1:200











Abb. 6.6.6: Ausgangsmaterial

Ausgangsmaterial

Die verwendeten Materialien stammen überwiegend aus der Bauteilbörse und bestehen aus rückgebauten, industriell gefertigten Bauelementen. Die zentralen Materialien sind unter anderem Lärmschutzwandelemente aus dem Infrastrukturbau, welche mechanisch gereinigt und von ihrer ursprünglichen Pulverbeschichtung befreit wurden. Die Weiterverarbeitung beschränkt sich auf Zuschnitt, Bohrungen und konstruktive Anpassungen, wobei das ursprüngliche Material- und Farbigkeit erhalten bleibt.

Ergänzend kommen wiederverwendete Stahlbauteile zum Einsatz. Die Stahlprofile und -elemente werden sortiert, geprüft und durch Zuschneiden, Verschrauben und punktuelles Verschweißen weiterverarbeitet. Korrosionsschutzmaßnahmen erfolgen zurückhaltend und konzentrieren sich auf konstruktive Lösungen und Schnittstellen.

Die Re-Use Holzfenster stammen aus der Bauteilbörse und sind baugleich. Sie werden instandgesetzt und mechanisch überarbeitet, ohne deckende Beschichtungen aufzutragen.

Die Oberflächenbehandlung kann durch eine biologische Verfärbung des Holzes mit dem Bläuepilz Chlorociboria aeruginascens erfolgen. Dabei produziert der Pilz den blau-grünen Farbstoff Xylindein, der in das Holz eingelagert wird und eine charakteristische Färbung verursacht (vgl. Michaelsen 2014).

Weitere Holzelemente sowie Draht- und Seilmaterialien aus der Bauteilbörse werden gereinigt, zugeschnitten und mechanisch weiterverarbeitet. Insgesamt folgt die Materialverarbeitung dem Prinzip minimaler Eingriffe, bei dem Gebrauchsspuren und Patina bewusst erhalten bleiben.

Quelle:

Michaelsen, Hans (2014): Lebende Farben – Pilzverfärbtes Holz als dekoratives Gestaltungsmittel. In: CONSERVA – Beiträge zur Erhaltung von Kunst- und Kulturgut.



Abb. 6.6.8: Ansicht Nord | M 1:100

Fassadengestaltung

Die Fassadengestaltung des Gebäudes basiert auf einer umfassenden Transformation unter konsequenter Anwendung von Re-Use-Materialien. Die Nordfassade, als Hauptfassade ausgebildet, wird durch eine vorgelagerte Schicht aus wiederverwendeten Autobahn-Lärmschutzwänden neu definiert. Die Elemente sind auf einer eigenständigen Stahlunterkonstruktion befestigt, die konstruktiv unabhängig vom Bestand agiert.
Die ursprüngliche Pulverbeschichtung der Lärmschutzmodule wurde entfernt, sodass deren rohe Materialität und originale Farbigkeit zum Vorschein tritt

Die bestehenden Fensteröffnungen wurden durch den Rückbau der Brüstungszonen nach unten erweitert und hinsichtlich Belichtung, Ausblick und Nutzbarkeit optimiert. Die wiederverwendeten Holzfenster wurden um 180 Grad gedreht eingesetzt, wodurch sich ihre ursprüngliche Funktionslogik umkehrt: Der ehemals untere, nun höher positionierte Flügel bleibt öffenbar, während das nun nach unten versetzte Oberlicht als feststehender Kämpfer ausgebildet ist und gleichzeitig die Funktion der Absturzsicherung übernimmt. Zum Schutz der Fensterkonstruktion wurde am Rahmen eine zusätzliche Tropfkante integriert, die den konstruktiven Holzschutz sicherstellt.

Zur räumlichen Erweiterung der Öffnungen sind vorgestellte Erker aus Stahlkonstruktionen ausgebildet, die die Fassadenebene überschreiten. Diese Erker sind mit den beschriebenen Re-Use-Holzfenstern geschlossen und übernehmen im Innenraum zusätzlich die Funktion von z.B. Sitzflächen. Ihre Geometrie ist durch geneigte Flächen geprägt und bildet unregelmäßige, dreieckige Volumen aus, die sich aus den unterschiedlichen Fensterformaten ableiten und eine präzise Anpassung an den Bestand ermöglichen.

Die Holzfenster erfahren eine materialbasierte Oberflächenveredelung durch eine biologische Behandlung mit dem Bläuepilz Chlorociboria aeruginascens. Während des Wachstums produziert der Pilz das Pigment Xylindein, das in die Holzstruktur eindringt und eine dauerhafte blau-grüne Färbung verursacht. Nach der Trocknung des Materials bleibt das Pigment stabil im Holz erhalten, sodass die Farbigkeit ohne zusätzliche Beschichtungen Teil der Materialästhetik wird (vgl. Robinson et al. 2014; Robinson & Laks 2015).

Die Erschließung des Gebäudes erfolgt über einen seitlich angefügten Treppenhauskörper aus wiederverwendeten Stahlbauteilen, der als neue Hauptzugangsstruktur fungiert. Innerhalb dieses Erschließungselements sind unterschiedliche Re-Use-Treppenläufe sowie Aufenthalts- und Kommunikationsbereiche integriert. Diese Zonen sind mit angebauten Tischen ausgestattet und durch Stahlseile gefasst, wodurch eine offene, transparente Struktur entsteht. Das Treppenhaus erschließt sämtliche Wohneinheiten und Studierendenwohnungen und führt bis auf die Dachfläche.

Der Dachbereich ist als gemeinschaftlich nutzbare, begrünte Außenfläche konzipiert. Er bietet Raum für Aufenthalt, Begegnung und kollektive Nutzung. Ein kleiner Pavillon markiert einen zentralen Ort und unterstützt die Aneignung des Daches als gemeinschaftlichen Treffpunkt. Insgesamt versteht sich das Projekt als architektonische Weiterentwicklung des Bestands, in der Wiederverwendung, konstruktive Klarheit und soziale Nutzung zu einem zusammenhängenden räumlichen Konzept verbunden werden.

Quelle:

Robinson, S. C. et al. (2014): Xylindein: A blue–green pigment produced by the fungus Chlorociboria aeruginascens. Applied Microbiology and Biotechnology.

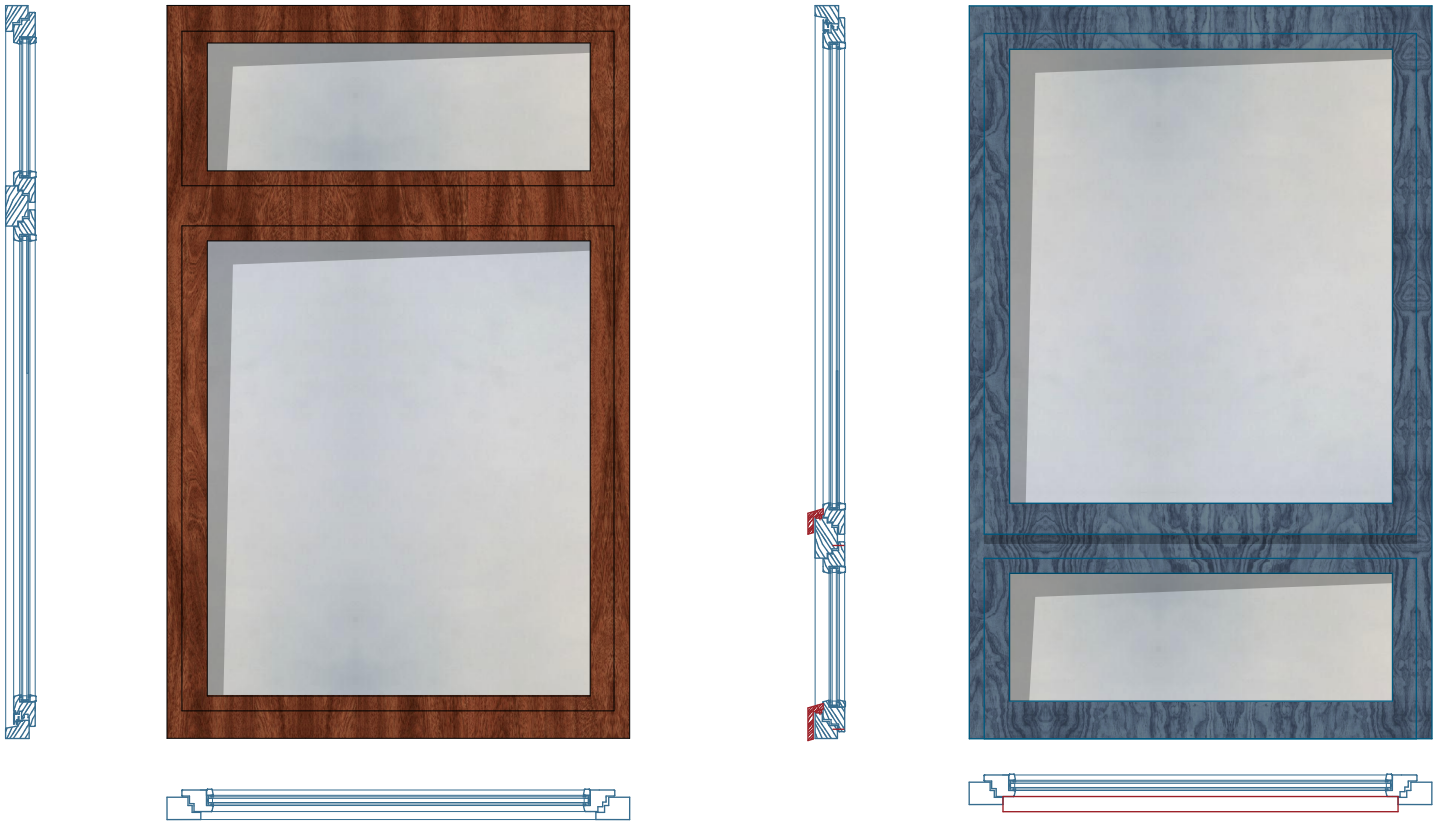


Abb. 6.6.10: Wiederverwendung des übrigen Fensters



Abb. 6.6.11: Perspektive von der Fassadengestaltung

Außenwandaufbau:

Lärmschutzwand aus Metallpaneelen, befestigt über verschraubte Metallhalter an einer tragenden Stahlunterkonstruktion aus Doppel-T Trägern
Hinterlüftungsebene, Metallpaneele über Schraubverbindungen auf Metallprofilen montiert

Diffusionsoffene Fassadenbahn, mechanisch getackert bzw. geklammert auf der Unterkonstruktion befestigt
Holzfaserdämmplatte (Nut und Feder), verschraubt bzw. geklammert auf Holzständerkonstruktion, 40 mm
Holzständerkonstruktion aus Holzbalken 40/100 mm, Gefach mit mineralischer bzw. faseriger Wärmedämmung (100 mm) ausgefüllt
OSB-Platte 15 mm, verschraubt auf Holzständern (aussteifende Ebene)
Installationsebene: Lattung aus Lärchenholz 40/100 mm, verschraubt auf OSB-Platte
Ausgleichsdämmung aus Holzfaserdämmplatten, 40 mm, geklemmt zwischen Lattung
OSB-Platte 15 mm, verschraubt auf Lattung

Bestandsaußenwand aus Bimssteinblöcken, 240 mm, vermauert mit Mörtelfugen Kalkputz 8 mm, aufgetragen als mineralischer Putz
Farbanstrich ca. 2 mm, mineralische oder silikatische Beschichtung

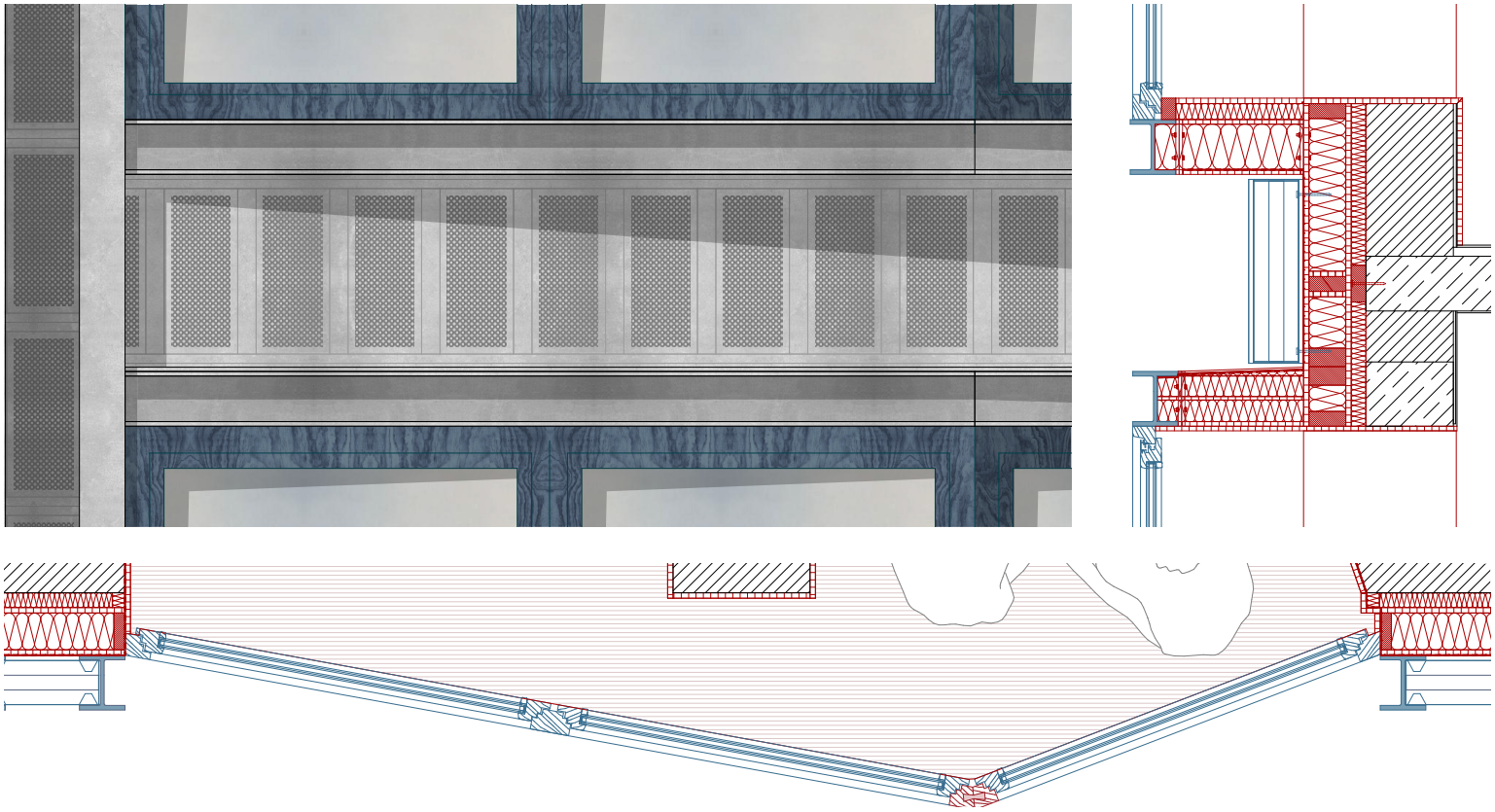


Abb. 6.6.12: Dreitafelprojektion | M 1:20

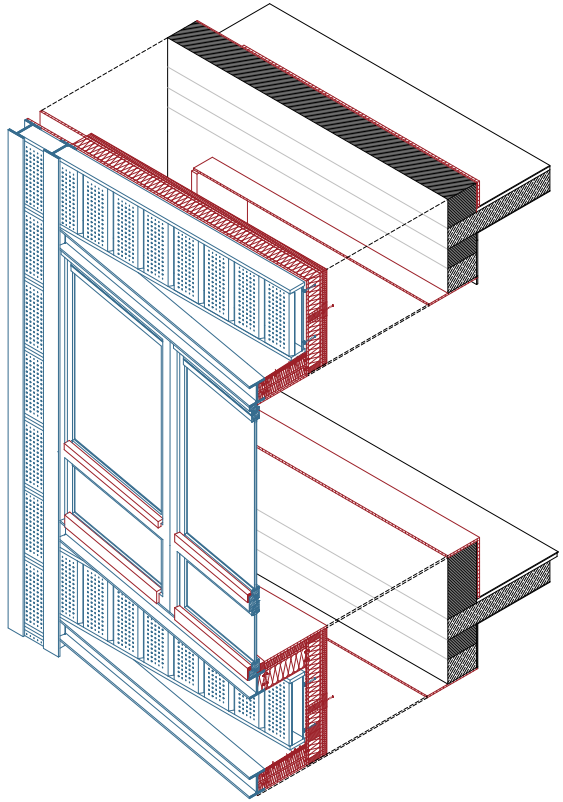


Abb. 6.6.13: Detailisometrie o.M

Konstruktion

Die Fassadensanierung erfolgt als vorgehängte, gedämmte Holzrahmenkonstruktion vor dem bestehenden Stahlbetontragwerk.

Auf das bestehende Stahlbetonmauerwerk mit einer Stärke von 240 mm wird zunächst eine 40 mm starke Ausgleichsdämmung aus Mineralwolle aufgebracht, um Unebenheiten des Bestands auszugleichen und Wärmebrücken zu reduzieren. Darauf folgt eine 15 mm starke OSB-Platte als luftdichte Ebene sowie zur aussteifenden Beplankung der Holzrahmenkonstruktion.

Die tragende Ebene der neuen Fassadenschicht bildet ein Holzrahmen aus Konstruktionsvollholz (KVH) mit einer Dimension von 50/100 mm. Die Gefache werden vollständig mit Zellulosefaserdämmung ausgeblasen, wodurch eine zusätzliche Wärmedämmung von 100 mm entsteht.

Außenseitig wird die Konstruktion mit einer 15 mm starken Holzfaserplatte beplankt, die als zusätzliche Dämm- und Winddichtungsebene dient. Eine diffusionsoffene Fassadenbahn schützt die Konstruktion vor Schlagregen und ermöglicht gleichzeitig den Feuchtetransport nach außen.

Den äußeren Abschluss bildet eine Fassadenbekleidung aus wiederverwendeten Elementen ehemaliger Lärmschutzwände. Die Elemente werden in einen Rahmen aus Doppel-T-Stahlträgern eingespannt und bilden eine robuste, sekundäre Fassadenschicht. Durch den Einsatz dieser Re-Use-Bauteile wird der Materialkreislauf verlängert und der Bedarf an neuen Baustoffen reduziert.

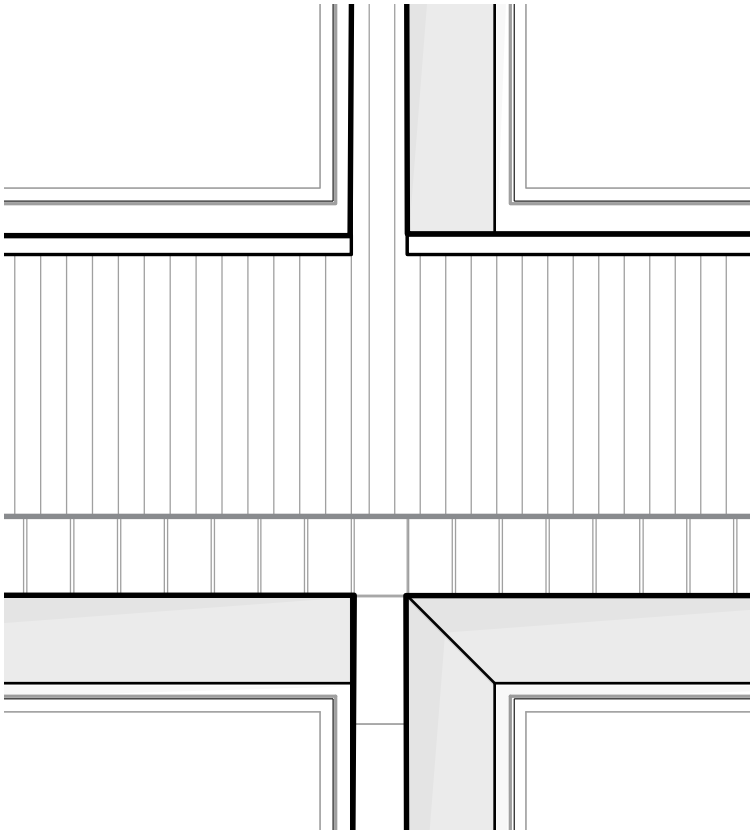


Abb. 6.7.1. Auszug Fassadengestaltung

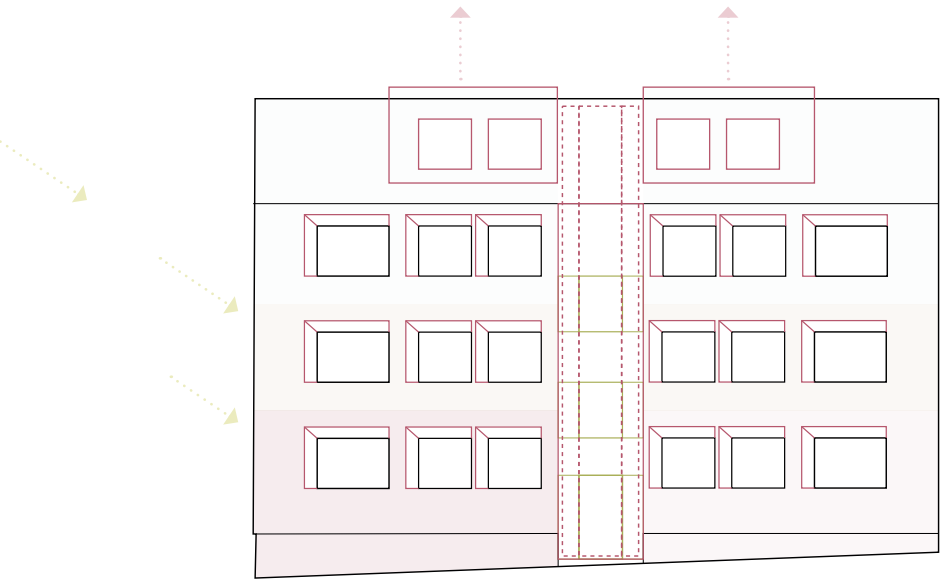


Abb. 6.7.2: Konzept

6.7 LAYER BY LAYER

Noah Sattler, Laura Möller, Lena Königbauer

Bestandsanalyse

Das hier betrachtete Bestandsgebäude Ludwigstraße 69 befindet sich in zentraler Lage in Wuppertal Elberfeld. Die Ludwigstraße ist eine schmale, zumeist durch begrenzende Wohnbebauung definierte Seitenstraße. Es ist zwar lediglich vereinzelter Verkehr zu erwarten, dennoch bedingt die eng aneinander anschließende Bebauung mit mäßiger Nutzung der durch die Blockrandausbildung definierten Innenhöfe eine abermalige Verschärfung der Straßensituation durch erhöhtes, beidseitiges Parkaufkommen der Anwohner. Der Abstand der gegenüberliegenden Bebauung beträgt lediglich 6,30 m (siehe Abb. 6.2.4). Die Anschlussbebauung des Straßenzugs, wie auch das hier betrachtete Objekt weisen eine Dreigeschossigkeit mit Satteldach auf. Auf Grund des totografischen Versprungs und der Enge der Bebauung kommt es besonders auf der der Straße zugewandten Nordseite zu erheblichen Verschattungen bei geringer Grundbelichtung (siehe Abb. 6.2.3).

Konzept

Die Bestrebung des folgend dargelegten Entwurfs ist es die Wohnqualität durch die Ausbildung von Balkonflächen zum ruhigen Innenhof und der Optimierung des Lichteinfalls auf der Nordseite zu erhöhen. Weiterhin wird der Wohnraum durch die Ausbildung von zwei Gauben erweitert und der bislang mäßig genutzte Dachstuhl so mit vergleichsweise geringem Aufwand ertüchtigt. Das Gesamtobjekt erhält eine energetische Ertüchtigung der Gebäudehülle. Diese wird im Zuge der Neugestaltung der Fassaden- und Dachflächen unter Berücksichtigung von vorgefundenen Materialien am Bestand als hinterlüftete , thermisch relevante Vorhangfassade ergänzt.



Abb. 6.7.3: Sonneneinstrahlung

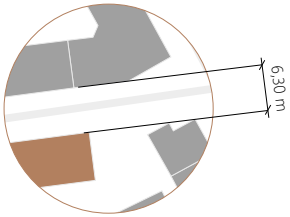


Abb. 6.7.4: Abstandsfläche

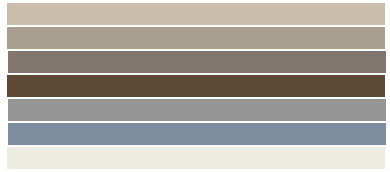


Abb. 6.7.5: Farbstudie Bestand



Abb. 6.7.6: Ansicht Süd | M 1:200

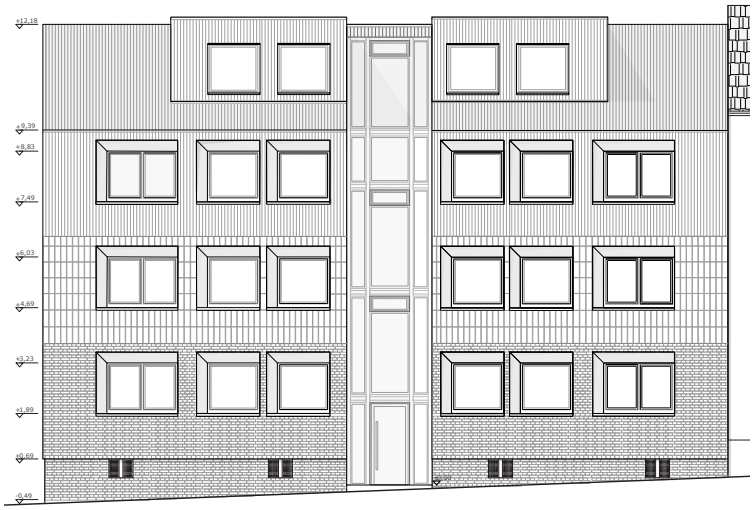


Abb. 6.7.7: Ansicht Nord | M 1:200

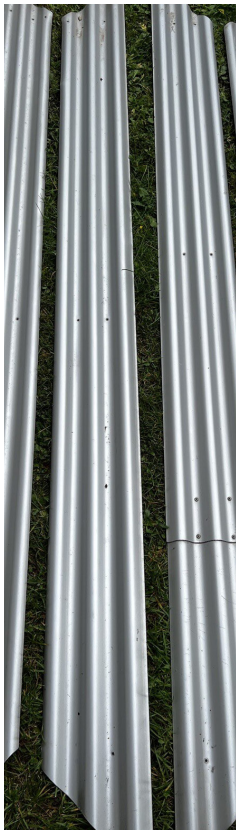




Abb. 6.7.8: Ausgangsmaterial

Ausgangsmaterial

Die drei der Fassadengestaltung zugrunde liegenden Materialien Wellblech, Holz und Backstein sind in Ihrer Grundbeschaffenheit und dem fortlaufenden Umgang sehr unterschiedlich zu betrachten. Während Wellblech oft im ursprünglichen Zustand unter Berücksichtigung von Witterungseinflüssen und dem Älterungsprozess aufgrund häufig gut rückbaubarer Verbindungen zurück gebaut werden kann, werden Backsteine im klassischen Umgang vermörtelt. Die Rückgewinnung des Rohstoffs Backstein bedarf entgegen der des Wellblechs also selten eine Aufarbeitung des Materials an sich, viel mehr die Trennung zum vergangenen Fügungsmaterial Mörtel. Da eine maschinelle Unterstützung der Maßnahme nicht überwiegend zerstörungsfrei realisierbar ist, muss man von erheblichem personellen und zeitlichen Aufwand ausgehen. Das Holz an sich ist je nach vorherigem Einsatzort meist problemlos im ReUse Kontext einsetzbar. Sollten keine erheblichen Feuchtigkeitsschäden vorliegen ist die substanzielle Ausformulierung des Baustoffs langjährig gegeben. Zumeist werden Holzkonstruktionen in diesem Maßstab als Steck bzw. Schraubverbindungen ausgeführt. Im Kontext dieser Fassadengestaltung werden Eichendielen von einem Altholzvertrieb aus den Niederlanden verarbeitet. Eine Grundbeschaffenheit bezüglich des Holzschutzes ist bereits gegeben. Die Bretter werden maschinell auf das gewünschte Maß, entgegen der Maserung zugeschnitten. Entsprechende Durchstoßpunkte der künftigen Verschraubung werden vorgebohrt, sodass eine Montage möglichst flexibel und problemlos realisierbar ist.

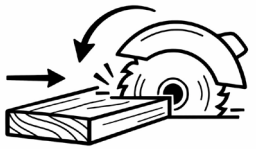


Abb. 6.7.9: Zuschnitt Holz



Abb. 6.7.10: Ansicht Nord | M 1:100

Fassadengestaltung

Die neue Gestaltung der Fassade als Teil der energetischen, neuen Dämmebene unterteilt sich in ihrer Materialität und Optik in drei vertikal zueinander gestaffelten Bereiche. Die Materialtrennung erfolgt vertikal analog der im inneren liegenden Geschossdecken und schafft dadurch eine höhere Lesbarkeit der Gebäudesubstanz. Im Sockelbereich wird aufgrund des höhen Anspruchs an Feuchtigkeitresistenzen eine Gestaltung durch den modularen Einsatz von wiederverwendeten Backsteinen angestrebt. Die Steine stammen aus einem zurückgebauten Gebäude und wurden durch Abschlagen des Mörtels nahezu in den Urzustand zurückversetzt. Die Lesbarkeit der Vergangenheit ist durch die erkennbare Verwitterung und die immensen mechanischen Einwirkungen gegeben. Der Sockelbereich entlang der gegebenen Topografie der Straße ist ursprünglich durch einen leichten Versatz in das Gebäudeinnere und eine gräulichere Farbgebung bewusst abgesetzt. Der Versatz hat historisch bedingt einen konstruktiven Ursprung, da die Kellerebene ungedämmt auftritt, während die Wohnetagen im Fassadenaufbau mit 4 cm Styrodur ertüchtigt wurden. Dieser optische Versprung ist ebenfalls sowohl farblich, als auch durch einen Rücksprung in den Anschlussgebäuden zu verzeichnen. Um die neue Fassadengestaltung trotz sich abhebender Konstruktion und Materialität optisch im Gesamtkonglomerat zu homogenisieren wurde der Rücksprung in der Backsteinfassade ebenfalls integriert. Im ersten Obergeschoss ändert sich die Konstruktionshaut zu Holzschindeln. Im Baualltag fallen immense, sich in Größe und Form unterscheidenden, Abfälle betreffend des Werkstoffs Holz an. Ziel der Fassadengestaltung ist es ein einheitliches Nachnutzungspotenzial eines möglichst großen Spektrums an Holzüberresten zu bieten. Hierzu bildet sich eine hinterlüftete Konstruktionsholzebene mit regelmäßigen, in 40 cm Abstand liegenden, Horizontalträgerprofilen aus. Diese agieren als parallele Profile, welche die Möglichkeit der verschraubten und rückbaubaren Aufhängung möglichst gleichförmiger Holzschindeln bietet. Das vorgefundene, übrige Holz muss eine Mindestgröße von 50 cm Länge aufweisen um die Anforderungen an die sich überlappende Fassade zu erfüllen. In dem gezeigten Entwurf handelt sich um eine regelmäßige Variante, von 50 cm Länge und 13 cm Breite auf Basis vom vorgefundenen Holz. Eine individuellere Ausarbeitung hinsichtlich der Breite ist entsprechend der entwurflichen Gestaltung ebenfalls denkbar. Die oberste Etage zeichnet sich durch den flächigen Einsatz von Wellblech aus. Dieses zieht sich als optischer Impuls des Zusammenschlusses und der Erweiterungen der Wohnungen in die Dachebene als Dachhaut fort. Das auch im Bestand zurückversetzte Treppenhaus erhält eine Pfosten-Riegel Fassade zur Verbesserung der Belichtungssituation der Nordfassade. Das Glasbandsystem führt sich ebenfalls bis in die Dachebene fort, sodass auch Ost- und Westlicht bedingt eindringen kann. Zur optimierung der Belichtung der Wohneinheiten auf der Nordseite des Objekts erhält jedes Bestandsfenster eine Schrägleibung in Westrichtung. Die Leibungen sind mit hellen , reflektierenden Aluminium Platten verkleidet, um möglichst viel Licht in den dahinter liegenden Raum zu leiten. Die Grundkonzeption des Entwurfs betreffend der Fassadenmaterialität, wird ebenfalls auf die Ost- und Südfassade übertragen. Im Süden werden anstelle der Schrägleibungen, Austrittmöglichkeiten in die Innenhofsituation geschaffen.



Abb. 6.7.11: Perspektivische Darstellung Straßenansicht West



Abb. 6.7.12: Perspektivische Darstellung Straßenansicht Ost

Wandaufbau von außen nach innen
U- Wert - 0,15 W/m²K

	in mm
Holzfassadenbekleidung Profilbretter / Holzschalung	40
Horizontallattung	40
Vertikallattung mit Hinterlüftungsebene	40
Holzfaserdämmplatte	40
Zellulosedämmung zwischen Holzsparren	240
Mauerwerk	240
Lehmputz (innen)	15

Abgeschrägte Fensterleibung
45 ° aus gekantetem Stahlblech
Befestigt an abgeschrägten Holzkeil

Holz- Flügelfenster 3- fach Verglasung

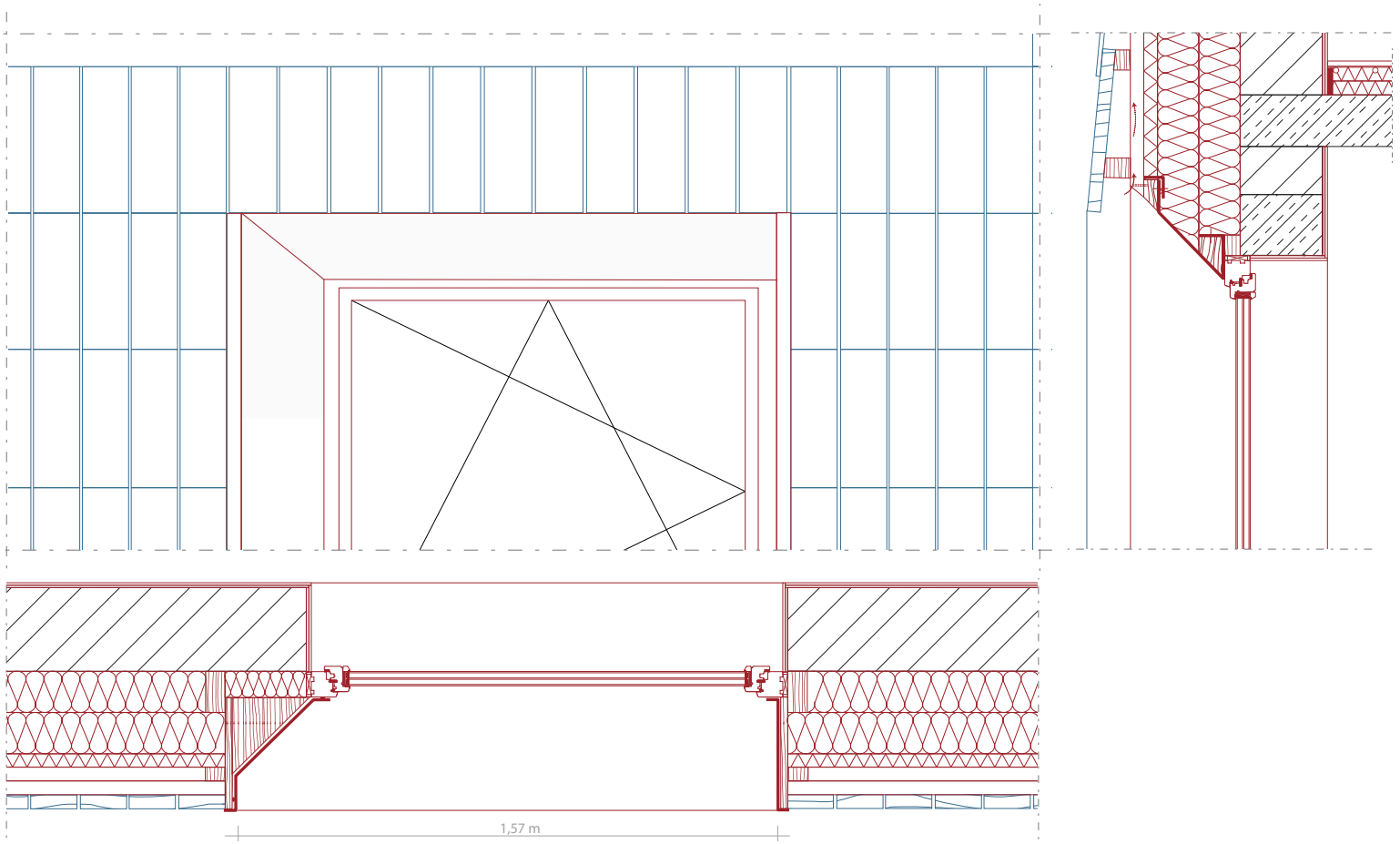


Abb. 6.7.13: Dreitafelprojektion | M 1:20

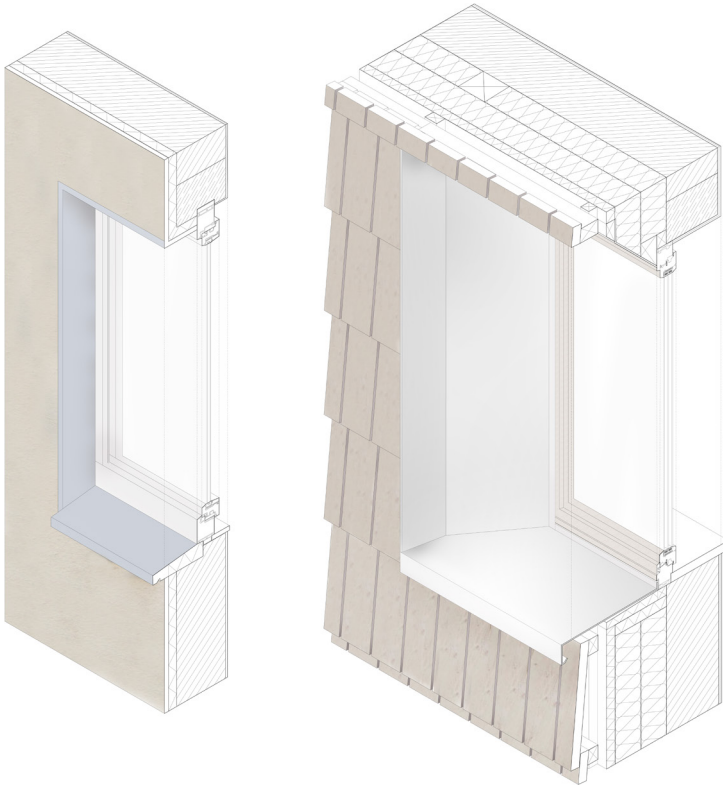


Abb. 6.7.14: Detailisometrie Bestand - Neu | M 1:20

Konstruktion

Der Bestand weist ein 24 cm starkes Mauerwerk mit Betonstürzen oberhalb etwaiger Öffnungen auf. An der Außenseite der Wohngeschosse ist eine harte Dämmebene mit einer Stärke von 4 cm verklebt am Mauerwerk angebracht und mit einer Putzschicht optisch kaschiert. Im Zuge der energetischen Sanierung wird die Bestandsdämmebene inklusive des Putzes entfernt und die Gebäudekubatur auf die tragenden Ebenen reduziert. Ergänzt wird diese Konstruktion durch eine ingesamt 24 cm starke Zellulosedämmung in einer Holzsparrenkonstruktion. Diese ist ausschließlich verschraubt bzw. gesteckt und ist somit perspektivisch einwandfrei rückbaubar. Der vordere Abschluss der Dämmebene bildet eine auf die Sparren geschraubte Holzfaserdämmplatte zur Befestigung des weichen Dämmstoffs. Zur möglichst flexiblen Ausbildung der Fassadenbekleidungsvarianten wird eine vertikal hinterlüftete Lattungskonstruktion dem vorgesetzt, welche die Unterkonstruktion für die hier dargestellten Holzschindeln bietet. Die Schindeln überlappen sich vertikal, um das Eindringen von witterungsbedingtem Wasser in das Hirnholz der Schneidekante zu minimierem. Die mit einem Winkel von 45 Grad ausformulierte Schrägleibungen am östlichen Anschlusspunk formieren sich durch des Einsatz eines zugeschnittenen, dreieckigen Holzelements. Dieses wird kaschiert durch die gebogenen Aluminium Blenden, welche die Lenkung des Lichteinfalls in Richtung Innenraum verstärken sollen. Die Oberkante des Anschlusspunkts findet sich in der Dämmebene wieder und wird durch den gezielten Einsatz von Holzlattungen verstärkt. Als Ergänzung der neu geschaffenen Dämmebene werden die Bestandsaluminiumfenster durch 3-fach verglaste Holzfenster ersetzt.



Abb. 7.1: Weltkugel

TEIL 7
ÖKOLOGISCHE BETRACHTUNG

7.1 CO_2-BILANZIERUNG

Christina Sonnborn

Mit dem Vorwort der Publikation wurde in Kürze die Dringlichkeit benannt, so zu bauen, dass die Planetaren Grenzen des Planeten Erde gewahrt werden. Neben dem Abfallaufkommen und dem Ressourcenverbrauch, sind es insbesondere die Treibhausgasemissionen, die im Hinblick darauf bewertet und als Entscheidungsparameter in den Entwurfsprozess eingebunden werden müssen.

Um eine Bilanz von Treibhausgasemissionen im Kontext des Bauens mit dem Übrigen aufstellen zu können, muss die geregelte Ökobilanz um die Berechnungsweise für Re-Use Materialien erweitert werden.
Dazu wird die Grundlage des Schweizer Fachplanungsbüros Zirkular herangezogen. Das Büro versteht sich als Fachplanungsbüro für das Bauen im Kreislauf und ist als weitere Firma von den Gründer:innenn des Architekturbüros baubüro in situ entstanden.
Die Erweiterung der CO_2-Bilanzierung bezieht sich auf die betrachteten Module. Neben den Modulen A1 - A5 (Herstellung und Errichtung aus Primärmaterial) werden die Module RU1 - RU5 für die Herstellung und Errichtung mit wiederverwendetem Material herangezogen. Dabei sehen die einzelnen Module folgende Prozesse vor:

RU1: Demontage
RU2: Transport (von d. Rückbaustelle zum Lager oder zur Werkstatt)
RU3: Aufbereitung
RU4: Transport
RU5: Wiedereinbau

Interessant sind vor allem die Unterschiede zwischen den Modulen A1 - A3 (Herstellung von neuen Materialien aus Primärmaterial) und den Modulen RU1 - RU3 (Demontage und Aufbereitung von wiederverwendbaren Materialien).

Neben der Erweiterung der Bilanzierungsweise von Re-Use Materialien sollten in einer fundierten Bilanzierung auch die Transportemissionen zur Baustelle (A4 bzw. RU4) betrachtet werden.

Ziel sollte es sein, Erkenntnisse darüber zu gewinnen, bei welchen Materialgruppen die Treibhausgasemissionen von wiederverwendeten Materialien - unter Berücksichtigung der Emissionen durch etwaige Aufbereitungen und Transportwege in Abhängigkeit zum Fundort und der Baustelle - geringer ausfallen als jene von Neu-Material.

Forschungsauftrag

Neben den Fassadenentwürfen war es die Aufgabe der Studierenden im WiSe 25-26 einen Vergleich der Treibhausgasemissionen eines übrigen Materials und eines gestalterisch ähnlichen Neu-Materials aufzustellen. Dabei wurden die Module RU1 - RU4 mit den Modulen A1 - A4 vergleichen.

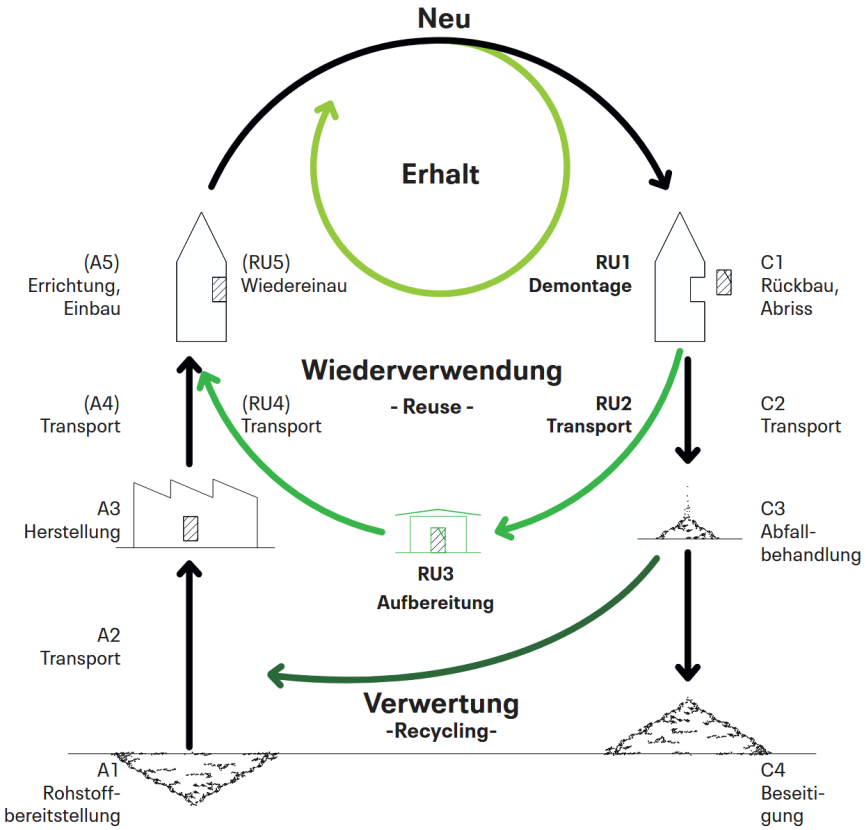


Abb. 7.1.1: Zirkular: CO_2-Bilanzierung Re-Use

7.2 RELIVANE

Mona Weish, Sophie Koch



Abb. 7.2.1 Ausgeschäumte Aluminium Rollladenlamellen (Re-Use)

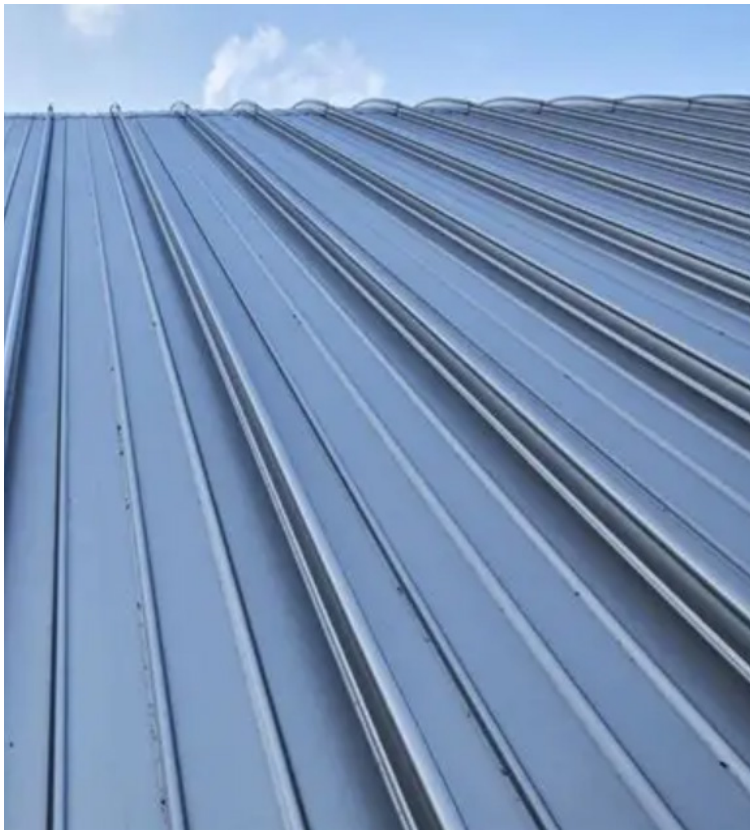


Abb. 7.2.2. Stehfalzblech Kalzip (neu)



Abb. 7.2.3: Karte | Transportwegevergleich Re-Use Rollladen und Stehfalzblech

Materialbezug

Für den Materialvergleich wurden ausgeschäumte Aluminiumrollläden und Stehfalzbleche herangezogen. Entscheidende Kriterien waren eine vergleichbare optische Wirkung sowie übereinstimmende Eigenschaften hinsichtlich Witterungsbeständigkeit, Dauerhaftigkeit und bauaufsichtlicher Zulassung. Die Rollläden stammen von regionalen Fensterbauunternehmen aus 42651 Solingen. Aufgrund einer hohen Fehlvermessungsquote und der aufwendigen Nachbearbeitung ausgeschäumter Profile bleiben zahlreiche Elemente unverbaut und sind somit in größeren Mengen verfügbar. Als Referenzmaterial dient Stehfalzblech der Firma Kalzip mit Sitz in Koblenz (56070). Das im Bauwesen zugelassene Fassadenmaterial zeichnet sich durch Korrosionsbeständigkeit, Formstabilität und eine präzise lineare Fassadenwirkung aus.



Abb. 7.2.4 Wellblech (Re-Use)



Abb. 7.2.5. Wellblech Joriside (neu)



Abb. 7.2.6: Karte | Transportwegevergleich Re-Use und neues Wellblech

Materialbezug

Als weiteres Vergleichsmaterial, das sich der Optik des Rolladenfassadensystems noch stärker annähert, wurden Wellbleche ausgewählt. Diese verfügen über bauordnungsrechtliche Zulassungen und materialtechnische Eigenschaften, die mit denen von Stehfalzblechen vergleichbar sind, insbesondere hinsichtlich Witterungsbeständigkeit, Tragfähigkeit und Dauerhaftigkeit. Gegenübergestellt wurden Re-Use-Wellbleche aus einem Inserat auf eBay Kleinanzeigen (Standort: Katlenburg-Lindau) sowie Neumaterial der Firma Joris Ide mit Sitz in Hildesheim. Aufgrund der materialimmanenten Robustheit und Korrosionsbeständigkeit weisen die Re-Use-Wellbleche keine qualitativen Nachteile gegenüber dem Neumaterial auf. Für die Weiterverarbeitung ist somit lediglich eine Reinigung erforderlich.

Material	CO_2-Emissionen Herstellung / Aufbereitung	CO_2-Emissionen Transport	CO_2-Emissionen gesamt
Rollladen von Fensterbauern (ReUse)	RU3 = 0,08 kg CO_2-Äq. / m^2 [1]	RU2 = 0,02 kg CO_2-Äq. / m^2 [2]	RU2 + RU3 = 0,11 kg CO_2-Äq. / m^2
Wellblech (ReUse)	RU3 = 0,01 kg CO_2-Äq. / m^2 [3]	RU2 = 0,29 kg CO_2-Äq. / m^2 [4]	RU2 + RU3 = 0,3 kg CO_2-Äq. / m^2
Stehfalzblech, Kalzip (neu)	A1-A3 = 24,5 kg CO_2-Äq. / m^2 [5]	A4 = 0,25 kg CO_2-Äq. / m^2 [6]	A1-A3 + A4 = 24,75 kg CO_2-Äq. / m^2
Wellblech, Joriside (neu)	A1-A3 = 26,0 kg CO_2-Äq. / m^2 [7]	A4 = 0,30 kg CO_2-Äq. / m^2 [8]	A1-A3 + A4 = 26,30 kg CO_2-Äq. / m^2

Umweltprodukdeklarationen und Bezugsdaten:
1 https://www.xn--sgen-ratgeber-bfb.de/tischkreissaegen/wie-hoch-ist-der-energieverbrauch-einer-tischkreissaege.html
2 Anfragen bei örtlichen fensterbauern in Solingen (15 km von der Baustelle entfernt)
3 https://netconcept24.de/2023/09/13/wie-viel-strom-verbraucht-eine-kreissaege/
4 Anzeige von Kleinanzeigen - bei Katlenburg-Lindau (276 km von der Baustelle entfernt)
5 https://epd-online.com/EmbeddedEpdList/Download?id=18564
6 https://www.kalzip.com/kontakt/#anfahrt (Hauptstandort von Kalzip in Koblenz, 155 km von der Baustelle entfernt)
7 https://api.clfyj5-joriside1-p1-public.model-t.cc.commerce.ondemand.com/jriassetcenter/download/asset/media/EPD-PPA-20240129-CBG1-EN_Steel_Profiled_sheets
8 https://assets-eu-01.kc-usercontent.com/baf0acaa-3f19-0136-7243-0d1613b12d33/1672f6bc-6708-4386-b2e5-9ec12fdf8764/Joris%20Ide%20West%20Europa%20legal%20version.pdf (Standort von Joriside in Hildesheim, 288 km von der Baustelle entfernt)

Abb. 7.2.7: CO_2-Bilanz

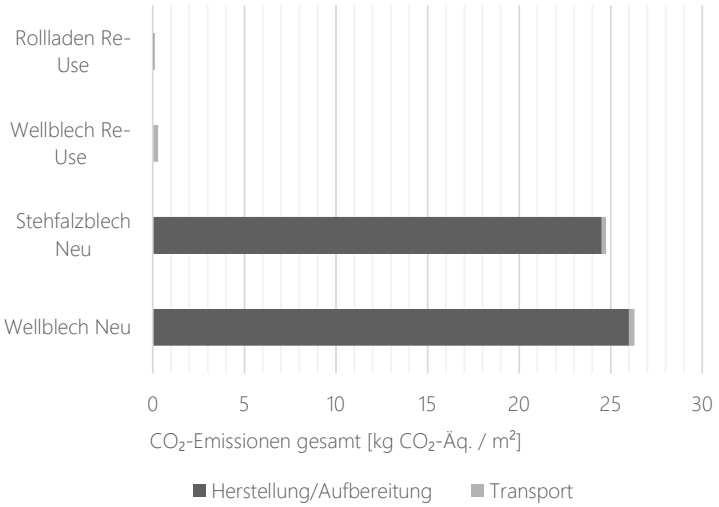


Abb. 7.2.8: Ergebnisübersicht Diagramm

Berechnung und Fazit

Nach dem Vergleich ausgeschäumter Aluminiumrollladenlamellen, Stehfalzbleche und Wellbleche im Neu- und Re-Use-Zustand, erfolgte eine Auswertung der CO_2-Emissionen. Berücksichtigt wurden die Herstellungsprozesse, die erforderliche Aufbereitung sowie die transportbedingten Emissionen.

Die von regionalen Fensterbauunternehmen bezogenen, aufgrund von Fehlmessungen unverbaut gebliebenen und originalverpackten Rollladenlamellen, erfordern, außer einen Zuschnitt, keine zusätzliche Aufbereitung. Aufgrund der geringen Distanz zum Bauvorhaben fallen lediglich minimale Transportemissionen an. Die Gesamtbilanz beträgt 0,11 kg CO_2-Äq./m².

Ebenfalls geringe Emissionen weisen die untersuchten Re-Use-Wellbleche, aus einem Inserat auf eBay Kleinanzeigen (Standort: Katlenburg-Lindau), mit insgesamt 0,3 kg CO_2-Äq./m² auf. Als Aufbereitung ist, analog zu den Rollladenlamellen, lediglich ein Zuschnitt erforderlich. Aufgrund der größeren Transportdistanz ergeben sich gegenüber den Rollläden leicht erhöhte Transportemissionen.

Demgegenüber zeigen die Neumaterialien signifikant höhere CO_2-Werte, die insbesondere auf die energieintensive Herstellung zurückzuführen sind. Im Vergleich zu den vernachlässigbaren Aufbereitungsemissionen der Re-Use-Materialien fällt dieser Anteil deutlich ins Gewicht. Das Stehfalzblech weist bei transportbedingten Emissionen auf vergleichbarem Niveau wie die Wellbleche, jedoch geringeren Herstellungswerten, eine Gesamtbilanz von 24,75 kg CO_2-Äq./m² auf. Die höchsten Emissionen entfallen auf die neuen Wellbleche mit einer Gesamtbilanz von 26,30 kg CO_2-Äq./m².

7.3 ZIEGEL

Mariem El Amri, Sven Walther



Abb. 7.3.1. Stettiner Gelbbunte Reichsformate (Re-Use)

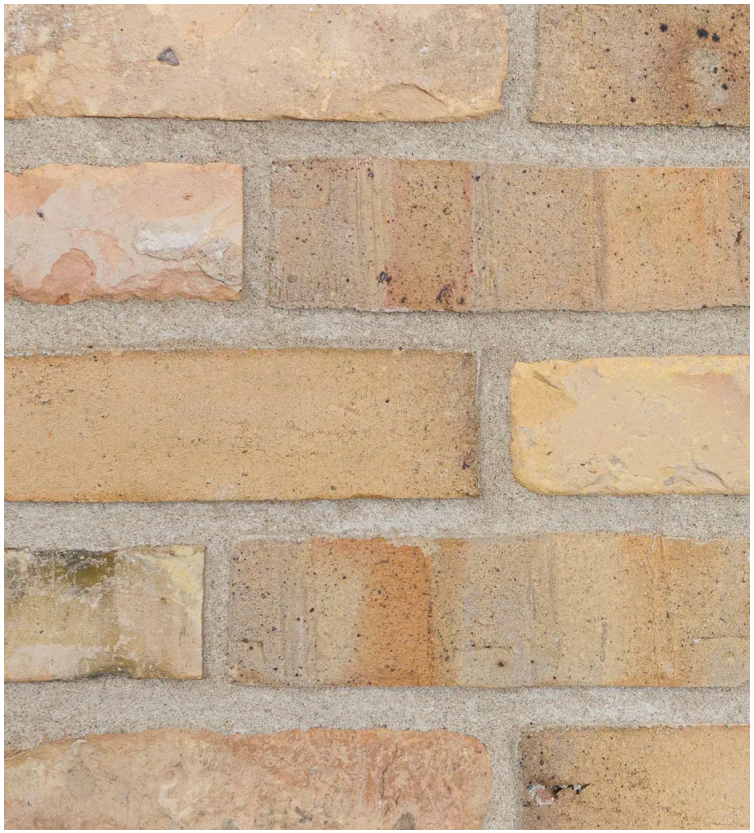


Abb. 7.3.2. Gillrath Klinker ReNew BTR Album (Neu)



Abb. 7.3.3: Karte | Maßstabslos

Materialbezug

Der Re - Use Ziegel ist ein gelbbunter Stettiner Mauerwerksziegel im Reichsformat, stammt aus einem Rückbauprojekt und wird aus dem Lager des Ziegelkontor in Born am Darß (Mecklenburg - Vorpommern) bezogen. Der Ziegel wurde aufgrund von seinem Format und seiner Optik ausgewählt.

Der neue Ziegel wird vom Gillrath Ziegel - & Klinkerwerk in Erkelenz (NRW) bezogen. Es handelt sich um einen Familienbetrieb, welcher Wert auf Nachhaltigkeit legt und lediglich auf Bestellung produziert. Neben neuen Ziegeln werden in ihrem Sortiment auch gemischte Sortierungen aus Neu & Re - Use Ziegeln, Ziegeln aus Ziegelabbruch, während der Herstellung deformierte Ziegel, sowie Schnittreste, Bruch und Füllmaterial aus der Produktion angeboten.

Material	CO_2-Emissionen Herstellung / Aufbereitung	CO_2-Emissionen Transport	CO_2-Emissionen gesamt
Ziegel Re-Use	RU3 = 0,46 kg CO_2-Äq. / m^2 [1]	RU2 = 11,47 kg CO_2-Äq. / m^2 [2]	RU2 + RU3 = 11,93 kg CO_2-Äq. / m^2
Ziegel Neu	A1-A3 = 27,65 kg CO_2-Äq. / m^2 [3]	A4 = 1,36 kg CO_2-Äq. / m^2 [4]	A1-A3 + A4 = 29,01 kg CO_2-Äq. / m^2

Umweltprodukdeklarationen und Bezugsdaten:
1 Entfernung von Mörtelresten mit Fraco Brick Recyc Anlage https://www.fraco.com/en/documents/BrickRecyc_Web.pdf
500 Ziegel / h | 1 m^2 = 53 Ziegel | 9,43 m^2 / h | 0,106 h / m^2
230 - 240 V 50 Amp | 240V x 50 Amp = 12.000 W = 12 kW / Betriebstunde bei voller Auslastung | Europäischer Strommix 0,363 kg CO2-Äqv./ kWh
1,27 kW/m^2 x 0,363 kg CO2-Äqv./ kWh = 0,46 kg CO2-Äqv./m^2
2 (Masse in t / m^2) x (Distanz in km) x (0,119 kg CO_2-Äq. / t km) = 0,159 t / m^2 x 606 km x 0,119 kg CO_2-Äq. / t km
3 https://oekobaudat.de/OEKOBAU.DAT/datasetdetail/process.xhtml?uuid=127a23f5-d954-41c9-8f8a-ecca18aca691&version=00.12.000&stock=OBD_2024_I&lang=de
4 (Masse in t / m^2) x (Distanz in km) x (0,119 kg CO_2-Äq. / t km) = 0,159 t / m^2 x 72 km x 0,119 kg CO_2-Äq. / t km

Abb. 7.3.4: CO_2-Bilanz

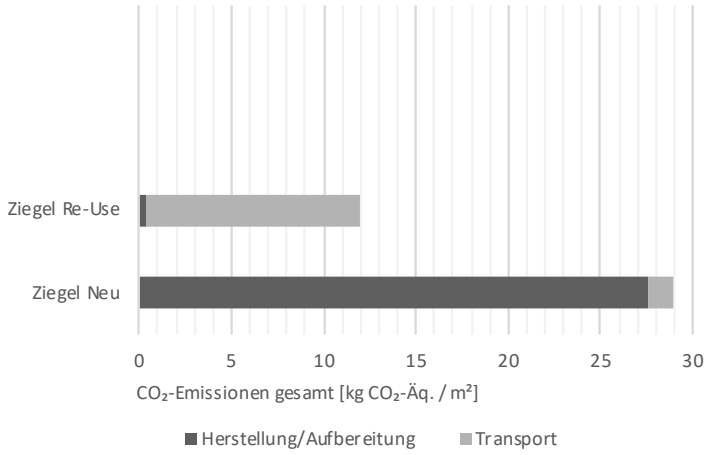


Abb. 7.3.5: Ergebnisübersicht Diagramm

Berechnung und Fazit

Es wird angenommen, dass Re -Use Ziegel für die Wiederverwendung grundsätzlich aufbereitet werden müssen. Ein sortenreiner Rückbau ist mit den in der Vergangenheit verwendeten Mörteln in der Regel nicht möglich, daher müssen die Ziegel von anhaftenden Mörtelresten befreit werden. Um dies effizient zu gestalten als auch, um die erforderliche Arbeit und Emissionen präzise beziffern zu können, wird angenommen, dass die Ziegel mit der Brick Recyc Maschine von Fraco aufbereitet werden. Mit dieser Maschine können ca. 500 Ziegel pro Stunde entmörtelt werden und unter der Annahme, dass die Maschine mit dem europäischen Strom Mix betrieben wird, ergeben sich Emissionen von 0,46 kg CO_2-Äq. / m² bei voller Auslastung (siehe Abb. 7.3.4).
Der aufgrund von seinem Format aber vor allem wegen seiner Optik ausgewählte Re - Use Ziegel weißt mit 606 km einen relativ langen Transportweg auf, welcher mit 96 % auch den Großteil der CO_2-Emissionen des Materials ausmacht.

Der neue Ziegel hat mit 72 km einen deutlich kürzeren Transportweg. Bei diesem Material entstehen konträr zum Re-Use Ziegel etwa 95 % der CO_2 -Emissionen bei der Herstellung. Die CO_2-Emissionen für die Herstellung werden der EPD für Vormauerziegel und Klinker des Bundesverbands der Deutschen Ziegelindustrie e.V. entnommen. Die Mitglieder des Vereins repräsentieren nach Anzahl und Produktionsmenge ca. 90 % des deutschen Marktes (Abb. 7.3.4 3).

Abschließend lässt sich feststellen, dass die Summe der CO_2-Emissionen des Re-Use Materials, trotz des relativ langen Transportweges nur etwa ein drittel des neu produzierten Materials betragen.

7.4 BAUKRAN - STAHL UND POLYCARBONAT

Lucie Veermann, Jana Esselbrügge

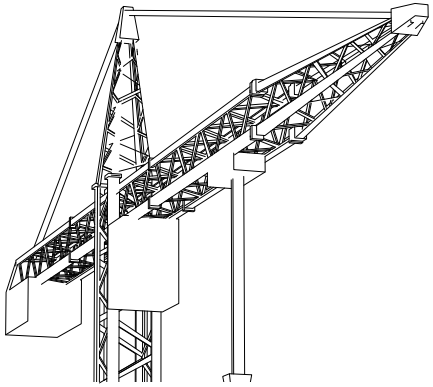


Abb. 7.4.1. Baukran - Stahl (Re-Use)

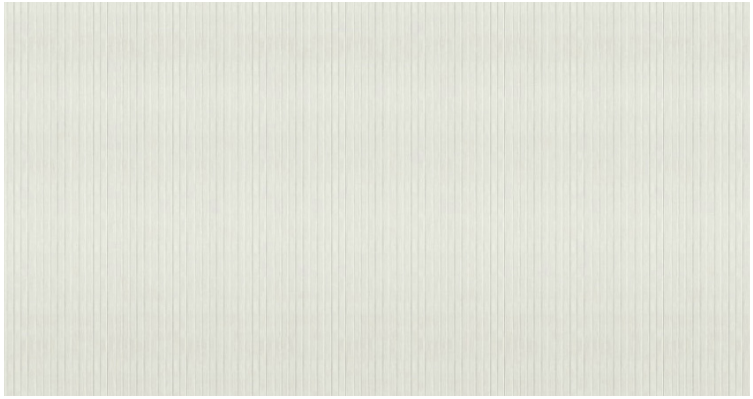


Abb. 7.4.2. Polycarbonatplatten (Re-Use)



Abb. 7.4.3. Stahl U - Profile (neu)

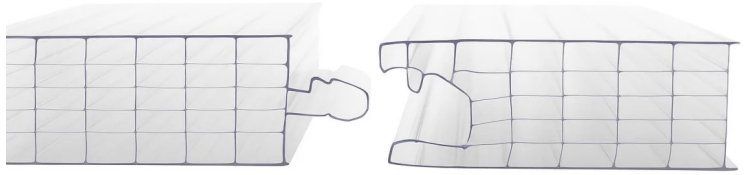


Abb. 7.4.4. Polycarbonatplatten (neu)

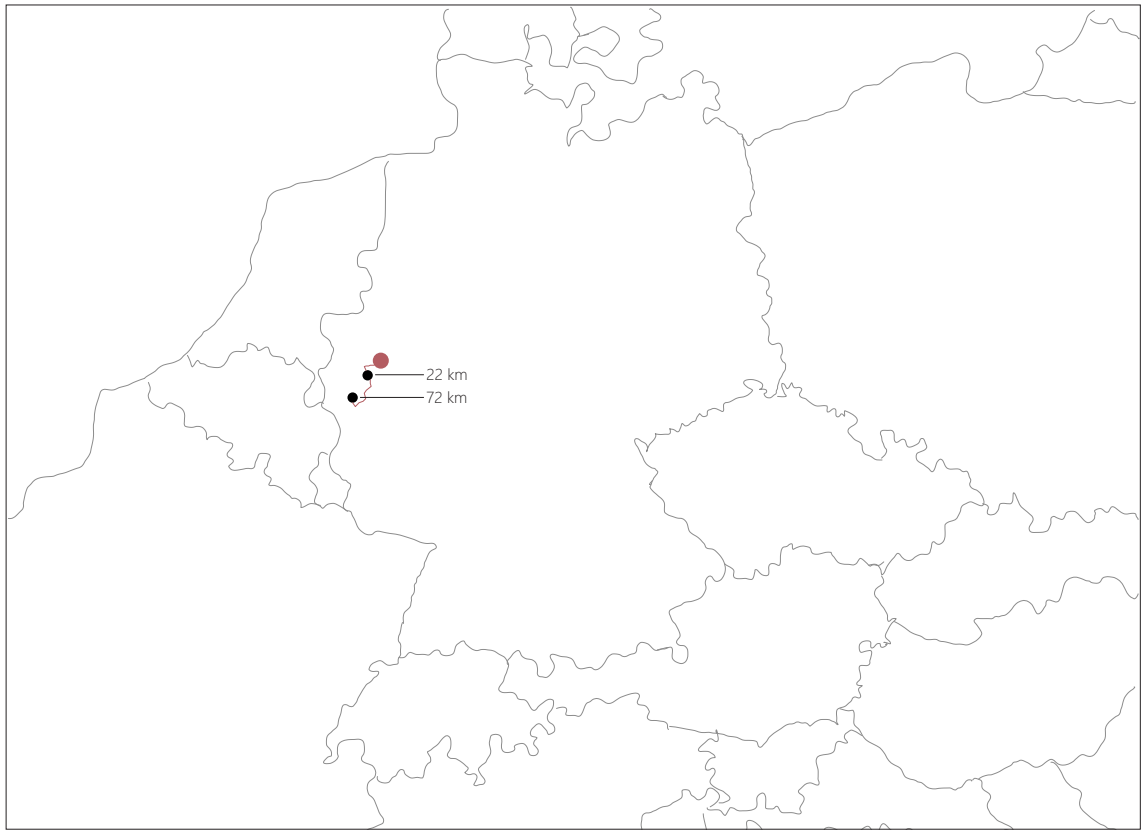


Abb. 7.4.5: Karte

Materialbezug

Als Vergleichsbetriebe für die Transportwege der Neumaterialien wurde jeweils das nächstgelegene Produktionswerk (Stahl: Thyssen Stahl, Polycarbonatplatten: Gallina Deutschland GmbH) ausgewählt. Für den Re-Use-Baukranstahl wird ein Großverleih in der Nähe angenommen, da bei diesem davon ausgegangen werden kann, das Baukräne dort ihr Lebenszyklusende erreichen werden. Die Polycarbonatplatten werden aus dem Rückbau von Gewächshäusern verwendet. (Liste: Olsthoorn.eu). Ausgewählt wurde auch hier ein möglichst naher Standort mit einer ausreichenden Menge für die gesamte Fassade. Da die Neuproduktion von Polycarbonatplatten nicht sehr CO_2-intensiv ist, können nur Rückbauprojekte im Umkreis von unter 500 km herangezogen werden, um eine CO2 Bilanzierung zu erhalten, die geringer als der Neukauf ausfällt.

Material	CO_2-Emissionen Herstellung / Aufbereitung	CO_2-Emissionen Transport	CO_2-Emissionen gesamt
Stahl (neu)	A1-A3 = 560,3 kg CO_2-Äq. / m^2 [1]	A4 = 0,58 kg CO_2-Äq. / m^2 [2]	A1-A3 + A4 = 560,88 kg CO_2-Äq. / m^2
Baukran- Stahl (Re-Use)	RU3 = 0,34 kg CO_2-Äq. / m^2 [3]	RU2 = 1,16 kg CO_2-Äq. / m^2 [4]	RU2 + RU3 = 1,5 kg CO_2-Äq. / m

Umweltprodukdeklarationen und Bezugsdaten:
1 https://oekobaudat.de/OEKOBAU.DAT/datasetdetail/process.xhtml?uuid=20c29cbd-f9a2-4518-a1ce-c681246c29c8&version=00.03.000&stock=OBD_2024_I&lang=de
2 Fundort: Thyssen Stahl, 35 km Transport CO_2= 0,14 t/m2 x 35 km x 0,119 kg / t km = 0,58 kg CO_2 Äqv. / m^2
3 Aufbereitung: Längen verschweißen Stromverbrauch pro m2 : Fassade 10 min = 0,8 kWh = 0,3 kg CO_2 Gasausstoß: 0,04 kg CO_2 in 10 min
4 Fundort: WASEL Turmdrehkrane GmbH, Bergheim, 70 km Transport CO_2= 0,14 t/m2 x 70 km x 0,119 kg / t km = 1,16 kg CO_2 Äqv. / m^2

Abb. 7.4.6: CO_2-Bilanz

Material	CO_2-Emissionen Herstellung / Aufbereitung	CO_2-Emissionen Transport	CO_2-Emissionen gesamt
Polycarbonatplatten (neu)	A1-A3 = 5,8 kg CO_2-Äq. / m^2 [5]	A4 = 0,54 kg CO_2-Äq. / m^2 [6]	A1-A3 + A4 = 6,33 kg CO_2-Äq. / m^2
Polycarbonatplatten (Re-USe)	RU3 = 0,1 kg CO_2-Äq. / m^2 [7]	RU2 = 2,61 kg CO_2-Äq. / m^2 [8]	RU2 + RU3 = 2,71 kg CO_2-Äq. / m^2

Umweltprodukdeklarationen und Bezugsdaten:
5 https://oekobaudat.de/OEKOBAU.DAT/datasetdetail/process.xhtml?uuid=dcfd896b-9b7d-42a5-b47b-3643a8870e6a&version=20.24.070&stock=OBD_2024_I&lang=de
6 Fundort: Gallina Deutschland GmbH, 46 km Transport CO_2= 0,0997 t/m2 x 46 km x 0,119 kg / t km = 0,54 kg CO_2 Äqv. / m^2
7 Aufbereitung: Reinigung mit einem Hochdruckreiniger, Stromverbrauch für 1 m^2 Platten = 0,19 kWh = 0,065 kg CO_2 Äqv. / m^2 Wasserverbrauch (Bereitstellung und Abwasserreinigung) : 50 Liter = 0,03 kg CO_2 Äqv. / m^2
8 Fundort: Langenfeld, 22 km Transport CO2= 0,0997 t/m2 x 22 km x 0,119 kg / t km =2,61 kg CO_2 Äqv. / m^2

Abb. 7.4.7: CO_2-Bilanz

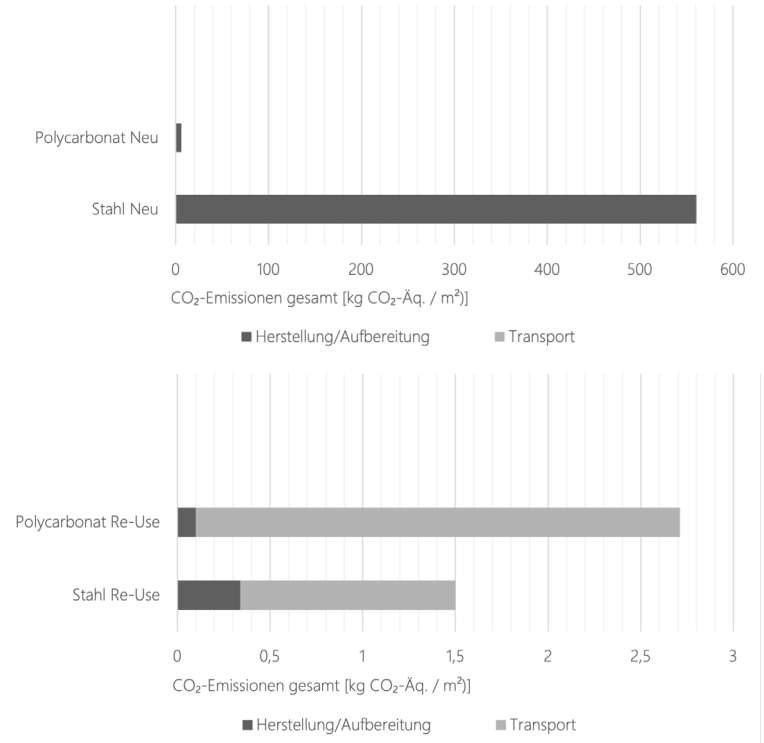


Abb. 7.4.8: CO_2 Bilanzierung Diagramm

Berechnung und Fazit

Für die CO_2 Bilanz wurden die Emissionen der Herstellung (neu) bzw. Aufbereitung (Re-Use) sowie die jeweiligen TRansportemissionen (A4 bzw. RU2) der Materialien betrachtet.
Beim Stahl fallen vor allem in der Neuproduktion hohe CO_2 Emissionen an. Da diese beim Re-USe komplett wegfallen, werden auch längere Transportwege des Stahls verkraftbar, da diese immer noch deutlich unter den Emissionen einer Neuproduktion liegen. Um den Baukran-Stahl in der Fassade einsetzen zu können, müssen lediglich die kurzen Stücke in der Länge miteinander verschweißt werden. Für einen Quadratmeter Fassade werden anteilig etwa 10 Minuten gebraucht, in der Berechnung wird hier der Stromverbrauch (Strommix) und der Ausstoß vom Schutzgas betrachtet. Weitere notwendige Maßnahmen können ohne relevante entstehende Emissionen durchgeführt werden.
Die Polycarbonatplatten fallen vor allem in den Niederlanden im Rückbau von Industriegewächshäusern an, vereinzelt aber auch in Deutschland. Durch ihr verhältnismäßig geringes Gewicht werden Transportstrecken von bis zu 500 km machbar, ohne höhere Emissionen als die Neuherstellung zu erzeugen. In der Aufbereitung müssen die Platten lediglich gereinigt werden. Hier wird der Verbrauch eines durchschnittlichen Hochdruckreinigers angesetzt, ebenso wie die anfallende CO_2 Belastung durch Bereitstellung und Entstehung von Abwasser.
Für die beidseitige Reinigung eines Quadratmeters Plattenmaterial wird ein zeitlicher Aufwand von 6 min kalkuliert.
Insgesamt fallen die CO_2 Bilanzen mit den Re-Use Materialien deutlich geringer aus als im Neumaterial. Vor allem beim Stahl werden signifikante Einsparungen gemacht.

7.5 DACHPFANNEN

Viktoria Berger, Lukas Dauenheimer



Abb. 7.5.1. Dachziegel Re-Use



Abb. 7.5.2. Dachziegel neu



Abb. 7.5.3. Keramikschindel neu



Abb. 7.5.4: Karte | M 1:1 500 000

Materialbezug

Die wiederverwendeten Dachziegel stammen von einem Hof mit gelagerten Dachpfannen in 48612 Horstmar. Dort befinden sich unter anderem Frankfurter Pfannen, Flachdachziegel und Hohlziegel, die als übriges Material aus vorherigen Bauprojekten übrig geblieben sind und zur Wiederverwendung bereitstehen. Die Entfernung beträgt etwa 118 km bei einer Fahrzeit von rund einer Stunde und 30 Minuten.

Die neuen Dachziegel, die hier als Vergleichswerte herangezogen werden, werden im Dachziegelwerk Nelskamp GmbH, Werk Gartrop in 46569 Hünxe-Gartrop, produziert. Der Standort liegt etwa 84 km entfernt bei einer Fahrzeit von rund einer Stunde und zehn Minuten.

Die Keramikschindeln stammen vom Hersteller Gillrath in 41812 Erkelenz. Die Entfernung zum Projektstandort beträgt etwa 72 km bei einer Fahrzeit von ungefähr einer Stunde.

Material	CO_2-Emissionen Herstellung / Aufbereitung	CO_2-Emissionen Transport	CO_2-Emissionen gesamt
Dachziegel Re-Use	RU3 = 0,00 kg CO_2-Äq. / m^2	RU2 = 0,56 kg CO_2-Äq. / m^2 [1]	RU2 + RU3 = 0,56 kg CO_2-Äq. / m^2
Dachziegel Neu	A1-A3 = 12,33 kg CO_2-Äq. / m^2 [2]	A4 = 0,40 kg CO_2-Äq. / m^2 [3]	A1-A3 + A4 = 12,73 kg CO_2-Äq. / m^2
Keramikschindel Neu	A1-A3 = 27,65 kg CO_2-Äq. / m^2 [4]	A4 = 1,36 kg CO_2-Äq. / m^2 [5]	A1-A3 + A4 = 29,01 kg CO_2-Äq. / m^2

Umweltprodukdeklarationen und Bezugsdaten:
1 Berechnung: 0,04 t/m^2 × 118 km × 0,119 kg CO_2-Äq./t·km = 0,56 kg CO_2-Äq./m^2 (Flächengewicht 40 kg/m^2; Transportdistanz 118 km)
2 Link: https://oekobaudat.de/OEKOBAU.DAT/datasetdetail/process.xhtml?uuid=a6d60a75-7a4e-4dfc-87cc-fd40f68d279a&version=00.01.000&stock=OBD_2024_I&lang=de
3 Berechnung: 0,04 t/m^2 × 84 km × 0,119 kg CO_2-Äq./t·km = 0,40 kg CO_2-Äq./m^2 (Flächengewicht 40 kg/m^2; Transportdistanz 84 km)
4 Link: https://oekobaudat.de/OEKOBAU.DAT/datasetdetail/process.xhtml?uuid=127a23f5-d954-41c9-8f8a-ecca18aca691&version=00.12.000&stock=OBD_2024_I&lang=de
5 Berechnung: 0,159 t/m^2 × 72 km × 0,119 kg CO_2-Äq./t·km = 1,36 kg CO_2-Äq./m^2 (Flächengewicht 159 kg/m^2; Transportdistanz 72 km)

Abb. 7.5.5: CO_2-Bilanz

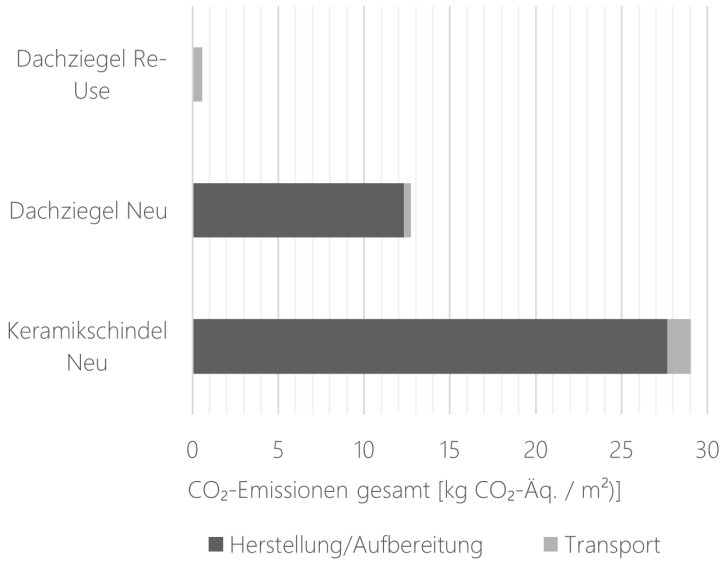


Abb. 7.5.6: Ergebnisübersicht Diagramm

Berechnung und Fazit

Für den Vergleich der Materialien wurden die CO_2-Emissionen der Herstellung bzw. Aufbereitung sowie des Transports pro Quadratmeter betrachtet. Beim Dachziegel Re-Use fallen keine Emissionen für Herstellung oder Aufbereitung an, da es sich um nahezu neue Dachpfannen handelt, die aus vorherigen Bauprojekten übrig geblieben sind und auf einem Hof gesammelt werden. Diese können direkt wiederverwendet werden. Es entstehen daher lediglich Transportemissionen von 0,56 kg CO_2-Äq./m².

Beim neuen Dachziegel fallen hingegen Emissionen durch die Herstellung an, da die Dachpfannen speziell für das Bauvorhaben produziert werden. Die Herstellung verursacht 12,33 kg CO_2-Äq./m², dazu kommen noch 0,40 kg CO_2-Äq./m² durch den Transport. Insgesamt sind das dann 12,73 kg CO_2-Äq./m².

Die Keramikschindel als neues Produkt weist im Vergleich die höchsten Emissionen auf. Nur durch die Herstellung entstehen 27,65 kg CO_2-Äq./m², während der Transport weitere 1,36 kg CO_2-Äq./m² verursacht. Insgesamt entstehen 29,01 kg CO_2-Äq./m². Die Herstellung ist hier deutlich höher als bei den anderen, was unter anderem mit der energieintensiven Produktion der Keramikschindeln zusammenhängt.

Der CO_2-Vergleich zeigt deutlich, dass die Re-Use Dachziegel im Vergleich zu den neu produzierten Materialien wesentlich besser abschneiden. Da keine neue Herstellung oder Aufbereitung erforderlich ist und lediglich Transportemissionen entstehen, sind die Re-Use-Dachziegel die nachhaltigste und sinnvollste Lösung.

7.6 METALLBLECHE - LÄRMSCHUTZWÄNDE

Tugce Varol, Edzhe Ayyaldaz, Sara Reyhan



Abb. 7.6.1: Lärmschutzwand (Re-Use)

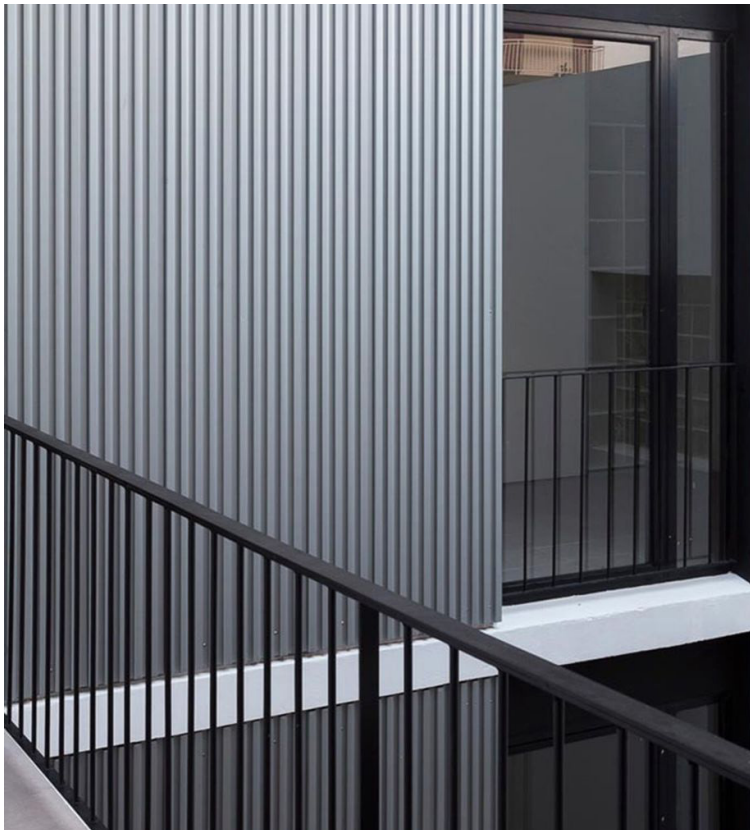


Abb. 7.6.2: Trapezblech (neu)

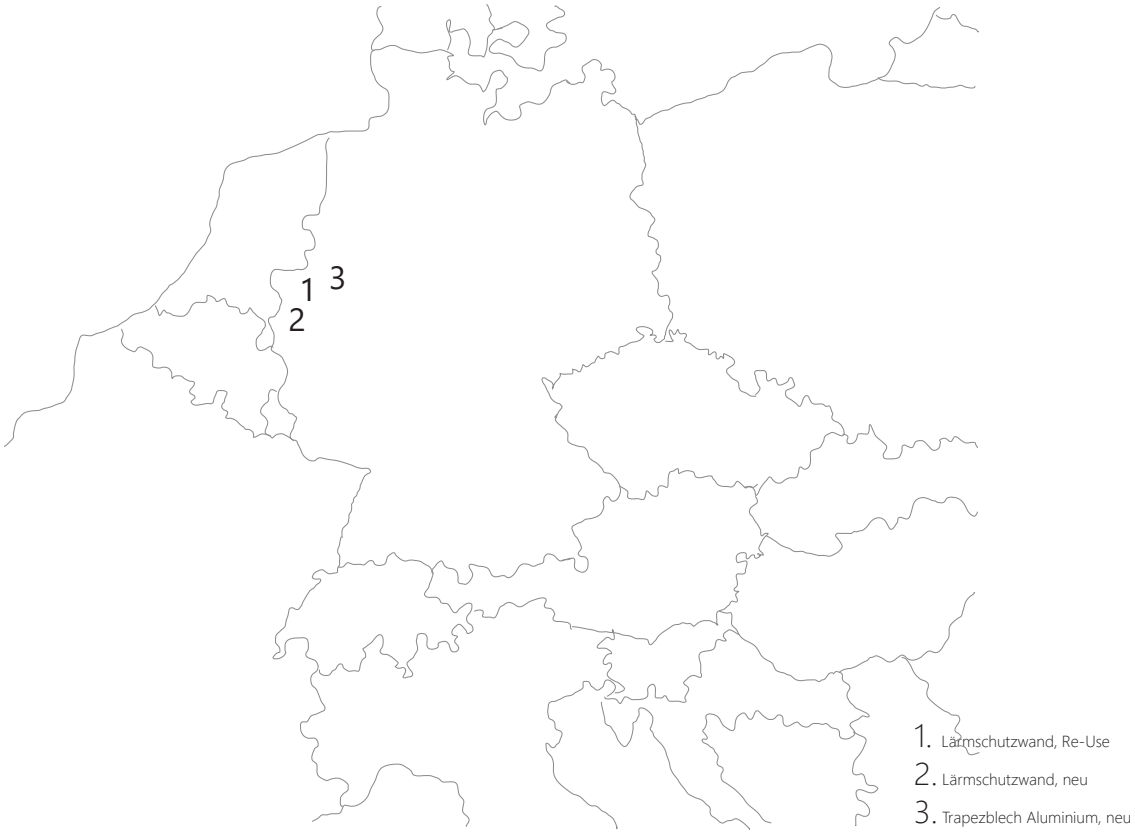


Abb. 7.6.3: Karte | o.M.

Materialbezug

Bei der Recherche nach größeren Mengen an übrig gebliebenen Materialien im regionalen Umfeld lag der Fokus auf großflächigen Infrastrukturprojekten. Dabei zeigte sich, dass Autobahnsanierungen in Deutschland aufgrund ihres enormen Umfangs ein erhebliches Potenzial für die Gewinnung von Sekundärbaustoffen bieten. Da zeitnah eine umfassende Sanierung der in unmittelbarer Nähe zum Umbauort verlaufenden Autobahn A46 stattfand, wurde beschlossen, die dort anfallenden Restmaterialien genauer zu untersuchen.
Es wurden Lärmschutzwände aus Aluminium gewählt. Aufgrund ihrer Witterungsbeständigkeit und Leichtigkeit findet dieses Material bereits heute häufig Anwendung in der modernen Fassadengestaltung. Im Vergleich dazu wurden eine neu produzierte Lärmschutzwand und ein standardmäßiges Aluminium-Trapezblech untersucht.

Material	CO_2-Emissionen Herstellung / Aufbereitung	CO_2-Emissionen Transport	CO_2-Emissionen gesamt
Lärmschutzwand, gebraucht	RU3 = 3,98 kg CO_2-Äq. / m^2	RU2 = 0,01 kg CO_2-Äq. / m^2	RU2 + RU3 = 3,99 kg CO_2-Äq. / m^2
Lärmschutzwand, neu	A1-A3 = 0,01 kg CO_2-Äq. / m^2	A4 = 0,03 kg CO_2-Äq. / m^2 [1]	A1-A3 + A4 = 0,04 kg CO_2-Äq. / m^2
Trapezblech, Aluminium, neu	A1-A3 = 0,04 kg CO_2-Äq. / m^2	RU2 = 0,04 kg CO_2-Äq. / m^2	A1-A3 + A4 = 0,08 kg CO_2-Äq. / m^2

Umweltprodukdeklarationen und Bezugsdaten:
1 https://oekobaudat.de/OEKOBAU.DAT/datasetdetail/process.xhtml?uuid=143a4df2-563e-4ef9-b75b-90e1cf9f7ef9&version=20.24.070&stock=OBD_2024_I&lang=de

Hinweis: mit Hilfe von Fußnoten an den einzelnen Werten in der Tabelle

Abb. 7.6.4: CO_2-Bilanz

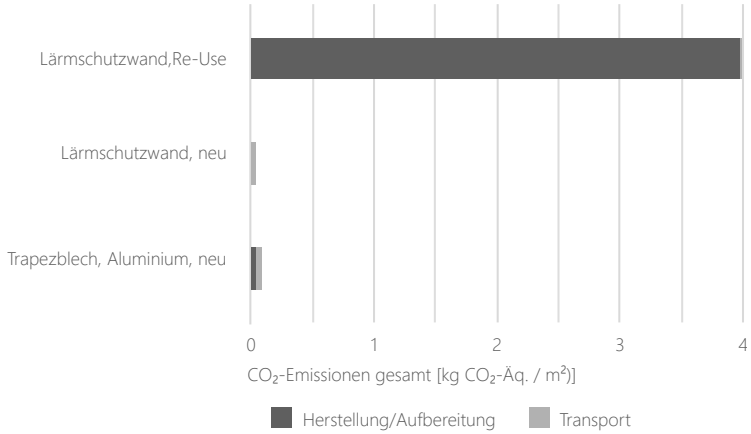


Abb. 7.6.5: Balkendiagramm CO_2 Verbrauch pro m^2

Berechnung und Fazit

Die ökologische Bilanzierung der untersuchten Szenarien ergibt ein differenziertes Bild hinsichtlich der Wiederverwendung von Baumaterialien. Im Fokus der Betrachtung stand der Vergleich der Aufbereitung (RU3) gebrauchter Lärmschutzwände mit der Neuherstellung.
Die Entfernung der alten Pulverbeschichtung ist ein wesentlicher Aspekt des Aufbereitungsprozesses. Hierzu wurden verschiedene Verfahren geprüft. Das Sandstrahlen bzw. Feinstrahlen wurde verworfen, da es für die Aluminiumbleche zu aggressiv ist. Stattdessen wurde das chemische Entlacken ausgewählt.

Die Berechnung zeigt, dass die gebrauchte Lärmschutzwand mit einem Gesamtwert von 3,98 kg CO_2-Äq./m^2 die höchste CO_2-Last aufweist. Dies ist auf den hohen Energiebedarf des Entlackungsprozesses zurückzuführen. Die neue Lärmschutzwand und das neue Trapezblech sind im direkten Vergleich deutlich besser, da deren Herstellungsprozesse hochgradig optimiert sind und die geringe Materialstärke nur wenig CO_2 emmitiert. Bei diesem Re-Use-Szenario ist aufgrund der geringen Transportdistanzen aller Materialien, sind die Herstellungs- bzw. Aufbereitungsemissionen relevant.

Die Ergebnisse zeigen, dass Re-Use im Sinne der Kreislaufwirtschaft zwar anzustreben ist, seine ökologische Sinnhaftigkeit jedoch stark von der erforderlichen Verarbeitung und Reinigung abhängt. Um den ökologischen Vorteil der Materialerhaltung voll zu nutzen, sollte man in zukünftigen Projekten entweder auf eine vollständige Entlackung verzichten oder Aufbereitungsverfahren wählen, die weniger Emissionen erzeugen (z. B. mit regenerativem Strommix).

7.7 HOLZ

Noah Sattler, Laura Möller, Lena Königbauer



Abb. 7.7.1. Holz (Re-Use)



Abb. 7.7.2. Holz (neu)



Abb. 7.7.3: Karte | M 1:30.000.000

Materialbezug

Im Projekt wurde ein Vergleich zwischen wiederverwendetem Holz (Reuse) und neu produziertem Holz aus unterschiedlichen Herkunftsregionen vorgenommen, um Unterschiede in Materialkreislauf und Transportwegen zu untersuchen.

Das Re-Use-Holz stammt vom Händler Frank Pouwer Historische Bouwmaterialen in Doorwerth (Niederlande). Die Transportdistanz von Doorwerth nach Wuppertal beträgt etwa 150 km.

Eine weitere Variante ist neu produziertes Holz aus regionaler Forstwirtschaft aus dem Raum Hückeswagen (Nordrhein-Westfalen). Die Entfernung von Hückeswagen nach Wuppertal beträgt etwa 25 km.

Als dritte Variante wurde importiertes Holz aus Sibirien betrachtet.

Das Holz wird vom Wald zu einem russischen Hafen (z. B. Wladiwostok) transportiert, anschließend per Schiff nach Hamburg und danach per LKW nach Wuppertal gebracht. Die gesamte Transportstrecke beträgt etwa 8 263 km.

Der Vergleich zeigt deutlich die Unterschiede zwischen regionalen Materialkreisläufen, Re-Use-Material und globalen Lieferketten.

Material	CO_2-Emissionen Herstellung / Aufbereitung	CO_2-Emissionen Transport	CO_2-Emissionen gesamt
Holz Neu Sibirien	- 29,65 kg CO_2-Äq. / m^2	6,06 kg CO_2-Äq. / m^2	- 23,59 kg CO_2-Äq. / m^2
Holz Neu Wuppertal	- 29,65 kg CO_2-Äq. / m^2	0,06 kg CO_2-Äq. / m^2	- 29,59 kg CO_2-Äq. / m^2
Holz Re-Use	0,04 kg CO_2-Äq. / m^2	0,23 kg CO_2-Äq. / m^2	0,27 kg CO_2-Äq. / m^2

Umweltprodukdeklarationen und Bezugsdaten:

1 Link zur Berechnung der Transportemissionen: https://www.carboncare.org/co2-emissions-rechner
2 Link zu Materialdaten Ökobaudat: https://oekobaudat.de/OEKOBAU.DAT/datasetdetail/process.xhtml?uuid=2bd4c91f-16e5-4e01-b8b5-0c01aac363ce&version=00.00.034&stock=OBD_2024_I&lang=de

Abb. 7.7.4: CO2-Bilanz

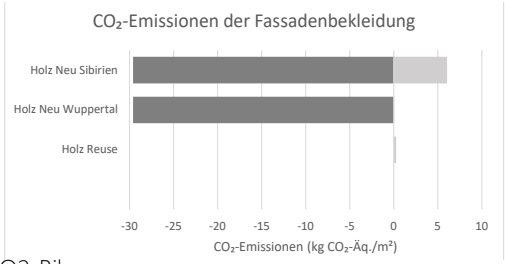


Abb. 7.7.5: CO2-Bilanz

Berechnung und Fazit

In der Arbeit wurde eine vereinfachte CO_2-Bilanz einer Holzfassadenbekleidung erstellt, um verschiedene Materialherkünfte zu vergleichen. Betrachtet wurde eine überlappende Holzbrettschalung mit der funktionalen Einheit 1 m^2 Fassadenfläche. Durch die Überlappung werden tatsächlich 1,01 m^2 Holz benötigt.

Die Materialdicke beträgt 4 cm (0,04 m). Mit der Rohdichte von Nadelholz-Schnittholz aus der ÖKOBAUDAT (484,51 kg/m^3) ergibt sich ein Holzvolumen von 0,0404 m^3 und ein Flächengewicht von etwa 19,55 kg/m^2. Für die Herstellungsphase wurden die Lebenszyklusmodule A1–A3 (Rohstoffgewinnung, Transport in der Produktion, Verarbeitung im Sägewerk) aus der ÖKOBAUDAT verwendet und von kg CO_2/m^3 auf kg CO_2/m^2 umgerechnet. Beim Re-Use-Holz wurden A1–A3 mit 0 angesetzt, da das Material bereits produziert wurde und nur Transport und Aufbereitung berücksichtigt werden. Der Transport zur Baustelle (Modul A4) wurde mit dem CarbonCare CO_2-Rechner berechnet. Verglichen wurden drei Szenarien:

Neuholz aus Sibirien: Transport über Hafen, Schiff nach Hamburg und LKW nach Wuppertal, 8263 km, 6,06 kg CO_2e/m^2

Regionales Neuholz (Hückeswagen): LKW-Transport 26 km, 0,06 kg CO_2e/m^2

Reuse-Holz (Doorwerth, Niederlande): LKW-Transport 167 km, 0,23 kg CO_2e/m^2

Für Re-Use-Holz wurde zusätzlich eine Aufbereitung (Sortieren, Reinigen, Zuschneiden) berücksichtigt. Der Energiebedarf liegt bei etwa 0,105 kWh/m^2 und verursacht nur sehr geringe zusätzliche Emissionen.

Der Vergleich zeigt, dass Transportdistanzen die CO_2-Bilanz deutlich beeinflussen. Regionales Holz verursacht geringe Emissionen, während internationale Lieferketten deutlich höhere Transportwerte haben. Gleichzeitig kann Reuse-Holz trotz Transport eine gute Klimabilanz aufweisen, da die energieintensive Herstellungsphase entfällt.

Zu beachten ist, dass Holzprodukte in Ökobilanzen oft negative CO_2-Werte haben, weil biogener Kohlenstoff im Holz gespeichert wird. Diese Anrechnung führt dazu, dass neues Holz rechnerisch negativ sein kann, während Re-Use-Holz leicht positiv bleibt. Daher sollten solche Ergebnisse kritisch interpretiert werden, auch wenn Reuse weiterhin eine wichtige Strategie zur Reduktion von Ressourcenverbrauch und Herstellungsaufwand darstellt.

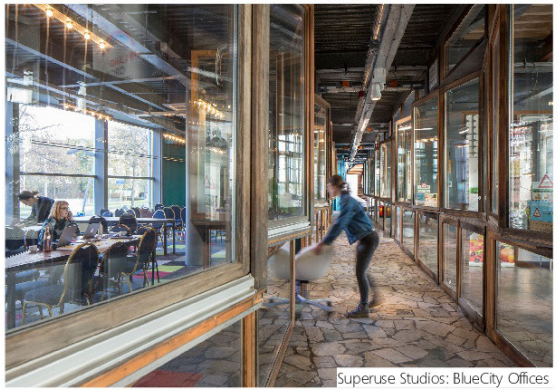

baubüro in situ: K.118 – Kopfbau Halle 118


baubüro in situ: Umnutzung ELYS Kultur-& Gewerbehaus


Loeliger Strub Architektur: LysP8 –Neubau Wohnhaus mit Gewerbe


Pascal Flammer Architekten: Hobelwerk, Oberwinterthur


Superuse Studios: Villa Welpeloo


Superuse Studios: BlueCity Offices


Søren Nielsen, Vandkunsten Architects: Rebeauty Nordic Built Component Reuse


Wang Shu, Amateur Architecture Studio: Museum Ningbo

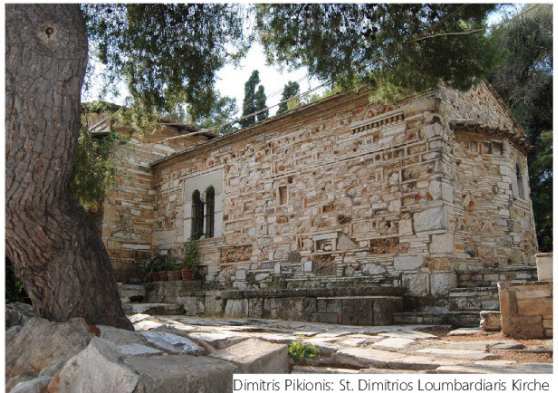

6a architects: Cowan Court


Reed Watts Architects, Paddy Dillon architect: Roundhouse


Andreas Ferstl Architekten: Alpenstadtmuseum Sonthofen


Alexander Brodsky: Vodka Pavilion


Nikola-Lenivets: Rotunda


Dimitris Pikionis: St. Dimitrios Loumbardiaris Kirche


Alison und Peter Smithons: Hexenhaus


Jean Prouvé: Maison Prouvé

TEIL 8
PROJEKTSTECKBRIEFE

BEWERTUNGSKRITERIEN

Dieses Kapitel umfasst eine Analyse bereits umgesetzter Bauprojekte, deren Herstellung durch den Einsatz wiederverwendeter Materialien besonders ressourcenschonend ist und deren kreativer Umgang mit wiederverwendetem Material als Inspiration für andere Projekte dienen kann. Die Objekte zeigen einen beispielhaften Umgang mit Materialien, die gewöhnlich entsorgt würden, hier aber einem neuen Zweck zugeführt werden. Bei den Projekten wird der Kontext des Wiederverwendeten untersucht, um festzustellen, in welchem Umfang das Bauvorhaben aus dem Übrigen besteht und im Weiteren nach den nebenstehenden Bewertungskriterien eingeordnet.

AUFWAND

- Ist die Konstruktion einfach umzusetzen / herzustellen oder braucht sie spezielles Know-how?
- Werden Details / Fügungen handwerklich oder mit Maschinen hergestellt?
- Ist der Aufwand hoch oder wenig nachvollziehbar?
- Ist die Aufbereitung des Materials vertretbar?

MATERIALEINSATZ / ETHIK

- Werden die Materialien lokal beschafft?
- Können die Materialien in Kreisläufen geführt werden und sind entsprechend rückbaufähig konstruiert?

GESTALTERISCHES POTENZIAL

- Entstehen atmosphärische Qualitäten?
- Fügt sich das Material / Bauteil selbstverständlich in den Kontext ein?
- Falls das Material / Bauteil eine besondere Aufmerksamkeit kreiert, ist diese angemessen / schön?
- Wird Gestaltung aus der Konstruktion / Materialität heraus entwickelt?
- Wie reagiert das Projekt auf seinen Kontext?

SONSTIGE KRITISCHE ASPEKTE

- Gibt es bauphysikalische oder statische Probleme im Detail (z.B. Dämmung, Lärm, Feuchtigkeit)?
- Soziale oder kulturelle Konflikte? (z.B. Gentrifizierung, Ausschluss)
- Steht das Konzept im Widerspruch zur Nutzung?

8.1 K118 KOPFBAUHALLE 18

Architekturbüro: **baubüro in situ**
Fertigstellungsjahr: **2021**
Ort: **Winterthur (CH)**
Typologie: **Aufstockung Gewerbe**

Kontext des Übrigen:
Das Ziel des Entwurfes war es, ausschließlich bereits vorhandene Bauteile aus Rückbauten zu verwenden. Hierzu gehören u.a.: diverse Stahlträgerkonstruktionen (aus: Coop Verteilerzentrale in Basel), Stahlaußentreppe (aus: ehm. Bürogebäude Orion in Zürich), Granitfassadenplatten (aus: ehm. Bürogebäude Orion in Zürich), Alu-Isolierfenster (aus: Raum Zürich) und rote Fassadenbleche (aus: Raum Winterthur und Zürich).

Vorgenommene Eingriffe:
Die Re-Use-Elemente sind sowohl für die Außen- und Innengestaltung dieses Bauprojektes maßgebend, als auch für die Tragstruktur. Gemeinsam bilden sie eine dreigeschossige Aufstockung einer bereits bestehenden Lagerhalle.

Gestaltungs- / Konstruktionsprinzipien:
Homogene Dimensionen:
Die wiederverwendeten Fenster, bilden trotz ihrer unterschiedlichen Dimensionierungen ein harmonisches Bild ab. Dies erreichen die Architekten:innen einerseits aufgrund der Farbhomogenisierung der Fensterrahmen, als auch durch die einheitliche Positionierung der Oberkanten auf gleicher Höhe.

Heterogenität:
Die Gestaltung des Innenraums ist geprägt durch den Rohzustand der verwendeteten Materialien. Diese weden im Nachgang weder durch Farbe, noch durch zusätzliche Schichten (wie bspw. Putz o.ä.) angeglichen. Es entsteht eine Collage.

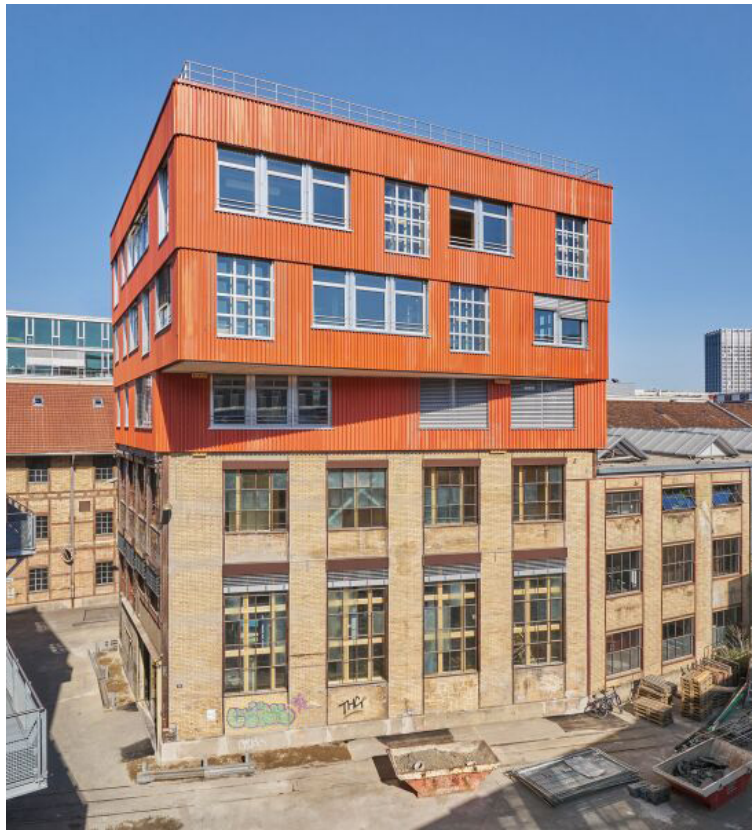


Abb. 8.1.1: K.118 Außenansicht



Abb. 8.1.2 Nasszelle

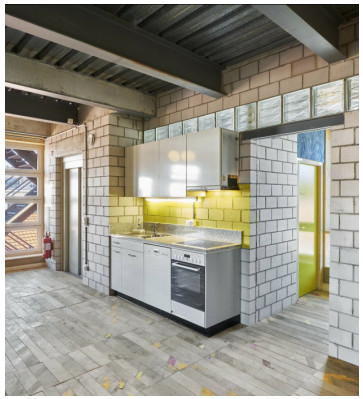


Abb. 8.1.3: Gemeinschaftsraum

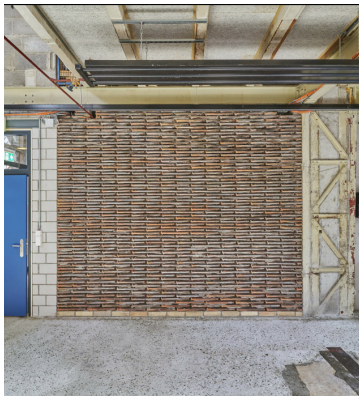


Abb. 8.1.4: Innenwand aus Dachziegeln



Abb. 8.5: Außenwandkonstruktion

Aufwand:
Das Entwurfsziel, ausschließlich bereits vorhandene Bauteile aus Rückbauten zu verwenden, bedarf einer ausführlichen Bauteilsuche und -organisation. Dies kann je nach Region und Bautypologie einen durchaus hohen Aufwand mit sich bringen. Da diese in jenem Projekt jedoch ausschließlich im Rohzustand verbaut wurden, ist der Aufwand im handwerklichen Sinne eher als gering einzustufen.

Materialeinsatz / Ethik:
Mit dem Entwurfsziel gelang es den Fußabdruck in der Erstellung um 60% gegenüber einem vergleichbaren konventionellen Neubau zu verringernn (vgl. baubüro in situ 2021).

Gestalterisches Potenzial:
Fassade: Der Farbkontrast zwischen der Fassadenbleche und der Fensterrahmen, sowie die systematische Anordnung dieser, bindet die Heterogenität der unterschiedlichen Dimensionierungen sehr gut ein.

Innenraum: Der Umgang der unterschiedlichen Fugenraster, sowie die Übergänge von diversen unterschiedlichen Materialien, führt zu einem ungeordneten Bild, welches keine Gestaltungsansätze erkennen lässt.

Kritische Aspekte:
Umsetzung im Innenraum:
Das ästhetische Zusammenspiel derartig unterschiedlicher Bauteile und Strukturen ohne eine farbliche Homogenisierung erschweren ein optisch ansprechendes Gesamtbild und sollten einen zusätzlichen Schwerpunkt in der Planung darstellen.

8.2 ELYS

Architekturbüro: baubüro in situ
Fertigstellungsjahr: 2021
Ort: Basel (CH)
Typologie: Umbau Kultur- und Gewerbehaus

Kontext des Übrigen:
Die neue Gebäudehülle des umgenutzten Elys besteht aus wiederverwendeten Materialien lokaler Rückbauten und Lagerbestände.

Vorgenommene Eingriffe:
Wiederverwendete Holzprodukte bilden die Holzrahmenfassade, die mit Steinwollresten lokaler Baustellen gedämmt wird. Die Gebäudehülle besteht aus Trapezblechen des Bestandsgebäudes und eines Weinlagers, in die 200 Fenster aus umliegenden Lagerbeständen eingesetzt werden.[1]

Gestaltungs- / Konstruktionsprinzipien:
Heterogene Dimensionen:
In den Obergeschossen wird die Fassade durch verschieden große und unterschiedlich gestaltete Fenster ungerastert perforiert.

Homogenität / Heterogenität:
Die grünen Wellbleche werden in regelmäßigem Rhythmus über die Fassade gezogen und gliedern die dahinterliegende, unregelmäßig löchrige Wand.

Alterung / Patina:
Die meisten verwendeten Bauelemente sind neuwertig, die Trapezbleche werden entweder gereinigt oder einheitlich gestrichen.

Funktionaler Mehrwert:
Die Verwendung bereits produzierter, aber aus unterschiedlichen Gründen nicht genutzter, Bauteile, verringert unnötigen Abfall und die Neuproduktion maßgeschneiderter Bauteile, und gibt diesen erstmalig einen Nutzen.



Abb. 8.2.1: In Situ: Elys

[1] Die Holzrahmenfassade wird aus rückgebauten Leimbindern, Pfetten und Sparren aus Rückbauprojekten der Umgebung gefertigt.
Die 200 in Abmessung und Gestaltung stark differierenden, neuwertigen Fenster stammen aus Lagerbeständen von Fensterproduzenten aus einem 100 Kilometer Radius vom Elys.
Das Trapezblech wird von dem Dach des Bestandsgebäudes demontiert und in der Fassade angebracht. Die Trapezbleche eines lokalen Weinlagers bilden die neue Dachdeckung des Elys (vgl. baubüro in situ 2021).

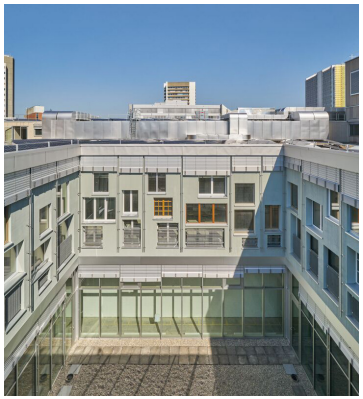


Abb. 8.2.2: Fensteranordnung

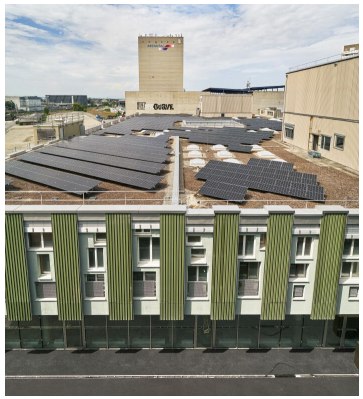


Abb. 8.2.3: Gliederung der Fassade



Abb. 8.2.4: Einbau Holzrahmenwand

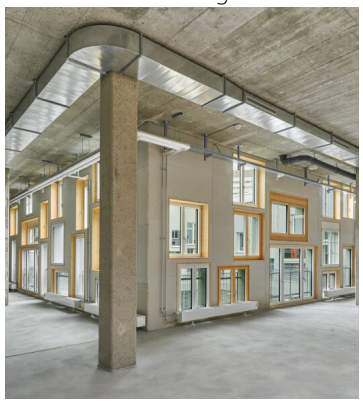


Abb. 8.2.5: Innenraum

Aufwand:
Durch vorgefertigte Holzrahmenelemente wird der Aufwand auf der Baustelle und die Bauzeit verringert, allerdings bedarf die Planung mit Re-Use-Materialien eine gewisse Präzision und dauert entsprechend länger.

Materialeinsatz / Ethik:
Die Materialien stammen aus einem Umkreis von 100 km. Die Holzbauteile stammen aus Rückbauprojekten, die Fenster aus Überproduktionen.
Die Fassadenelemente können im Nachhinein anders gedämmt oder mit anderen Fensterformaten ausgestattet werden. Anschließend könnten die fertigen Module an anderer Stelle erneut eingebaut werden.

Gestalterisches Potenzial:
Die sichtbare Integration von verschiedenen Bauteilen unterschiedlicher Farben, Formaten bis hin zu Alterungsstufen erzeugen eine einzigartige Fassade. Besonders auffällig ist die scheinbar ungeplante Anordnung der ohnehin ungleichen Fenster.

Kritische Aspekte:
Während der Aufbereitung der Materialien wird viel entsorgt, sodass nur 40 % der beschafften Bauteile verwendet werden.
Die Dämmstoffe werden pauschal bewertet, daher wird die Wandstärken um 20 % stärker gebaut, um den Anforderungen an den Wärmedämmwert gerecht zu werden, weswegen ein höherer Materialeinsatz notwendig ist.

8.3 LYSP8

Architekturbüro: **Loeliger Strub Architekten**
Fertigstellungsjahr: **2025**
Ort: **Basel (CH)**
Typologie: **Neubau Wohnhaus mit Gewerbe**

Kontext des Übrigen:
Viele Bauteile des Neubaus LysP8 werden aus umgebenden Abrissprojekten rückgebaut und wiederverwendet. Elemente wie die Fensterläden, Geländer, eine Wendeltreppe, Radiatoren, Holzböden, Dachziegel und Eternitplatten werden aus dem Libellenhof[1] entnommen und im LysP8 eingebaut.

Vorgenommene Eingriffe:
Die Re-Use-Elemente sind ein sichtbarer Bestandteil der Gestaltung und verleihen dem Gebäude Charakter und Tiefe.

Gestaltungs- / Konstruktionsprinzipien:
Heterogene Dimensionen:
Die Heterogenität der Fassade entsteht durch die Kombination unterschiedlicher Materialien mit variierenden Farbtönen und Oberflächen.

Homogenität / Heterogenität:
Die Fensterläden werden einheitlich in Rot und die schrägen Fensterleibungen in einem dunklen Blaugrau überstrichen, sodass je nach auf- oder zustehenden Läden ein lebendiges, aber geordnetes Fassaden-Farbspiel entsteht.

Alterung / Patina:
Re-Use-Elemente wie Dachziegel, Fensterläden und Geländer tragen sichtbare Gebrauchsspuren und erzeugen eine materialspezifische, patchworkartige Fassadenästhetik.

Funktionaler Mehrwert:
Zweigeteilte Fensterläden ermöglichen einen flexibleren, individuell anpassbaren Sonnenschutz.

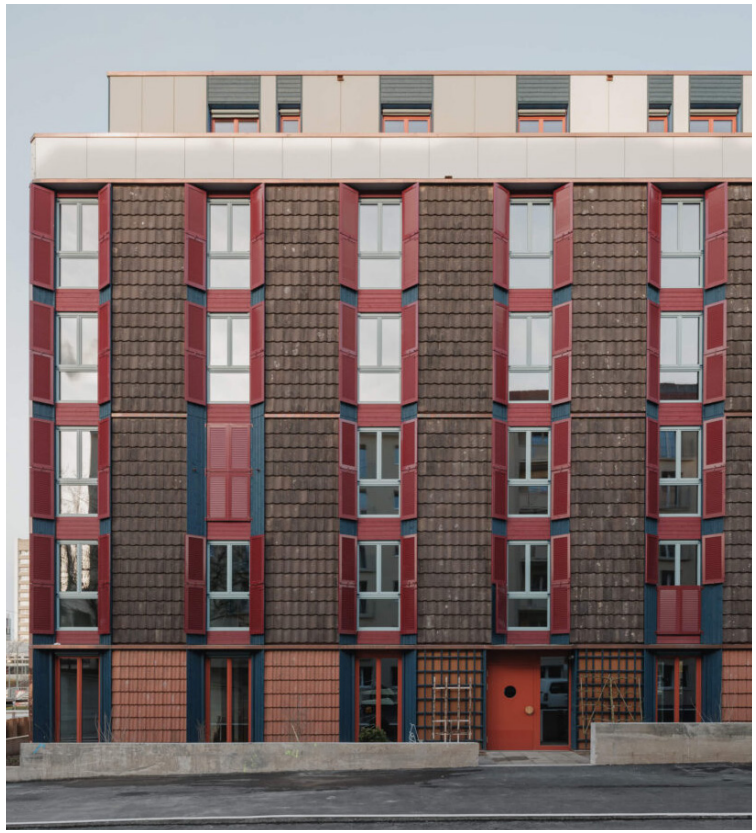


Abb. 8.3.1: Loeliger Strub: LysP8 Fassade

[1] Libellenhof
Ein Quartiersneubau in Luzern (Schweiz) der nach einem Wettbewerb ebenfalls von dem Architekturbüro Loeliger Strub geplant wird.
2024 werden die Bestandsgebäude zurückgebaut bzw. abgerissen und die benötigten Bauteile etwa 80 km (gem. Luftlinie) weit nach Basel transportiert, um dort teilweise aufbereitet in das laufende Neubauprojekt LysP8 eingebaut zu werden.

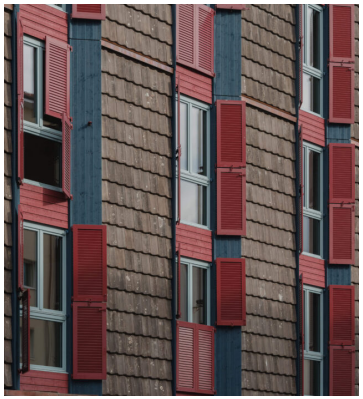


Abb. 8.3.2: Fensterläden

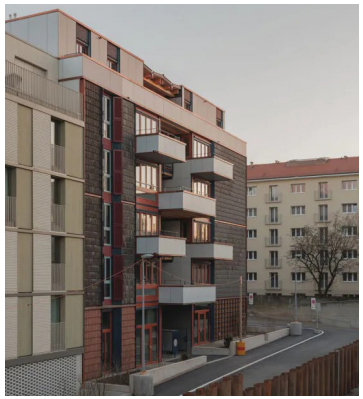


Abb. 8.3.3: Eingang

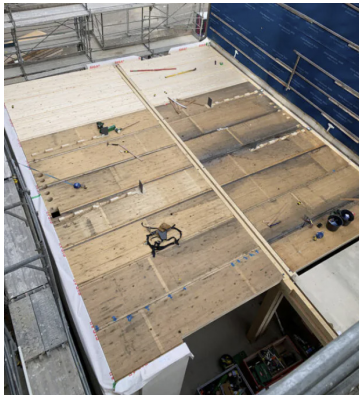


Abb. 8.3.4: Einbau Holzböden

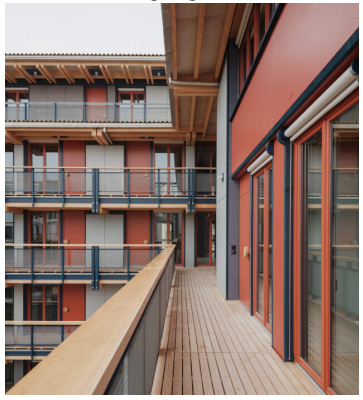


Abb. 8.3.5: Laubengang

Aufwand:
Die Konstruktion ist leicht umsetzbar und die Holzelemente sind vorgefertigt. Die Integration der wiederverwendeten Materialien erfordert dagegen eine sorgfältige Planung und Koordination der Bauteile.

Materialeinsatz / Ethik:
Die Materialien stammen größtenteils aus regionalen Rückbauprojekten (z. B. dem Libellenhof).
Die Reduktion von Neuware und die Wiederverwendung von gebrauchten Stahlteilen, Fenstern und Böden etc. wirken sich positiv auf die CO_2 -Bilanz des Gebäudes aus.

Gestalterisches Potenzial:
Die Wiederverwendung der gebrauchten Materialien stellt hier keinen Verzicht dar, sondern ein bewusst eingesetztes gestalterisches Mittel. Die Materialvielfalt und die sichtbaren Spuren der vorigen Verwendungen haben eine starke visuelle Wirkung.

Kritische Aspekte:
Das Anbringen der Dachziegel in der Vertikalen ist eine statische Herausforderung, da ihr Gewicht nicht flächig in Richtung Boden wirkt. Es bedarf einer sorgfältigen Planung der Unterkonstruktion, um das Abheben einzelner Platten bei darunter greifenden Windböen und Stürmen zu verhindern.

8.4 HOBELWERK

Architekturbüro: **Pascal Flammer Architekten**
Fertigstellungsjahr: **2023**
Ort: **Winterthur (CH)**
Typologie: **Neubau Wohnungsbau**

Kontext des Übrigen:
Ein zentrales Ziel des Projekts war der Einsatz von möglichst vielen Re-Use Bauelementen ohne Sonderstaus.[1] Auf diese Weise wurden 50 Bauteile auf diesen hin überprüft und 22 gebrauchte Bauteiltypen in das Gebäude integriert (u.a. Türen aus einer Bankfiliale, Fenster aus einem Basler Wohnungsbau und Metallbetten aus einem Gefängnis als Balkongeländer).

Vorgenommene Eingriffe:
Das Hobelwerk ist ein suffizient[2] geplanter Holz-Hybridbau. Es wurde auf ein Kellergeschoss verzichtet sowie überflüssige Bauteile vermieden. So ist ein Innenausbau nahezu absent. Als Konsequenz sind unterschiedliche Oberflächenbeschaffenheiten und verschiedene Handschriften der Handwerker:innen vorzufinden (vgl. Afasia Archzine 2024).

Gestaltungs- / Konstruktionsprinzipien:
Dialog aus Heterogenität und Homogenität :
Die Heterogenität der Bauteile wurde als Charakter akzeptiert – und doch mit einem konzeptionellen Akt homogenisiert: Alle Komponenten wurden mit einer dünnen Schicht weisser Farbe überstrichen. So erscheint das Gebäude von fern als einheitlicher weißer Neubau, beim näher herantreten wird jedoch ein Zusammenspiel diverser Bestandteile sichtbar: Neu und wiederverwendet, glatte und rohe Materialien, verschiedene Ausführungspräzisionen, unterschiedliche Elemente, handwerkliches auf industriell Gefertigtes (vgl. Hobi 2024)



Abb. 8.4.1: Außenansicht Hobelwerk Haus D

Ohne Sonderstatus[1] = Der Einsatz der wiederverwendeten Bauteile darf nicht teuerer werden, als der Einsatz vom günstigstmöglichen Neuwert-Element der gleichen Qualitätsstufe.

Suffizienz[2] = Der Begriff Suffizienz (aus dem Lateinischen sufficere = ausreichen, genügen) steht für „das richtige Maß", bzw. „ein genügend an". Verstanden werden kann die Suffizienz als Änderungen der vorherrschenden Konsummuster.
Das Konzept der Suffizienz berücksichtigt dabei natürliche Grenzen und Ressourcen und bemüht sich somit eines möglichst geringen Rohstoffverbrauchs.



Abb. 8.4.2: Balkon Haus D

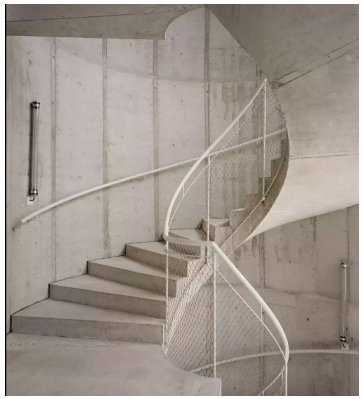


Abb. 8.4.3: Treppenhaus Haus D

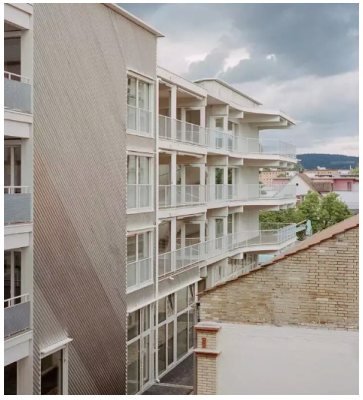


Abb. 8.4.4: Außenansicht Haus D

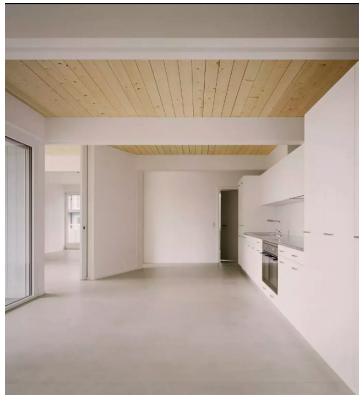


Abb. 8.4.5: Innenraum Küche Haus D

Aufwand:
Die Vereinheitlichung aller verbauten Re-Use-Materialien in Form von einheitlichem Überstreichen ist ein sehr unkompliziertes Gestaltungsmittel und funktioniert ohne großen Aufwand.
Das Entwurfsziel eines möglichst hohen Einsatzes von wiederverwendeten Bauteilen ohne Sonderstatus beinhaltet eine zeitaufwändige Phase in der Vorplanung und die Integration einer neuen Projektaufgabe: die Bauteiljagd.

Materialeinsatz / Ethik:
Im Rahmen des BFE Projekts «Skalierbare Lösungen für den Weg zu Netto-Null» wurde der Prozess laufend wissenschaftlich begleitet und ausgewertet. So konnten in diesem Projekt durch die Wiederverwendung von Bauteilen 34 Tonnen CO_2-Äquivalente eingespart werden (vgl. Hobi 2024).

Gestalterisches Potenzial:
Der Ausdruck der Gestaltung besteht aus dem homogenisieren der unterschiedlichen Bauteile. Das Überstreichen mit einer einheitlichen (weißen) Farbe, beruhigt die sonst heterogene Erscheinung und verbindet diese zu einem einstimmigen Anblick.

Kritische Aspekte:
Die Übermalung oder Beschichtung von Bauteilen führt zu dem Verlust der Sortenreinheit. Dies kann bei-Wiederverwertungskreisläufen zu zu energieintensiven Aufbereitungen führen.

8.5 VILLA WELPELOO

Architekturbüro: **2012 architecten**
Fertigstellungsjahr: **2009**
Ort: **Enschede (NL)**
Typologie: **Neubau Einfamilienhaus**

Kontext des Übrigen:
Die Architekt:innen der Villa nennen das angewandte Baukonzept „Superuse Method", was für innovatives Recycling von „Abfallprodukten" in möglichst unveränderter Form aus der unmittelbaren Umgebung[1] steht. Rund 60 % des Baumaterials konnten für die Konstruktion aus Recyclingmaterialien bereitgestellt werden, beim Innenausbau waren es sogar 90 % (vgl. e-genius 2010)

Vorgenommene Eingriffe:
Die Re-Use-Elemente sind sowohl für die Außen- und Innengestaltung dieses Bauprojektes maßgebend, als auch für die Tragstruktur. So besteht die primäre Tragstruktur aus einer Maschine zur textilen Produktion, der Großteil der Fenster aus Glasabfällen einer nahe gelegenen Glasfabrik und die charakterbildende Fassadenbekleidung besteht vollständig aus ausrangierten Industrie-Kabelrollen. Bei einem Ertrag von ca. 30 Brettern pro Rolle haben die Architekten:innen ca. 1000 Kabelrollen verbaut.

Gestaltungs- / Konstruktionsprinzipien:
Materialdominanz:
Das Leitmotiv der Fassadengestaltung ergibt sich aus der Dominanz des Materials. Dadurch, dass die Holzbretter in ihrer ursprünglichen Beschaffenheit sichtbar gelassen werden, tragen dessen spezifische Eigenschaften, wie Textur, Farbe und Alterungsspuren bewusst zur Gestaltung bei. Die unterschiedlich weit voran geschrittene Patina führt zu einer heterogenen Erscheinung, die sich mit Zeit weiter verändert.

[1]= Alle Materialien wurden in einem Umkreis von max. 15 Kilometern gefunden.

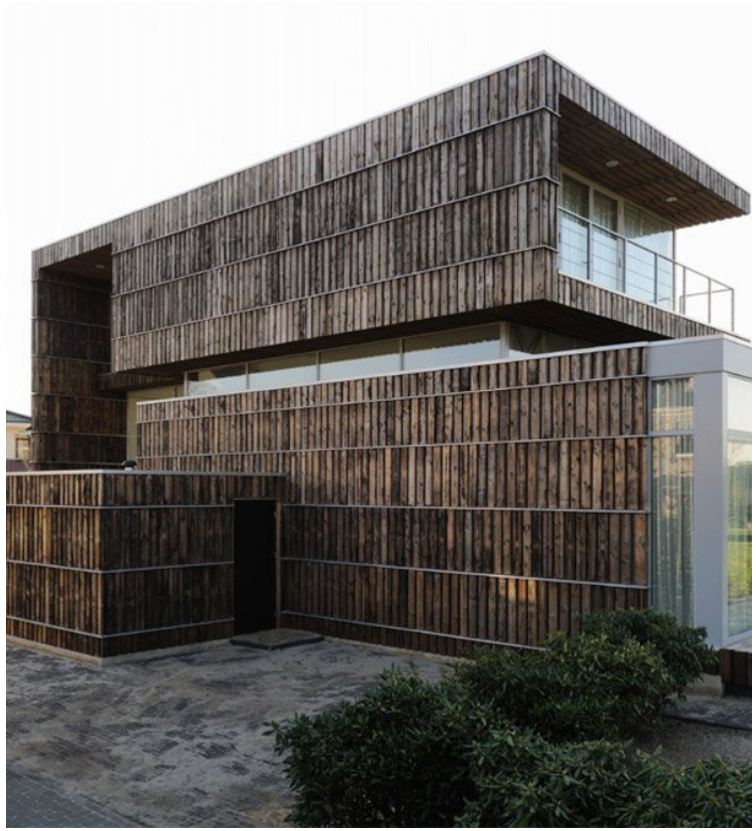


Abb. 8.5.1: Außenansicht Villa Welpeloo

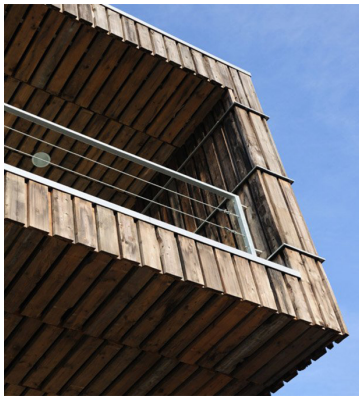


Abb. 8.5.2: Detailaufnahme Loggia



Abb. 8.5.3: Innenansicht Bibliothek

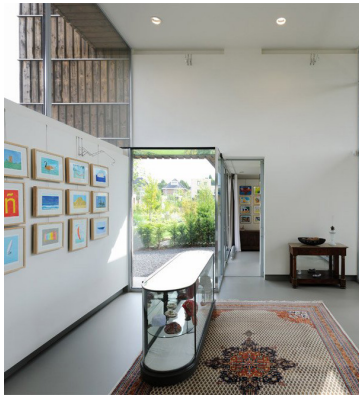


Abb. 8.5.4: Innenansicht Eingang

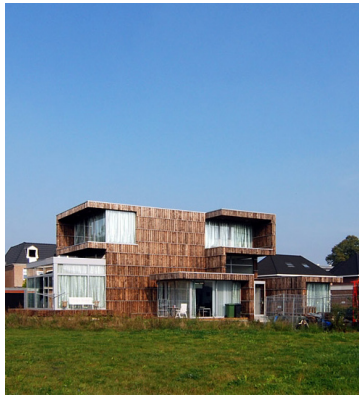


Abb. 8.5.5: Außenansicht

Aufwand:
Sowohl die Konstruktion, als auch die Entscheidung das Fassadenmaterial im Ursprungszustand zu verbauen, halten den Aufwand möglichst gering. Jeglich die Gebäudekubatur, sowie die Positionierung von Gebäudeöffnungen muss sich entsprechend der Materialdimensionierung fügen und somit frühzeitig mitgeplant werden.

Materialeinsatz / Ethik:
Die sorgfältige Planung des Entwurfes ermöglichte eine 60% (bzw. 90%) regionale Wiederverwendung von Bauteilen und Materialien, bei geringst möglichen Verschnitt und kaum Transportemissionen.

Gestalterisches Potenzial:
Vor allem Bauteile und Materialien, die der Witterung ausgesetzt sind bzw. waren, entwickeln ausdrucksstarke Variationen untereinander, in Form von bspw. Patina. Dies bietet selbst bei der Wiederverwendung des selben Materials stetig neue Ergebnisse.

Kritische Aspekte:
Die Entscheidung ausschließlich in einem geringen Umkreis nach Materialien zu suchen, kann eine zeitige Fertigstellung des Bauvorhabens erschweren. Bei diesem Beispiel betrug die Bauzeit, trotz der geringen Größe, drei Jahre.

8.6 BLUECITY OFFICES

Architekturbüro: Superuse Studios
Fertigstellungsjahr: 2016
Ort: Rotterdam (NL)
Typologie: Umbau Co-Working

Kontext des Übrigen:
Das Projekt BlueCity Offices ist Teil der Umnutzung des ehemaligen Tropicana-Schwimmbads in Rotterdam zu einem zirkulären Co-Working-Hub. Das ehemalige Schwimmbadgebäude beherbergt heute unterschiedliche Arbeits- und Veranstaltungsflächen für Start-ups und Unternehmen, die im Bereich der Kreislaufwirtschaft tätig sind. Für die Innenwandgestaltung der Bürobereiche wurden gebrauchte Fenster aus verschiedenen Abbruchprojekten der Region eingesetzt.

Vorgenommene Eingriffe:
Die Intervention konzentriert sich auf den gezielten Einbau von Fenstern unterschiedlichster Dimensionen, Materialien und Farben. Die Größe wurde nicht an ein einheitliches Raster angepasst, sondern bewusst in ihrer Originalform übernommen. Teilweise sind die Fenster geneigt oder überlappend montiert.

Gestaltungs-Konstruktionsprinzipien:
Heterogene Dimensionen:
Die Fenster stammen aus einer Vielzahl unterschiedlicher Gebäude und variieren stark in der Dimension.

Homogenität/ Heterogenität:
Die unterschiedlichen Holzarten und Rahmenfarben bleiben bewusst sichtbar.
Alterung/Patina:
Spuren der vorherigen Nutzung werden nicht entfernt.
Funktionaler Mehrwert:
Alle Fenster sind funktional nutzbar und tragen zur Belüftung, Belichtung und Sichtbarkeit des Re-Use-Ansatzes bei.



Abb. 8.6.1: Bluecity Offices, Auffalten und Überlappen der Fenster



Abb. 8.6.2: Innenraum



Abb. 8.6.3: Außenraum

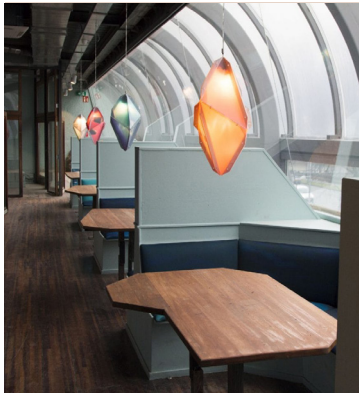


Abb. 8.6.4: Innenraum



Abb. 8.6.5: Innenraum

Aufwand:
Die Konstruktion mit vorhandenen Materialien erfordert nur geringe Anpassungen und ist handwerklich gut umsetzbar. Durch den Einsatz einfacher Stahl- oder Holzrahmen sowie die Reduzierung auf wenige, einfache Detaillösungen bleibt der Ausführungsaufwand gering.
Die Räume im Gebäude können für verschiedene Nutzungen eingesetzt werden, zum Beispiel als Coworking-Bereiche, Veranstaltungsräume oder Büros für Start-ups. Auch die Fassade erlaubt spätere Ergänzungen oder Anpassungen, ohne das grundlegende Konzept zu beeinträchtigen.

Materialeinsatz / Ethik:
Alle Fenster stammen aus lokalen Rückbauprojekten, sodass der Materialeinsatz zu 100 % auf Re-Use basiert. Es wurde vollständig auf Neuware verzichtet, wodurch der Transportaufwand sehr gering bleibt. Die wiederverwendeten Materialien sind sichtbar verbaut und tragen durch ihre CO_2-Bilanz zu einer ressourcenschonenden Bauweise bei.

Gestalterisches Potenzial:
Die Gestaltung wird direkt vom Bestand der Fenster abgeleitet und erhält zusätzlichen Kontextbezug durch die sichtbare Herkunft der Materialien aus der Region.

Kritische Aspekte:
Probleme können insbesondere bei der Wärmedämmung und Abdichtung auftreten, da unregelmäßige Fensterformate nicht immer einfach integriert werden können. Außerdem könnte der Planungsaufwand durch die unterschiedlichen Abmessungen der Bauteile höher sein. Dazu kommt, dass es aufwändiger in der Pflege und Unterhaltung ist.

8.7 MUSEUM NINGBO

Architekturbüro: Amateur Architecture Studio
Fertigstellungsjahr: 2008
Ort: Ningbo, China
Typologie: Neubau Museum

Kontext des Übrigen:
Das Ningbo Museum besteht aus abgerissenen traditionellen chinesischen Häusern, deren Materialien mit der Technik „Wapan[1]" zu einer neuen Fassade verarbeitet wurden und so eine Erinnerung an vergangene Bauwerke darstellen. (vgl. dezeen, 2016)

Vorgenommene Eingriffe:
Die Re-Use-Elemente wurden zu einem unregelmäßigen Fassadenmuster zusammengefügt, wobei ihre Materialidentität bewusst erhalten blieb. Alte Gebrauchsspuren, Patina und Bruchstellen wurden gestalterisch hervorgehoben. Der massive Baukörper wird durch Einschnitte und Terrassen gegliedert, die traditionelle Prinzipien und Landschaftsmotive abbilden. (vgl. Yan o. D. S.1-2)

1.1.3 Gestaltungs- / Konstruktionsprinzipien:
Heterogene Dimensionen:
Unterschiedliche Mauerwerke erzeugen ein lebendiges Raum- und Lichtspiel. Die Materialien sind bewusst patchworkartig kombiniert.

Alterung / Patina:
Die wiederverwendeten Materialien zeigen Gebrauchsspuren, die das Gebäude zu einem physischen Archiv machen.

Funktionaler Mehrwert:
Das Museum dient auch als Denkmal der Baukultur und materialbasierter Erinnerung. (dezeen, 2016: 00.58 Minute)



Abb. 8.7.1: Museum Ningbo, Die mehrschichtige Fassade integriert die Überreste ehemaliger Dörfer

[1]Wapan bezeichnet eine regionale Wandbautechnik aus Zhejiang/ Ningbo. Dabei werden geborgene Bruchstücke von Dachziegeln, Ziegeln und Steinen lagenweise zu neuen Wandflächen gefügt. Die Methode entstand als vernakuläre Not- bzw. Re-Use-Bauweise, um nach Taifunen Wände rasch neu aufzubauen. Obwohl die Optik an eine Trockenstapelbauweise erinnert, wird beim Ningbo Museum die Stabilität durch ein Hybridsystem aus Wapan-Mauerwerk und Mörtel gewährleistet, das mit einer Stahlbetonstruktur kombiniert ist (vgl. Golden, 2012).



Abb. 8.7.2:Wapan-Technik



Abb. 8.7.3: Außenraum



Abb. 8.7.4: Wapan Technik



Abb. 8.7.5: Terrasse des Museums

Aufwand:
Die Umsetzung war anspruchsvoll, da sie ein hohes Maß an spezialisierten handwerklichen Fähigkeiten erforderte. Während die Wapan-Technik traditionell für kleinere Strukturen genutzt wurde, erforderte die Anwendung bei großmaßstäblichen Gebäuden wie dem Ningbo Museum zusätzliche konstruktive Unterstützung.Das Projekt hat einen hohen gestalterischen Anspruch und erschwert gewöhnliche Bauprozesse. (vgl. dezeen, 2016)

Materialeinsatz / Ethik:
Der Architekt setzt mit dem Projekt ein Zeichen gegen die Wegwerfkultur. Traditionelle chinesische Baustoffe werden neu arrangiert und erhalten so ein „zweites Leben". Der Umgang mit Materialien steht im Fokus – auch als Kritik an der Abrisspolitik. (vgl. dezeen, 2016)

Gestalterisches Potenzial:
Hier zeigt sich ein einzigartiger Umgang mit Geschichte, Handwerk und Raum. Die Atmosphäre ist kraftvoll, erinnerungstragend und monumental. Die Gestaltung wird direkt aus dem Material und seiner Geschichte entwickelt und entfaltet so eine beeindruckende Wirkung. Re-Use im großen Maßstab ist ein zukunftsweisender Impuls. Die ästhetische Integration von Rückbaubaumaterialien in öffentlichen Repräsentationsbauten ist innovativ, jedoch nur eingeschränkt skalierbar und sehr ressourcenintensiv.

Kritische Aspekte:
Die Übertragbarkeit der Methode hängt stark von den lokal verfügbaren Materialien und den handwerklichen Kapazitäten ab.

8.8 COWAN COURT AM CHURCHILL COLLEGE

Architekturbüro: 6a architects
Fertigstellungsjahr: 2016
Ort: Cambridge, GB
Typologie: Neubau Studierendenwohnheim

Kontext des Übrigen:
Die Fassade des Studierendenwohnheims Cowan Court besteht aus wiederverwendeten Eichenbohlen, die ursprünglich als Bodenschwellen von französischen Güterwaggons dienten. Diese gebrauchten Bauteile wurden bewusst als primäres Fassadenmaterial gewählt, um eine materialauthentische Verbindung zur bestehenden Sichtbetonarchitektur des Colleges herzustellen. (vgl. Wainwright 2020)

Vorgenommene Eingriffe:
Die wiederverwendeten Bodenschwellen wurden vertikal montiert, die Oberflächenstruktur und Patina blieb weitgehend unbearbeitet. Die Fassade folgt einem Raster, das sich an den Fenstermodulen orientiert. Die Geschosse überkragen in Anlehnung an mittelalterliche Holzbauten Jettying[1]. (vgl. 6a architects – Cowan Court o. D.)

1.1.3 Gestaltungs-/ Konstruktionsprinzipien:
Homogenität:
Die Bodenschwellen bilden eine gleichmäßige Fassadenstruktur und wurden nach Länge und Patina sortiert.

Alterung / Patina:
Trotz Normmaßen sind die Schwellen individuell: Länge, Oberflächenstruktur und Abnutzungsgrad variieren. Ihre Holzoberflächen altern durch Witterung kontinuierlich weiter, was bewusst Teil der architektonischen Intention ist.

Funktionaler Mehrwert:
Durch das bewusste Inszenieren der Patina ist keine zu pflegende Oberflächenbeschichtung notwendig.


Abb. 8.8.1: Cowan Court am Churchill College, David Grandorge

[1]Als Jettying bezeichnet man das Vorrücken der oberen Stockwerke über die Grundflucht. Dadurch entstehen Tiefe, Schatten und Rhythmus in der Fassade. Beim Cowan Court sind alle drei Geschosse überkragend ausgebildet. Die eingeschnittenen Holzlagen, sogenannte „jettying timber cuts", zitieren die horizontalen Betonbänder der historischen Höfe von Churchill College und übersetzen deren brutalistische Ordnung in Holz.



Abb. 8.8.2: Nahaufnahme Außen



Abb. 8.8.3: Nahaufnahme Außen 2



Abb. 8.8.4: Neue und alte Gebäude



Abb. 8.8.5: Fassade

Aufwand:
Die Konstruktion war handwerklich leicht umzusetzen. Die Herausforderung bestand darin, die Re-Use-Materialien in einen modernen Passivhausstandard zu integrieren, was präzises Planungswissen erforderte. (vgl. SDC 2025)

Materialeinsatz / Ethik:
Die Wiederverwendung der rund 70 Jahre alten Planken aus Güterwagen steht für einen bewussten Umgang mit Ressourcen. Ihre Integration in ein hochwertiges Neubauprojekt ist ein Beispiel für eine vorbildliche Materialethik. (vgl. Wainwright 2020)

Das Prinzip der Materialwiederverwendung ist grundsätzlich übertragbar, allerdings hängt es von der Verfügbarkeit passender Ressourcen ab. Bei entsprechender Materialquelle ist dieser Ansatz skalierbar.

Gestalterisches Potenzial:
Die präzise Anordnung der Fassadenbänder in Kombination mit der heterogenen Patina erzeugt eine ruhige Materialwirkung. Diese Haltung wird von der Kritik als „Timber Brutalismus"[2] beschrieben: kräftige Formgebung und Tiefe, Haptik und Maßstab. (vgl. Merrick 2020) (vgl. Tduk 2024)

Kritische Aspekte:
Trotz geplanter Alterung muss die langfristige Pflege überwacht werden. Die Abhängigkeit von spezifischen Re-Use-Materialien begrenzt die Übertragbarkeit. Ohne ein präzises Gestaltungskonzept könnte der Re-Use-Ansatz willkürlich wirken.

[2] Der Begriff „Timber Brutalism" beschreibt eine Architektur, die das brutalistische Formvokabular – klare Geometrie, Serialität / Raster, Masse- und Schattenwirkung, sichtbare Fügung und Materialehrlichkeit – statt in Sichtbeton in Holz formuliert. Diese Haltung überträgt die Prinzipien der Brutalisten – Struktur zeigen, Material im Rohzustand, konstruktive Lesbarkeit – auf eine alterungsfähige Holzmaterialität. (vgl. Merrick 2020)

8.9 ROUNDHOUSE WORKS

Architekturbüro:
Reed Watts Architects+ Paddy Dillon Architect

Fertigstellungsjahr:
2023

Ort:
London (Camden), UK

Typologie:
Umbau, Zentrum für Bildung

Kontext des Übrigen:
Die Fassade von Roundhouse Works besteht aus Holz-Bahnschwellen, die eine markante Patina entwickelt haben. Diese genormten Schwellen prägen mit ihrer rohen Oberfläche das Erscheinungsbild des Gebäudes.

Die meisten herkömmlichen Eisenbahnschwellen in Großbritannien und Europa sind mit Kreosot[1] imprägniert, um sie wetterfest zu machen.
Es musste sichergestellt werden, dass die verwendeten Schwellen unbehandelt sind. Schließlich fanden sie einen Lieferanten für Schwellen aus australischem Jarrah-Holz, das so widerstandsfähig ist, dass eine chemische Behandlung nicht nötig ist. (vgl. Milton 2025)

Vorgenommene Eingriffe:
Die Bahnschwellen wurden vertikal montiert und an Öffnungen und Fassadenachsen angepasst. Die Patina ist Teil der Gestaltung.Sichtbare Stoß- und Schattenfugen strukturieren die Fläche.

Gestaltungs-/ Konstruktionsprinzipien:
Heterogene Dimensionen:
Die Schwellen haben unterschiedliche Nutzungsdauern und zeigen individuelle Patina und Verschleißgrade. Die Holzoberflächen ergeben ein vielschichtiges Fassadenbild.

Geometrien / Materialanpassung:
Die Schwellen werden auf Achsmaß und Fensteranordnung zugeschnitten.



Abb. 8.9.1: Roundhouse Works, Fassade

[1]Kreosot ist eine hochgradig gesundheitsgefährdende Substanz, die als eindeutig krebserregend für den Menschen eingestuft wird. (ECHA (European Chemicals Agency): Substance Information – Creosote)

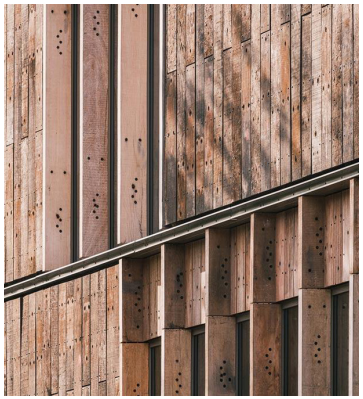


Abb. 8.9.2: Pattina



Abb. 9.3: die Terrasse



Abb. 8.9.4: Innenraum, Holzbau



Abb. 8.9.5: Straßenansicht

Aufwand:
Die Re-Use-Schalung aus Bahnschwellen lässt sich mit bekannten Verfahren montieren (Zuschneiden, Verschrauben, Fugen-/Achsraster). Anspruchsvoll bleiben präzise Laibungs- und Überstanddetails sowie die Vorauswahl und Prüfung der Schwellen. (vgl. Milton 2025)

Das System erlaubt späteres Austauschen oder Ergänzen einzelner Fassadenelemente.

Materialeinsatz / Ethik:
Die Wiederverwendung gebrauchter Schwellen schont Primärressourcen und verankert die Materialgeschichte im Erscheinungsbild. Von jeder Schwelle wurde so viel wie möglich verwendet. Die wiederverwendeten Eisenbahnschwellen stammen aus dem britischen Eisenbahnnetz, wodurch die Transportwege kurz gehalten werden konnten. (vgl. Architects´Journal 2023)

Gestalterisches Potenzial:
Das visuelle Zusammenspiel von Holzstruktur mit Re-Use-Fassade erzeugt einen starken Ausdruck von Authentizität und Nachhaltigkeit: roh, robust und narrativ wirkungsvoll.

Kritische Aspekte:
Da alte Bahnschwellen jedoch meist stark schadstoffbelastet sind, limitiert die Abhängigkeit von seltenem, unbelastetem Material die Übertragbarkeit enorm. Ohne sorgfältige Planung könnte der rohe Re-Use-Charakter schnell beliebig oder willkürlich wirken.

8.10 ALPENSTADTMUSEUM SONTHOFEN

Architekturbüro: **Andreas Ferstl Architekten**
Fertigstellungsjahr: **2022**
Ort: **Sonthofen (DE)**
Typologie: **Denkmalsanierung Museum**

Kontext des Übrigen:
Der zentrale Entwurfsgedanke war die Rückbesinnung zum denkmalgeschützten Bestand und zur lokalen Architektur. Sämtliche eingesetzte Materialien sind im Sinne der Allgäuer Tradition handwerklich verarbeitet und historische Konstruktionen werden neu interpretiert. Für die Dachstühle wurden Weißtannen aus dem heimischen Sonthofener Stadtwald verwendet und für die Innenraumsanierung verwendete man veraltete Holztragwerke aus den historischen Denkmälern.

Vorgenommene Eingriffe:
Bei der Überprüfung der Bestandsbauten mussten einige der historischen Holztragwerke aus Sicherheitsgründen ersetzt werden. Anstelle diese, wie allgemein üblich, im Zuge der thermischen Verwertung zu verbrennen oder anderweitig zu deponieren, entschieden sich die Entwurfsverfasser:innen, die Holzbalken in ihrem Ursprungszustand als Wandverkleidung zu verbauen.

Gestaltungs- / Konstruktionsprinzipien:
Materialdominanz / Heterogenität:
Das Erscheinungbild wird hierbei nicht nur durch die Eigenschaft des Rohmaterials geprägt, sondern vor allem durch die unterschiedlichen heterogenen Dimensionen (u.a. Länge, Dicke, Oberflächenbeschaffenheit, Alterungszustand) die sich aus der vorherigen Nutzung ergeben. Die Spuren der vergangenen zimmermannsmäßigen Verbindungen, werden hierbei gezielt sichbar gelassen.



Abb. 8.10.1: Innenansicht Museumscafé Alpenstadtmuseum



Abb. 8.10.2: Sanierungszustand

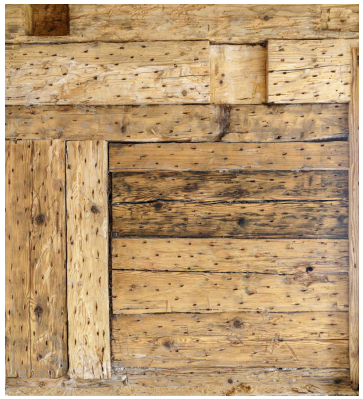


Abb. 8.10.3: Detailaufnahme



Abb. 8.10.4: Gebäudeansicht



Abb. 8.10.5: Kontext der Nutzung

Aufwand:
Da die Konstruktion einem scheinbar beliebigen Muster folgt und die wiederverwendeten Materialien nicht in ihrer Ästhetik homogenisiert oder nachbehandelt werden, scheint die Konstruktion leicht herstellbar zu sein. Da jedoch Balken aus veralteten Tragwerken verwendet wurden, ist vor dessen Weiterverwendung ein Gutachten notwendig, um Verunreinigung oder Beschädigung auszuschließen.

Materialeinsatz / Ethik:
Da das Material an Ort und Stelle der Beschaffung verarbeitet und verbaut wurde, fällt ein energieintensiver Transport weg. Da es für diese Art von „übrigem Bauteil" keine konventionelle Wiederverwendung gibt, ist eine Umnutzung im Bauwesen sinnvoll.

Gestalterisches Potenzial:
Die atmosphärische Qualität reagiert umfassend auf die lokalen ästhetischen Traditionen. Hierbei entsteht nicht nur durch die unterschiedlichen heterogenen Dimensionen eine vielfältige Erscheinung, auch die kleinteilige Anordnung der jeweilen Holzstücke lässt eine Collage entstehen.

Kritische Aspekte:
Da die Konstruktionsweise nicht ablesbar ist, kann diese nicht bewertet werden. Ein erhöter Zeit- und Kostenaufwand entsteht jedoch definitiv augrund der notwendigen Prüfung des Materials.

8.11 VODKA PAVILLON

Architekturbüro: **Alexander Brodsky**
Fertigstellungsjahr: **2003 (2014 abgebaut)**
Ort: **Pirogovo (RUS)**
Typologie: **Neubau Pavillon**

Kontext des Übrigen:
Die Hülle des Pavillons besteht aus 83 wiederverwendeten Fenstern einer alten Fabrik in Moskau. Als Unterkonstruktion für die Fenster dient ein Holzskelett aus neuem Material.

Vorgenommene Eingriffe:
Die Fenster bilden die gesamte Außenhaut des Pavillons.

Gestaltungs- / Konstruktionsprinzipien:
Heterogene Dimensionen:
Die Fassade wird aus unterschiedlich formatigen Holzfenstern tetrisartig zusammengesetzt. Kleine Restflächen werden unauffällig mit Holzresten aufgefüllt.

Homogenität / Heterogenität:
Die Heterogenität der Fassade entsteht durch den einheitlich weißen Anstrich der Fensterrahmen und Glasflächen. Durch die umgekehrte Montage der Fenster wird ein textureller und farblicher Unterschied zu den Rahmen sichtbar.

Alterung / Patina:
Das eigentlich temporär angedachte Bauwerk steht insgesamt 10 Jahre und leidet über diesen Zeitraum stark unter der Witterung. Mit durchscheinendem Licht wird der grobe Farbauftrag auf den Gläsern sichtbar. Das Abblättern der Farbe von den überstrichenen Fensterrahmen deutet ebenfalls auf die Geschichte der Fassade hin.



Abb. 8.11.1: Alexander Brodsky: Vodka Pavillon

[1] Die einfachverglasten Holzrahmenfenster können aus wärmedämmtechnischen Gründen in keinem modernen Projekt auf diese Weise wieder eingebaut werden. Weitere Möglichkeit en liegen in einer Materialtrennung von Glas und Holz und das Zurückführen der Baustoffe in den Recyclingkreislauf oder in der Konstruktionsart eines Kastenfensters.



Abb. 8.11.2: Ansicht bei Dämmerung



Abb. 8.11.3: Giebelseite



Abb. 8.11.4: Innenraum



Abb. 8.11.5: Gealterte Fassade

Aufwand:
Die Konstruktion ist einfach auszuführen und aufgrund der Typologie eher behelfsmäßig. Die Anordnung der unterschiedlich großen Bauteile zu einer möglichst lückenlosen Fassade ist dagegen aufwendiger.

Materialeinsatz / Ethik:
Die Materialien stammen größtenteils aus einem regionalen Rückbauprojekten. Die Reduktion von Neuware und die Wiederverwendung von gebrauchten Fenstern wirken sich positiv auf die CO_2 -Bilanz des Pavillons aus.
Das collagenartige Fassadenprinzip lässt sich auch mit anderen Materialien wie beispielsweise Türen durchführen, sollte aber in einem dauerhaften Gebäude auf wärmedämmtechnische Eigenschaften und Witterungsbeständigkeit geprüft werden.

Gestalterisches Potenzial:
Das wiederverwendete Material wird hier zum Gestaltungsmerkmal des Pavillons und dient auch der Verdeutlichung der architektonischen Attitüde Brodskys[1]. Die Homogenisierung der aufgeregten Tetris-Fassade beruhigt die Erscheinung und verbindet das Gebilde zu einem einheitlichen Pavillon.

Kritische Aspekte:
Das verwendete Material erhält hier eine zweite Chance, in gleicher Funktion eingesetzt zu werden, in einem modernen Bau mit Ansprüchen an Dichtigkeit und Wärmedämmeigenschaften der Fassade ist die Konstruktion mit derart veralteten, einfachverglasten Fenstern keine sichere Lösung. Das Material kann hier nur aufgrund der Gebäudetypologie genutzt werden.

[1] Brodskys Architektursprache:
Alexander Brodsky (*1955) nimmt seine Arbeit als Architekt in den 1970er Jahren in Russland auf. Zu der Zeit wird die planerische Freiheit von Architekten:innen auf sozialistischen Massenbau eingeschränkt. Als junger, idealistischer Architekt schließt er sich einer Gruppierung namens „paper architects" an, die ausschließlich auf dem Papier planen, ohne die Entwürfe in die Tat umsetzen zu wollen. Dabei können sie ohne auferlegte Staatsregeln und Materiallimitierungen entwerfen. Viele Jahre später beginnt er auch, kleinere Projekte in künstlerischem Rahmen zu entwerfen und zu bauen. Diese Gebäude dienen der russischen Bevölkerung als sozialer Treffpunkt und Kulturstätte der russischen Traditionen. Häufig werden lokal vorgefundene und rückgebaute Materialien zur Errichtung verwendet (vgl. S AM Schweizerisches Architekturmuseum 2012).

8.12 ROTUNDA

Architekturbüro: **Alexander Brodsky**
Fertigstellungsjahr: **2009**
Ort: **Nikola-Lenivets (RUS)**
Typologie: **Neubau Pavillon**

Kontext des Übrigen:
Die Rotunda wird rundum durch 20 rückgebaute und wiederverwendete Türen aus lokalen Abrissprojekten betreten. Der Kamin im Zentrum ist aus wiederverwendeten Klinkern gemauert.

Vorgenommene Eingriffe:
Re-Use-Elemente werden mit neuem Baumaterial kombiniert und optisch voneinander abgesetzt.

Gestaltungs- / Konstruktionsprinzipien:
Heterogene Dimensionen:
Die wiederverwendeten Türen haben unterschiedliche Abmessungen und werden nicht auf ein einheitliches Maß angepasst. Stattdessen wird die neue Konstruktion auf die alten Türen abgestimmt, sodass das Erdgeschoss durch stark differierende Türöffnungen perforiert wird.

Homogenität / Heterogenität:
Die neuen Bauteile wie die Holzkonstruktion und die Holzfassade werden einheitlich weiß überstrichen. Im Kontrast dazu stehen die unterschiedlich gestalteten und verschiedenfarbigen Türen im Erdgeschoss.

Alterung / Patina:
Die Holztüren weisen deutliche Gebrauchsspuren auf, die weder überstrichen noch anderweitig geschönt werden. Sie bilden einen kleinen Teil der lokalen Geschichte ab.



Abb. 8.12.1: Yuri Palmin: Rotunda



Abb. 8.12.2: Rotunda bei Dämmerung



Abb. 8.12.3: Dachterrasse



Abb. 8.12.4: Kamin und Galerie



Abb. 8.12.5: Rotunda Innenraum

Aufwand:
Der Aufwand ist kaum different zu dem üblichen Einbau einer Tür. Einzig die Anpassung der Konstruktion und Fassade ist aufgrund immer unterschiedlicher Abmessungen aufwändiger als bei seriellen Türen. Die baulichen Anforderungen der nicht beheizten Rotunder sind jedoch vergleichsweise gering.

Materialeinsatz / Ethik:
Die Konstruktion und Fassade der Rotunda bestehen aus neuem Holz, die eingesetzten Holztüren und die Klinker des Kamins stammen dagegen aus lokalen Rückbauprojekten. Ihre Wiederverwendung ist ressourcenschonend und verbessert die CO_2-Bilanz des Bauwerks.
Das Prinzip ließe sich auch auf andere Bauteile wie beispielsweise Fenster übertragen, da es einzig darum geht, einen Wandaufbau zu entwerfen, der anpassbar an verschiedene Öffnungsformate ist. Hierfür eignen sich Holzständerwände, in denen mit geringem Aufwand auch unterschiedliche Formate eingebaut werden können.

Gestalterisches Potenzial:
Brodsky stellt mit der Rotunda das Alte deutlich in den Vordergrund. Während alle neuen Bauteile einheitlich, in derselben Farbe gehalten und gerastert werden, belässt er die wiederverwendeten Bauteile in ihrer Farbigkeit und ihren Formaten. Stattdessen passt er die neue Struktur den alten Bauteilen an und legt eine Hierarchie fest.

Kritische Aspekte:
Die wiederverwendeten Türen müssen keine wärmedämmtechnischen Anforderungen mehr erfüllen, daher sind sie hier ein ressourcensparender und gestalterischer Gewinn. In einem modernen Gebäude mit einer anderen Nutzung müssten sie zumindest im Fall eines Raumabschlusses zur Außenluft einige Ansprüche erfüllen, die hier nicht nachgewiesen werden können.

8.13 AGIOS DIMITRIOS LOUMBARDIARIS

Architekturbüro: **Dimitrios Pikionis**
Fertigstellungsjahr: **1952–1957**
Ort: **Athen, Griechenland**
Typologie: **Wiederaufbau Kapelle**

Kontext des Übrigen:
Die Kirche Agios Dimitrios Loumbardiaris (12. Jahrhundert) wurde nicht neu errichtet, sondern aus ihren Ruinen wiederaufgebaut. Das Projekt war Teil einer umfassenden landschaftsarchitektonischen Gestaltung rund um die Akropolis. Pikionis arbeitete gemeinsam mit Student *innen und lokalen Handwerker *innen, um Wege, Plätze und Übergänge zu schaffen, die bestehende Bauwerke und gefundene Materialien integrieren.

Vorgenommene Eingriffe:
Die Kirche wurde behutsam restauriert, wobei gefundene Bauteile spielerisch in der Fassade angeordnet wurden. Das Bauwerk wurde in eine landschaftsarchitektonische Choreografie eingebettet, die topografische Gegebenheiten und historische Fragmente berücksichtigt.

Gestaltungs-Konstruktionsprinzipien:
Heterogene Dimensionen:
Wege, Mauern und Treppen variieren in Maßstab und Proportion, wodurch rhythmische Bewegungen im Raum entstehen.
Homogenität/ Heterogenität:
Lokal gewonnenes Gestein, antike Fragmente, Ziegel und Keramik in unterschiedlichen Farbtönen formen ein lebendiges Mosaik.
Alterung / Patina:
Der Alterungsprozess der Materialien wird sichtbar belassen. Spuren von Verwitterung und Nutzung waren teils bereits beim Einbau vorhanden.
Funktionaler Mehrwert:
Die Gestaltung schafft funktionale Wege, Orte für Kontemplation, Naturerfahrung und kulturelle Reflexion.



Abb. 8.13.1: Dimitrios Kirche, Seitenfassade



Abb. 8.13.2: Artefakte

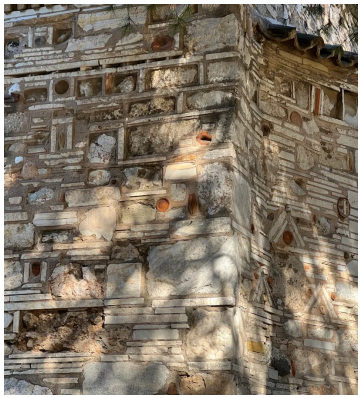


Abb. 8.13.3: Materialsammlung



Abb. 8.13.4: Innenhof



Abb. 8.13.5: Weg zur Kirche

Aufwand:
Die Umsetzung war aufwendig und erforderte große handwerkliche Fähigkeiten, insbesondere beim Einbau der wiederverwendeten Materialien in die komplexe Fassadenstruktur. Das Projekt lebt vom hohen gestalterischen Anspruch, was die Übertragbarkeit auf gewöhnliche Bauprozesse erschwert.
Die Intervention schafft keine klassisch nutzungsoffenen Räume, sondern atmosphärische Rahmenbedingungen für Bewegung, Aufenthalt und Betrachtung. Ihre Stärke liegt weniger in funktionaler Anpassbarkeit als in räumlicher Offenheit.

Materialeinsatz / Ethik:
Die Materialien stammen überwiegend aus der direkten Umgebung, darunter Steine und Fundstücke. Pikionis' Arbeit ist von einem bewussten, ethisch vorbildlichen Umgang mit Material geprägt, lange bevor Nachhaltigkeit ein etablierter Begriff war.

Gestalterisches Potenzial:
Das Projekt erzeugt eine starke emotionale und kulturelle Wirkung, die gleichzeitig modern wirkt. Es gilt als Musterbeispiel kontextueller Gestaltung, bei der Material und Ort in Einklang gebracht werden.

Kritische Aspekte:
Größere technische Schwächen gibt es nicht, da eine robuste Bauweise gewählt wurde. Potenzielle Risiken liegen eher in der langfristigen Pflege und im Erhalt der handwerklich aufwendigen Elemente. Das Projekt ist stark an das persönliche Können des Architekten gebunden und schwer reproduzierbar.

8.14 HEXENHAUS

Architekturbüro: **Alison und Peter Smithson**
Fertigstellungsjahr: **1986–2002**
Ort: **Bad Karlshafen, Deutschland**
Typologie: **Umbau Wohnhaus**

Kontext des Übrigen:
Das Hexenhaus wurde über einen Zeitraum von 16 Jahren kontinuierlich erweitert und verändert. Grundlage war ein einfaches Bestandsgebäude, das durch Anbauten, Erker und Stege eine vielschichtige und verschränkte Raumstruktur erhielt. Die Architekt*innen nutzten vorgefundene Bauteile und Materialien, die teils aus anderen Bauvorhaben stammten.

Vorgenommene Eingriffe:
Individuell gestaltete Anbauten und Erker schieben sich aus dem Baukörper heraus und verbinden Innen- und Außenraum. Die Ergänzungen erfolgten abschnittsweise, wodurch eine wachsende und puzzleartige Gesamtstruktur entstand.

Gestaltungs-
Konstruktionsprinzipien:
Heterogene Dimensionen:
Unregelmäßige Fensterelemente und variierende Abmessungen der Anbauten erzeugen eine Auffaltung der Bauteile und führen zu einer abwechslungsreichen Fassadengestaltung.
Homogenität/ Heterogenität:
Material- und Farbvielfalt entstehen durch die Verwendung unterschiedlich gealterter Bauteile und Ergänzungen aus verschiedenen Bauphasen.
Alterung / Patina:
Über die Jahre entstandenen Ergänzungen zeigen deutliche Alterungsspuren, die als Teil der architektonischen Erzählung sichtbar bleiben.
Funktionaler Mehrwert:
Stege und erhöhte Plattformen ermöglichen neue Blick- und Bewegungsbeziehungen.



Abb. 8.14.1: Hexenhaus, Außenansicht



Abb. 8.14.2: Innenraum



Abb. 8.14.3: Terrasse



Abb. 8.14.4: Innenraum



Abb. 8.14.5: Anbau Steg

Aufwand:
Die Konstruktion wurde bewusst einfach gehalten. Die Auffaltung der Räume in den Außenraum ist jedoch komplex und hängt stark mit der Fensteranordnung zusammen. Das Prinzip ist grundsätzlich übertragbar, jedoch nicht in allen Kontexten praktikabel. Besonders im städtischen Umfeld wäre die offene, weit ausgreifende Bauweise unpassend.
Die individuelle Anordnung der Bauteile ist theoretisch skalierbar, in größerem Maßstab jedoch kaum praktikabel. Das Projekt ist stark vom persönlichen Gestaltungswillen und den örtlichen Gegebenheiten geprägt.

Materialeinsatz / Ethik:
Der Einsatz wiederverwendeter Materialien folgt keiner strengen Auswahl, sondern basiert auf Verfügbarkeit. Dies führt zu einer authentischen, aber zufallsgeprägten Materialästhetik, die auf Nachhaltigkeit verweist.

Gestalterisches Potenzial:
Unregelmäßige Fassadeneinschnitte, Stege und asymmetrische Anbauten spiegeln die natürliche Umgebung wider und verbinden das Haus eng mit dem umgebenden Wald. Die Material- und Formvielfalt erzeugen eine starke atmosphärische Wirkung und lassen das Haus mit seiner Umgebung verschmelzen.

Kritische Aspekte:
Die fortlaufende Entwicklung über einen Zeitraum von 16 Jahren ist untypisch und für andere Bauaufgaben schwer übertragbar. Die komplexe Verzahnung der Räume erschwert Anpassungen und Umnutzungen. Der unkonventionelle Entwurfsprozess ist von den individuellen Fähigkeiten und Vorstellungen der Architekt*innen abhängig.

8.15 MAISON JEAN PROUVÉ

Architekturbüro: **Ateliers Jean Prouvé**
Fertigstellungsjahr: **1954**
Ort: **Nancy, Frankreich**
Typologie: **Neubau Einfamilienhaus**

Kontext des Übrigen:
Die Maison Jean Prouvé wurde aus Restbeständen aus dem ehemaligen Atelier von Jean Prouvé in Maxéville gebaut. Der experimentelle Bau wurde in wenigen Monaten mit Unterstützung von Familie und Mitarbeitenden realisiert und reflektiert Prouvés Prinzipien.[1] (vgl. Buur 2022)

Vorgenommene Eingriffe:
Das Haus besteht aus modularen Elementen aus Holz, Metall und Aluminium, darunter Pforten, Rahmen, Fensteröffnungen und Möbel, die entweder vorproduziert oder aus früheren Projekten stammten. Die Bauweise war flexibel, leicht transportierbar und modular. Die Konstruktion basierte auf einem minimalen Eingriff in die Topografie.

Gestaltungs-/ Konstruktionsprinzipien:
Heterogene Dimensionen:
Die eingesetzten Standardmodule, wie Stahlrahmen und Holzpaneele, sind genormt. Im inneren wurde das Material variiert, das meist unbehandelt vorliegt, also in seinem Originalzustand ohne homogenisierende Farbbehandlung, wie Holz, Aluminium und Stahl.

Geometrien/Materialanpassung:
Die Konstruktion folgt dem Hangprofil, die Bauteile folgen dem 1-m-Raster, innerhalb dessen Ausschnitte ortsbezogen variiert werden. (vgl. Barba 2013)

Funktionaler Mehrwert:
Nutzung vorhandener Elemente für schnelle Bauzeit, Transportfähigkeit und modulare Demontage.



Abb. 8.15.1: Außenbereich, P. Buren

[1]Prouvés Prinzipien bestimmen die Form der Konstruktion: Lastwege, Fertigung und Montage führen den Entwurf. Es entstehen modulare, vorgefertigte, demontierbare Systeme aus robusten, zugänglichen und anpassbaren Materialien. Robuste, zugängliche, anpassbare Bauten und Möbel sollen sich industriell herstellen, leicht montieren und wiederverwenden lassen (vgl. Comi 2022).



Abb. 8.15.2: Montage



Abb. 8.15.3.: Haus mit Garden



Abb. 8.15.4.: Haushaltsgläser



Abb. 8.15.5.: Innenraum

Aufwand:
Die meisten Bauelemente bestanden aus industriell vorgefertigten Materialien, die sich mit einfachem Trockenbau und mechanischer Montage verbinden ließen. Besondere Fähigkeiten waren dafür nicht erforderlich, denn das Prinzip war Low-Tech und pragmatisch.

Materialeinsatz / Ethik:
Die Wiederverwendung übrig gebliebener Bauteile aus früheren Projekten ist höchst ressourceneffizient. Es wurde kein zusätzliches Material verbraucht, wodurch ein konsequent zirkulärer Ansatz verfolgt wird.
Das Vorgehen war grundsätzlich übertragbar, insbesondere im Nachkriegs-Kontext oder bei nachhaltiger Architektur. Die Modularität und Materialverfügbarkeit sind Voraussetzungen für Skalierbarkeit.
Das modulare Bauprinzip erlaubt spätere Änderungen oder Umzüge. Die Raumaufteilung mit Küche, Schlafzimmern und Bad ist jedoch fest angelegt und nicht stark veränderbar.

Gestalterisches Potenzial:
Das Haus fungiert als Musterbeispiel für Materialästhetik, Formfindung durch Funktion und Identität durch Materialgeschichte. Der rohe Charakter und die sichtbare Konstruktion schaffen architektonische Authentizität.

Kritische Aspekte:
Ohne Prouvés Kontext, technische Erfahrung und Zugang zu geeigneten Restmaterialien könnte das Konzept beliebig wirken.

8.16 UPCYCLE STUDIOS

Architekturbüro: Lendager Group
Fertigstellungsjahr: 2018
Ort: Kopenhagen (DNK)
Typologie: Neubau Wohnen

Kontext des Übrigen:
Die verantwortlichen Planer:innen entschieden sich, die ressourcenintensivsten Bauteile aus zweitverwendeten Materialien zu gestalten - das Tragwerk, die Verkleidung und die Verglasung. Tragwerk und Gebäudehülle bestehen aus 1.400 Tonnen Beton, aufbereitet aus qualitativ hochwertigen Betonresten der Kopenhagener U-Bahn. Reste von Holzverarbeitern finden sich u.a. in der Fassade wieder, und Dreiviertel der Fenster stammen aus leerstehenden Gebäuden in Nordjütland (vgl. Wells 2020)

Vorgenommene Eingriffe:
Die Fensterglassammlung aus verschiedenen leerstehenden Gebäuden führte zu einem bunten Pool aus unterschiedlichen Dimensionen an Fensterglas. Nach einer KI-gestützten Designphase, wurden dann je zwei alte Thermofenster in einen neuen luftdichten Rahmen aus Holz eingelassen. Um die Wärmeschutzrichtlinien für Wohnbau zu erfüllen, wurden zwei solcher Fensterfassaden voreinander gesetzt und somit eine Art von neuem Kastenfenster entwickelt.

Gestaltungs- / Konstruktionsprinzipien:
Bruch:
Das Leitmotiv der Fensterfassadengestaltung beinhaltet die bewusste Abweichung einer etablierten Ordnung. Der Versuch ausschließlich gleichgroße Fensterformate zu einem Kastenfenster zusammenzufügen, hätte zur Folge gehabt, deutlich weniger Altglas wiederverwenden zu können bzw. weniger Fassadenfläche abzudecken.

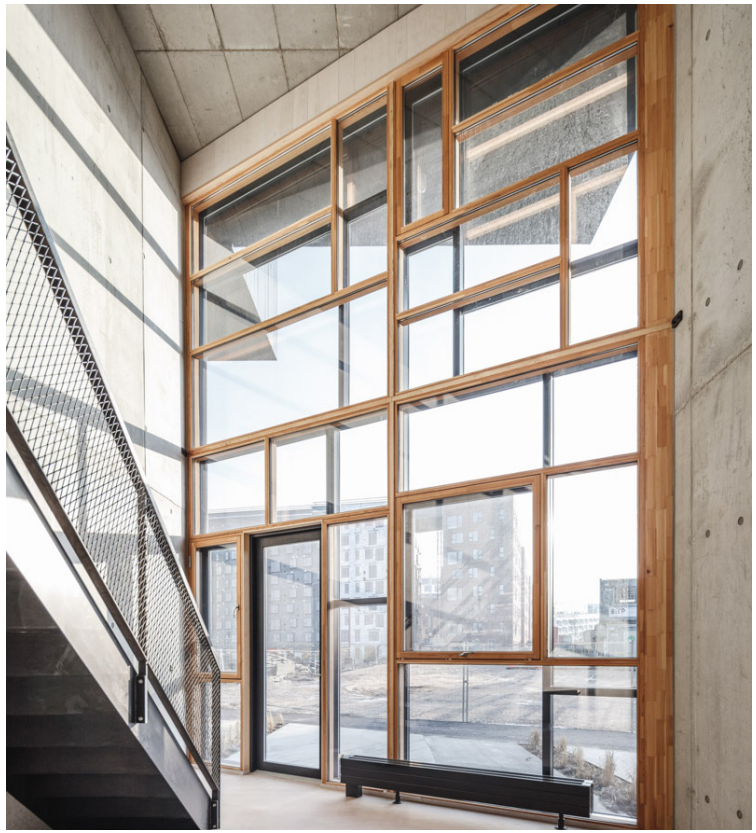


Abb. 8.16.1: Innenraumansicht



Abb. 8.16.2: Außenansicht Eingang



Abb. 8.16.3: Rohoberflächen

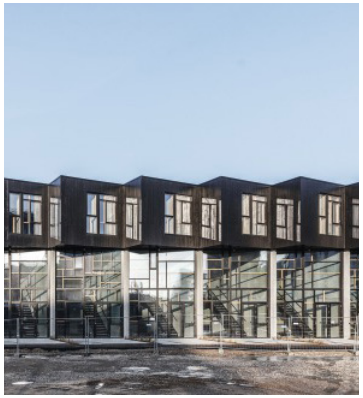


Abb. 8.16.4: Ansicht Patchwork-Fenster

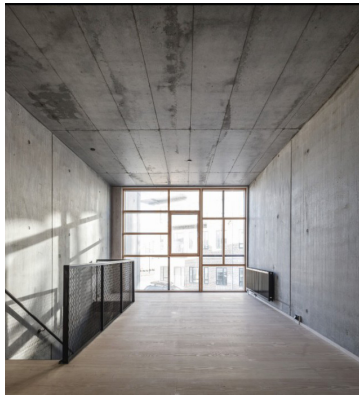


Abb. 8.16.5: 1.OG Innenraum

Aufwand :
Der Planungs- sowie Ausführungsaufwand ist bei diesem Projekt recht hoch. Durch die Schwierigkeit der vielen unterschiedlichen Fensterglasdimensionen, müssen sich einige Entwurfsentscheidungen (z.B Gebäudebreite und Zimmergröße), zur Erfüllung des Gestaltungsmotives fügen. Um dann nicht nur die Fenster in beliebigen Fassadenöffnungen anzuordnen, sondern eine eigenständige Fassade daraus zu bilden, ist es notwenig, alle alten Gläser aus ihren Rahmen zu entfernen und in eine neu entworfene Konstruktion einzubauen. Die Gestaltungsidee auf ein homogenes Rahmenmuster zu verzichten, vereinfacht hierbei das Entwurfsziel so viele Glaser wiederzuwenden wie möglich.

Materialeinsatz / Ethik :
Eine umfassende Analyse der Lendager Group zeigt, dass Recycling bei diesem Bauprojekt in allen Fällen zu CO_2-Einsparungen geführt hat. Speziell mit der Sammlung und Wiederverwendung der alten Fenstergläser wurde eine Einsparung von 87 % CO_2-Äquivalenten erreicht (vgl. Buckenmayer 2022). Im Zuge von vielen energetischen Sanierungen, die in Zukunft abzusehen sind, ist mit einem Überschuss an alten Fenstergläsern zu rechnen, weshalb die Entwicklung entsprechender Wiederverwendungskonzepte sinnvoll ist.

Gestalterisches Potenzial :
Die Gestaltung ergibt sich ausschließlich aus der Anordnung der Gläser, sowie der Farbe bzw. Materialität der Fensterrahmen. Aufgrund der unterschiedlichen Dimensionen derer, entsteht ein patchwork-artiges Erscheinungsbild.

Kritische Aspekte :
Der hohe Aufwand kann diese Art von Wiederverwendung für Bauherr:innen aus finanzieller Sicht unattraktiv machen.

8.17 CIRCUS CANTEEN

Architekturbüro: Multitude of Sins
Fertigstellungsjahr: 2021
Ort: Bangalore (IN)
Typologie: Umbau / Neubau

Kontext des Übrigen:
Das Interieur des Restaurants wird aus ungewollten und übrigen Gegenständen erstellt und gestaltet, die im Rahmen einer mehrwöchigen lokalen Müllspendenaktion zusammengetragen und von Multitude of Sins collagenartig arrangiert werden.

Vorgenommene Eingriffe:
Die gesammelten Gegenstände werden sortiert und anschließend zu einer heterogenen, bewusst uneinheitlichen Einrichtung eines Restaurants zusammengefügt.

Gestaltungs- / Konstruktionsprinzipien:
Heterogene Dimensionen:
Die verschiedenen Gegenstände unterschiedlicher Dimensionen werden in einer Assemblage arrangiert und kombiniert, sodass Flächen lückenlos und puzzleartig gefüllt werden. Durch dieses Prinzip entsteht eine unverwechselbare und gestalterisch einmalige Inneneinrichtung.

Homogenität / Heterogenität:
Die gesammelten Teile sind allesamt Einzelstücke und bilden in ihrer Kombination miteinander ein heterogenes Erscheinungsbild. Auch zueinander gehörige Möbelstücke werden überarbeitet und teilweise neu entworfen, sodass sie individuell gestaltet wirken. Durch diese Vielfalt entsteht eine Harmonie, weil keine Dominanz einzelner Objekte ablesbar ist und keine Hierarchie zwischen den Objekten entsteht.

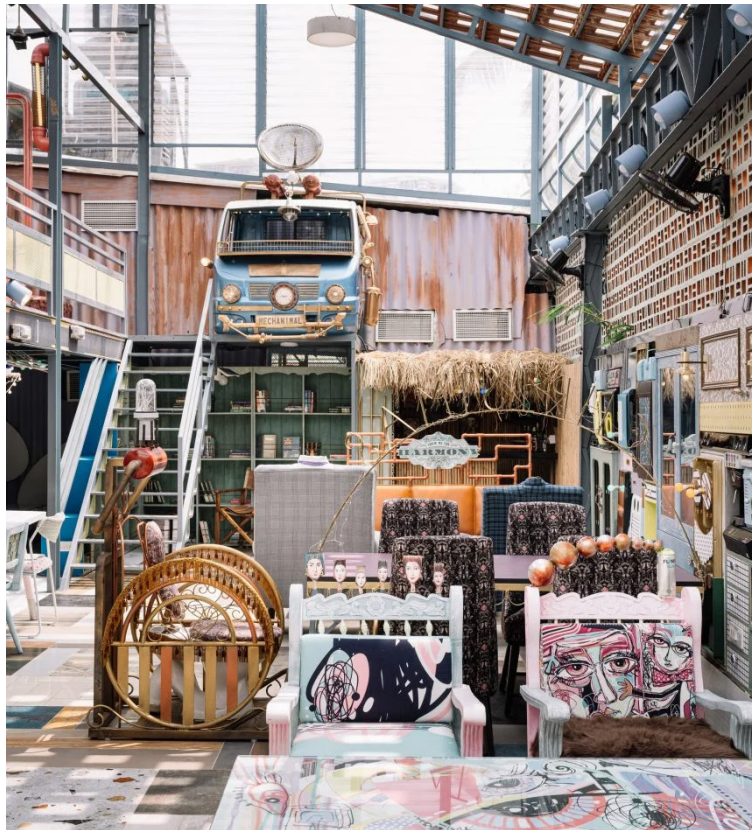


Abb. 8.17.1: Circus Canteen



Abb. 8.17.2: Individuelle Sitzecke



Abb. 8.17.3: Wandgestaltung

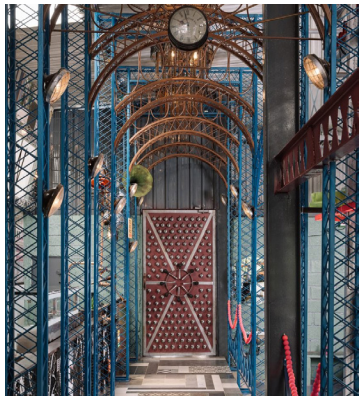


Abb. 8.17.4: Konstruktive Varianz

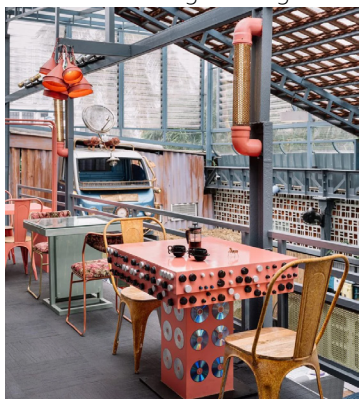


Abb. 8.17.5: Designte Möbel

Aufwand:
Der Aufwand einer Müllspendenaktion sowie das anschließende Sortieren und Arrangieren der Materialien ist aufwändig und bedarf einiger Planungszeit. Auch das heterogene und leicht chaotisch wirkende Interieur ist, entgegen des ersten visuellen Eindrucks geplant[1] und beruht nicht auf einer zufälligen Anordnung.

Materialeinsatz / Ethik:
Viele der Materialien sind noch brauchbar und in dem Projekt gut aufgehoben. Übriges, wie defekte elektronische Geräte werden hier zumindest als dekoratives Element wiederverwendet. Da die Materialien aus einer stadtweiten Müllsammelaktion stammen[1] werden Produktions- und Transportemissionen eingespart.
Das Prinzip ist übertragbar auf andere Bauvorhaben und birgt die Möglichkeit der Müllreduktion. Je größer das Vorhaben ist, umso größer wird der Planungsaufwand, die benötigte Menge an Übrigem und die Arbeitszeit des Neuarrangierens.

Gestalterisches Potenzial:
Die Gestaltung ergibt sich aus einer Vielfalt unterschiedlicher Materialien und deren Anordnung. Eine einheitlichere Gestaltung wird durch wiederkehrende Farben erzielt, die die visuelle Wahrnehmung in Teilen beruhigen.

Kritische Aspekte:
Fraglich ist, ob defekte, technische Geräte mit wertvollen Materialien nur des Dekorationswillens wegen nicht in den Recyclingkreislauf gegeben werden sollten.

[1] vgl. Englefield 2025)

8.18 RESCOURCE ROW

Architekturbüro: **Lendager Architekten**
Fertigstellungsjahr: **2019**
Ort: **Kopenhagen (DK)**
Typologie: **Neubau / Umbau**

Kontext des Übrigen:
Das Gebäude wird aus Bausteinen alter Abrissprojekte und Übrigem aus lokalen Bauwerken und Infrastrukturen zusammengesetzt.

Vorgenommene Eingriffe:
Die Außenwände bestehen aus wiederverwendetem Mauerwerk, dass zugunsten eines leichteren Transports in Platten aus alten Gebäuden geschnitten wird. Die Dachhäuser werden mit wiederverwendetem Altholz aus einer lokalen U-Bahn verkleidet.
Die Böden sind aus Fehlproduktionen und Verschnitten zusammengestellt.

Gestaltungs- / Konstruktionsprinzipien:
Heterogene Dimensionen:
Die Fassadenmodule aus Ziegeln haben unterschiedliche Abmessungen und werden collagenhaft zusammengesetzt und entsprechend der Fassadendimensionen angepasst.

Homogenität / Heterogenität:
Da die Ziegelmodule aus unterschiedlichen Gebäuden und verschiedenen Ziegeln bestehen, weichen diese farblich voneinander ab, wirken jedoch harmonisch, da die Ziegel aus der gleichen Farbfamilie stammen. Etwa drei bis vier verschiedene Moduloptiken werden miteinander kombiniert und bilden eine eigene Patchwork-Ästhetik.

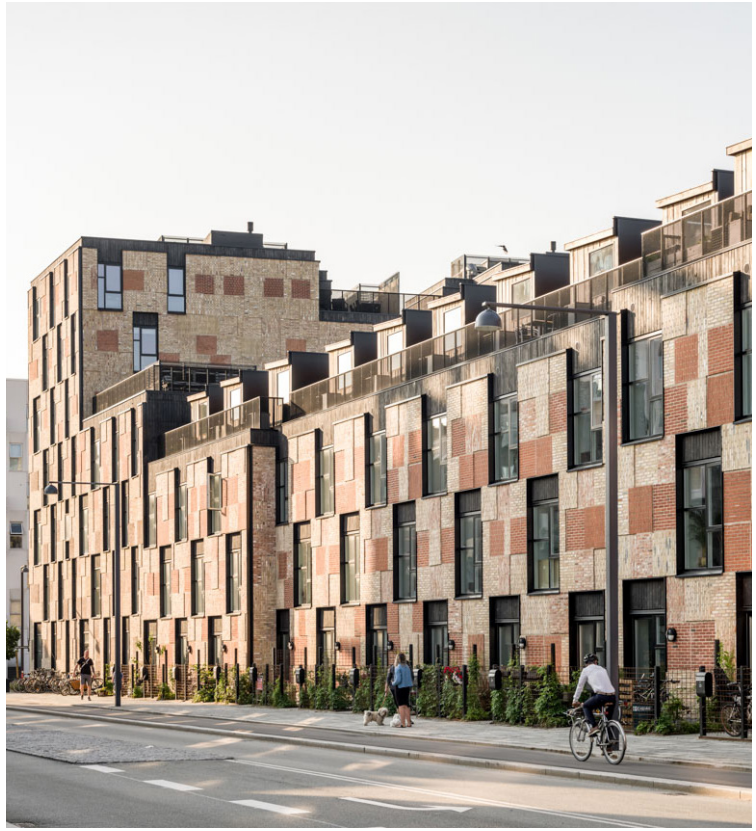


Abb. 8.18.1: Rescource Row

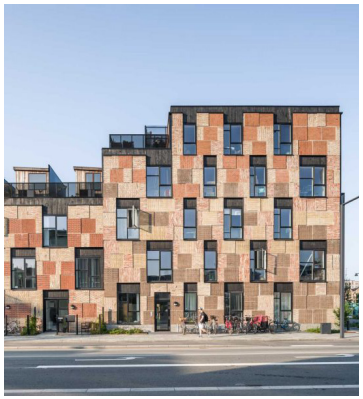


Abb. 8.18.2: Straßenansicht



Abb. 8.18.3: Dachhäuser



Abb. 8.18.4: Ausschneiden von Mauerwerksmodulen

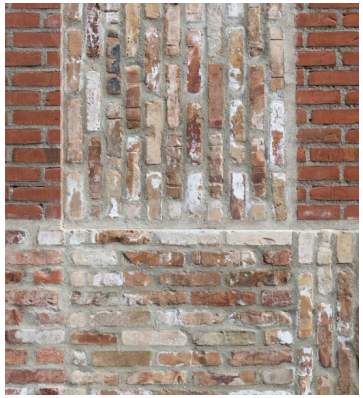


Abb. 8.18.5: Fassadengestaltung

Aufwand:
Der Aufwand des Aussägens und Transports ganzer Ziegelmodule ist groß, aber kaum vergleichbar, mit der Wiederverwendung einzelner Ziegel, die von alten Mörtelresten befreit werden müssen, um anschließend neu gemauert zu werden.

Materialeinsatz / Ethik:
Der Einsatz wiederverwendeter Materialien hat die CO_2-Emissionen des Gebäudes um 29 % pro Quadratmeter gesenkt. Zugleich werden 463 Tonnen Abfall eingespart (vgl. Lissalde 2025).
Das hier angewandte Prinzip der Wiederverwendung alter Ziegel ist bereits vorhanden, wenn auch mit dem erheblichen Aufwand, des Abschlagens alter Mörtelreste. Das hier angewandte Prinzip verringert jedoch den Aufwand und den entstehenden Abfall in Form von Mörtelresten und dezimiert den Bedarf an neuem Fugenmörtel.

Gestalterisches Potenzial:
Die Verwendung der Ziegelmodule birgt in sich bereits das Gestaltungspotenzial, die Ziegel vertikal oder horizontal anzuordnen und in unterschiedlichen Dimensionen auszuschneiden und einzusetzen. Sobald verschiedene Ziegel aus unterschiedlichen Abrissprojekten kombiniert werden, wird das Fassadenbild zunehmend zu einer Farbcollage. Je nach Wunsch und Planungsaufwand kann dies zufällig oder geordnet und gewollt wirken.

Kritische Aspekte:
Die Fügung der Platten ist komplexer als das Mauern mit einzelnen Ziegeln, die weniger Gewicht haben. Zudem bedarf der Rückbau der Ziegelvorhangfassade einigen Aufwand, um sauber zu gelingen.

8.19 THE DAILY COURTYARD HOUSE

Architekturbüro: **Mamout Architects**
Fertigstellungsjahr: **2023**
Ort: **Schaerbeek (BE)**
Typologie: **Neubau / Umbau**

Kontext des Übrigen:
Das Gebäude besteht in Teilen aus den rückgebauten Materialien einer Lagerhalle auf dem gleichen Grundstück.

Vorgenommene Eingriffe:
Aufgrund der Lage und schweren Erreichbarkeit des Grundstücks werden Materialien der Lagerhalle rückgebaut und an gleicher Stelle als neues Wohnhaus wieder aufgebaut. Die Wände bestehen aus alten Ziegeln und die Kappendecken werden in die alten Stahlträger der Lagerhalle eingemauert. Lokal vorgefundene Bodenplatten werden in das neue Wohnhaus integriert (vgl. Dailly, Mamout Architects (o. D.).

Gestaltungs- / Konstruktionsprinzipien:
Heterogene Dimensionen:

Die einzelnen Bauteile und Konstruktionen in dem Gebäude unterscheiden sich stark in Form und Maß. Die Türen und Rundbögen-Durchgänge, Fensteraufteilungen und Deckenkonstruktionen variieren in ihrer Erscheinung und bilden eine Assemblage verschiedener Konstruktionen, Bauteile und Formen.

Homogenität / Heterogenität:
Im Innern entsteht eine Materialcollage aus offenen Ziegelwänden, sichtbaren Stahlbetonstürzen und farblich abgesetzten Fensterrahmen und Randsteinen, sowie Wand- und Deckenflächen. Durch die einheitliche Farbgestaltung der gleichen Bauteile sowie der allgemein eher pastelligen Farbtöne wird trotz unterschiedlicher Maße ein homogenes Bild erzeugt.



Abb. 8.19.1: The Daily Courtyard House



Abb. 8.19.2: Stahlbetonbogen

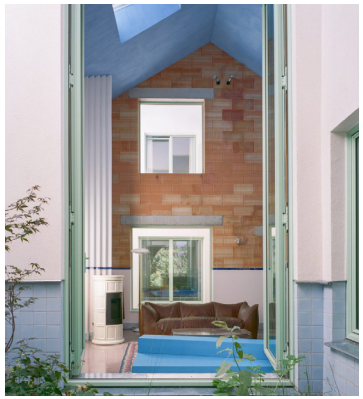


Abb. 8.19.3: Ziegelwand



Abb. 8.19.4: Sichtbare Stürze

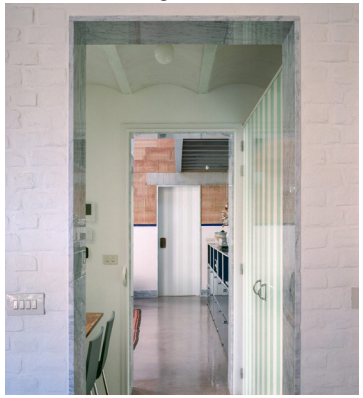


Abb. 8.19.5: Farbvariationen

Aufwand:
Der Aufwand des Projekts wird verringert, da Materialien wiederverwendet werden, die bereits auf dem Grundstück vorgefunden sind, sodass die Produktion der entsprechenden Bauteile und deren Lieferung zur Baustelle entfallen. Der Planungsaufwand und die Kreativität für eine Umsetzung des Raumprogramms mit dem Übrigen sind hingegen höher.

Materialeinsatz / Ethik:
Durch das Wiederverwenden direkt vorgefundener oder explizit für das Projekt an gleicher Stelle rückgebauter Materialien wird ressourcensparend gebaut und gleichzeitig CO_2 Emissionen des Transports zu der Baustelle eingespart.
Der Umgang mit dem Vorhandenen auf einem Bauplatz erfordert eine gewisse Anpassungsfähigkeit der Vorstellungen und Anforderungen an das Bauvorhaben, sowie ausreichend Kreativität, um mit dem Übrigen die Wünsche und Vorgaben der Bauherren zu erfüllen.

Gestalterisches Potenzial:
Durch das Sichtbarlassen der Rohstrukturen beispielsweise der Ziegelwände und Betonstürze wird das Ablesen konstruktiver Elemente möglich und zu einem ästhetischen Motiv. Die zusätzliche farbige Abhebung verschiedener Materialien und Oberflächen in Pastelltönen macht das Farbspiel weniger grell und ansprechend. Gleichzeitig werden unterschiedliche Bauteile mit verschiedenen Funktionen farblich voneinander abgesetzt.

Kritische Aspekte:
Das ästhetische Zusammenspiel derartig unterschiedlicher Bauteile und Strukturen ohne eine farbliche Homogenisierung erzeugen erst durch sorgfältige Planung ein optisch ansprechendes Gesamtbild. Die Ästhetik ist keinesfalls Zufall sondern das Ergebnis einer differenzierten Farb- und Materialabstimmung untereinander.

8.20 CIRCULAR PAVILLON

Architekturbüro: ENCORE HEUREUX Architectes
Fertigstellungsjahr: 2015
Ort: Paris (FR)
Typologie: Neubau Pavillon

Kontext des Übrigen:
Der Pavillon besteht aus wiederverwendeten Materialien verschiedenster rückgebauter oder sanierter Bauprojekte der Umgebung.

Vorgenommene Eingriffe:
Die Fassade des Paillons besteht aus 180 Holztüren aus einer Wohnungssanierung in Paris. Die Konstruktion des Pavillons wird aus überschüssigen Holzresten eines Seniorenheims gefertigt und die Wärmedämmung aus einem Supermarkt Dach rückgebaut und in dem Pavillon eingesetzt.
Der Bodenbelag und die Trennwände bestehen aus dem Material von früheren Ausstellungswänden (vgl. Valenzuela 2024).

Gestaltungs- / Konstruktionsprinzipien:

Heterogene Dimensionen:
Die Fassade des Gebäudes besteht aus gleichformatigen Türen mit einheitlicher Ausgestaltung, einzig die Helligkeit der Türen variiert leicht. Die systematische und gerasterte Anordnung der Türen ist einzig möglich durch die gleichen Abmessungen eben dieser.

Homogenität / Heterogenität:
Die Holztüren stammen allesamt aus dem gleichen Rückbauprojekt und haben den Vorteil einer einheitlichen Gestaltung und Materialwahl. Durch unterschiedliche Besonnung oder Exponiertheit sind die Holztüren unterschiedlich hell, allerdings innerhalb eines Farbtons, sodass eine optische Zusammengehörigkeit erzeugt wird.



Abb. 8.20.1: Circular Pavillon



Abb. 8.20.2: Innenraum

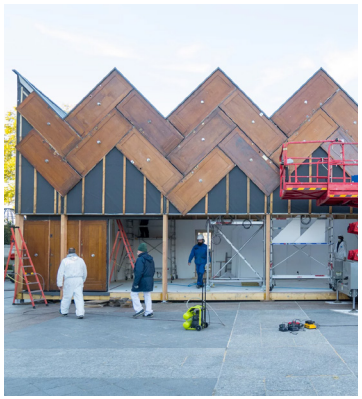


Abb. 8.20.3: Montage



Abb. 8.20.4: Dachkonstruktion



Abb. 8.20.5: Aufgefaltetes Dach

Aufwand:
Die Konstruktion ist einfach und bedarf keinen gesonderten Aufwand, da die Türen auf Stoß und damit auf einfachen Lattungen angebracht werden können.

Materialeinsatz / Ethik:
Die gesamte Hülle des im Vergleich zu anderen Gebäudearten eher kleinen Pavillons besteht bereits aus 180 Holztüren mit einer einheitlichen Gestaltung. Entsprechend unwahrscheinlich ist die Umsetzung einer ähnlich homogenen Fassade aus gleichformatigen Türen im gleichen Design, zumal selten derart viele Türen aus dem gleichen Projekt rückgebaut werden. Erschwerend kommt hinzu, dass nicht alle Türen aus allen Materialien in Frage kommen, um eine leichte und möglichst wetterbeständige Fassade zu bilden.

Gestalterisches Potenzial:
Das Potential liegt besonders in dem Spiel von gleichen oder unterschiedlichen Türen. So kann eine Zusammengehörigkeit oder ein collageartiges Bild erzeugt werden, je nach Bedarf und Vorliebe.
Ein weiteres Gestaltungspotential liegt in der Ausrichtung der Türen in der Fassadenfläche. In diesem Beispiel sind die Türen im 45 Grad Winkel als Fischgrätmuster angebracht, allerdings könnten diese auch gedreht oder in anderen spannenden Mustern angeordnet werden, ähnlich einer Fassadengestaltung mit verschiedenen Ziegelsteinverbänden.

Kritische Aspekte:
Die Holztüren als Fassadenelemente sind der Witterung ausgesetzt und bedürfen einem gewissen Wartungsaufwand und Pflege, um das Holz in dem gepflegten Zustand zu erhalten und das ordentliche Erscheinungsbild des Pavillons zu wahren.

8.21 REBEAUTY

Architekturbüro: Vandkunsten Architects
Fertigstellungsjahr: 2020
Ort: Kopenhagen, (DK)
Typologie: Pavillon / Demonstrationsbau

Kontext des Übrigen:
Der Rebeauty-Pavillon ist Teil einer nordischen Initiative, die auf die massiven Abfallströme der Bauindustrie reagiert und industrielle Reste wie Holzverschnitt, Ziegelbruch oder ausrangierte Fischernetze nicht als Müll, sondern als primäre Designressource begreift. Ziel ist es, die ästhetische Wertschätzung für Materialien wiederzugewinnen, die aufgrund starrer industrieller Normen und Schönheitsideale ungenutzt aus dem Kreislauf fallen.

Vorgenommene Eingriffe:
Anhand von 1:1-Mockups wurden die Restmaterialien haptisch untersucht, nach ihren Eigenschaften sortiert und zu handhabbaren Modulen zusammengefügt. Durch präzise Bearbeitung und experimentelle Fügungstechniken wurde der ursprüngliche Abfallcharakter der Fragmente aufgelöst und in eine hochwertige, großformatige architektonische Textur überführt.

Gestaltungs-Konstruktionsprinzipien:
Die Konstruktion folgt einer tektonischen Ehrlichkeit und dem Prinzip des „Design for Disassembly", wodurch alle Verbindungen für einen späteren Rückbau sichtbar bleiben. Gestalterisch wird das Unperfekte und die Materialgeschichte bewusst als neue ästhetische Qualität inszeniert.



Abb. 8.21.1: Dachziegel als Fassadensystem



Abb. 8.21.2: Prototyp Metall



Abb. 8.21.3: Fenster zu Trennwand



Abb. 8.21.4: Prototyp Betonplatten



Abb. 8.21.5: Schindeln aus Altblech

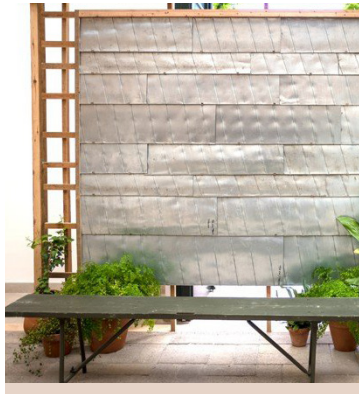


Abb. 8.21.6: Belüftungsrohe als Schindeln



Abb. 8.21.7: Glasbausteine



Abb. 8.21.8: Glasinnenwand



Abb. 8.21.9: Verbindungsdetail

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

VORWORT

Abb. 0.1: Spaceship Earth: Buckminster Fuller Institute 1982

TEIL 1: GRUNDLAGEN DER BAUTEILZIRKULATION

Abb. 1.1: Bauteilbörse Bremen, Christina Sonnborn

1.1 DAS ÜBRIGE

Abb. 1.1.1: Das Übrige, Christina Sonnborn
Abb. 1.1.2: Architecten de Vylder Vinck Taillieu: Twiggy, Filip Dujardin
Abb. 1.1.3: 6a architects: Cowan Court, Johan Dehlin
Abb. 1.1.4: Vandkunsten Architects, Søren Nielsen: Rebeauty - Nordic Built Component Reuse, Kirstine Autzen

1.2 BAUTEILBÖRSEN

Abb. 1.2.1: LOGO bauteilnetz deutschland (o.j.): [online] https://www.bauteilnetz.de/bauteilnetz/bilder/btn/logos/logo_schrift_384_weiss.png
Abb.1.2.2: Barbara Buser, Hunn, Joël (2019) [online] https://www.nzz.ch/schweiz/nzz-podcast-7-x-die-schweiz-mit-barbara-buser-ld.1510159
Abb.1.2.3: Logo Bauteilbörse Bremen (O.J.): [online]https://www.bauteilboerse-bremen.de/fileadmin/setup2/images/Logo/03_Logo_dreizeilig/Logo_bauteilboerse_bremen_dreizeilig.svg
Abb.1.2.4: Schätze bauteilbörsebremen, Veermann, Lucie (2025)
Abb.1.2.5: Logo concular (o.j.) [online] https://concular.de/wp-content/uploads/2025/03/one_logo_black.png
Abb.1.2.6: 18.Architektur Biennale, Concular (2023) [online] https://concular.de/wp-content/uploads/2023/06/IMG_0775.JPG-768x1024.jpg
Abb.1.2.7: 18.Architektur Biennale, Concular (2023) [online] https://concular.de/wp-content/uploads/2023/06/Bildschirmfoto-2023-06-14-um-09.51.43-2048x1399.png
Abb.1.2.8: Rezertifizierung concular (o.j.) [online] https://concular.de/wp-content/uploads/2025/05/Webinar-14-Zertifizierung-von-Reuse-Bauprodukten.png
Abb.1.2.9: Logo CirCoFin (2025) [online] https://circofin.eu/
Abb.1.2.10: Logo Europäische Union (o.j.) [online] https://circofin.eu/
Abb. 1.2.11: Kartenübersicht Standorte Bauteilbörsen, El Amri, Mariem (2026) Standortpunkte basierend auf der Karten übersicht von Opalis (2026) [online] https://opalis.eu/en/dealers
Abb. 1.2.12: Übersicht Bauteilbörsen in Europa, Lukas Dauenheimer, Mariem El Amri, Sven Walther (2026)

1.3 KREISLAUFSYSTEME VON BAUPRODUKTEN

Abb. 1.3.1.1: Photovoltaikmodule, Senec (2022): Recycling und Entsorgung von Photovoltaikanlagen, SENEC, [online] https://senec.com/de/magazin/recycling-von-pv-modulen#kann-man-photovoltaikanlagen-recyceln [abgerufen am 25.07.2025].
Abb. 1.3.1.2: Aufbau eines Solarpanels, Erdgas Südwest (2025): Wie funktioniert das Recycling von Photovoltaik-Modulen?, natürlichZukunft, [online] https://www.erdgas-suedwest.de/natuerlichzukunft/recycling-photovoltaikanlagen/ [abgerufen am 25.07.2025].
Abb. 1.3.1.3: Rezyklate einer Photovoltaikanlage, Reiling Unternehmensgruppe (o.J.): PHOTOVOLTAIK RECYCLING, Reiling, [online] https://www.reiling.de/photovoltaik-

recycling [abgerufen am 26.07.2025].

Abb. 1.3.1.4: Mechanisches Recyclingverfahren, Lukas Dauenheimer

Abb. 1.3.1.5: Photovoltaiklandschaft, Hausinfo (2023): Photovol taik: Strom für den Hausgebrauch, hausinfo, [on line] https://hausinfo.ch/de/bauen-renovieren/haus technik-vernetzung/energie-strom-beleuchtung/ photovoltaik.html [abgerufen am 27.07.2025].

Abb. 1.3.1.6: Pyrolyseverfahren bei Photovoltaikanlagen, Lukas Dauenheimer

Abb. 1.3.2.1: Flachglasscherben gesamt Sven Walther Daten für Grafik vgl. glasstec 2022

Abb. 1.3.2.2: Post-Consumer-Bereich | Pre-Consumer-BEreich Sven Walther Daten für Grafik vgl. glass of europe 2024, bundesverband flachglas 2019

Abb. 1.3.3.1: Baumdiagramm Nachnutzungsvoraussetzungen, Valentin Riede

Abb. 1.3.3.2: Bauablaufdiagrammen SAINT-GOBAIN RIGIPS GmbH, RigiMove - wieder verwendbares Gipskar tonwandsystem; Valentin Riede

Abb. 1.3.3.3: Bauablaufdiagrammen re:unit, re:GKP - System für eine Wiederverwendung bereits verbauter Gipskar tonplatten; Valentin Riede

Abb. 1.3.3.4: Bauablaufdiagramm kombiniertes RigiMove und re:GKP- System; Valentin Riede

Abb. 1.3.3.5: Tabelle Hersteller Rücknahmen, Teil 01, Valentin Riede

Abb. 1.3.3.6: Tabelle Hersteller Rücknahmen, Teil 02, Valentin Riede

Abb. 1.3.3.7: Tabelle Hersteller Rücknahmen, Teil 03, Valentin Riede

Abb. 1.3.3.8: Tabelle Hersteller Rücknahmen, Teil 04, Valentin Riede

Abb. 1.3.3.9: Tabelle Hersteller Rücknahmen, Teil 05, Valentin Riede

TEIL 2: GESTALTUNG

Abb. 2.1: Gleichgewicht: (online) https://www.rollingstone. com/culture-council/articles/future-of-leaders hip-belongs-to-the-and-generation-1235491383/ [abgerufen am 18.03.2026]

2.1: AUS DER LITERATUR

2.1.1 COLLAGE CITY- COLIN ROWE UND FRED KOETTER

Abb. 2.1.1.1: „Collage City" Looking@Cities (2018): The Plan Game – The Origins of Collage City, Looking@Cities, (on line) https://lookingatcities.info/2018/09/05/the- plan-game-the-origins-of-collage-city/ (abgerufen am 07.08.2025)

Abb. 2.1.1.2: „Ville Radieuse" Arkitektuer(o. J.):Vil le Radieuse, Arkitektuel, (online) https://www.arkitektuel.com/ ville-radieuse/ (abgerufen am 07.08.2025)

Abb. 2.1.1.3: „Composite Presence" Looking@Cities (2018): The Plan Game – The Origins of Collage City, Loo king@Cities, (online) https://lookingatcities. info/2018/09/05/the-plan-game-the-origins-of-col lage-city/ (abgerufen am 07.08.2025)

Abb. 2.1.1.4: Der Igel und der Fuchs, Laura Möller

2.1.2 DAS WILDE DENKEN - LEVI STRAUSS 1973

Abb. 2.1.2.1: Das wilde Denken (1973); „Das wilde Denken" Levi Strauss (1973)

Abb. 2.1.2.2: Wechselwirkungen in den Begrifflichkeiten, Lena Königbauer

Abb. 2.1.2.3: Erkenntnisse der Ordnung unabhängig vom Produkt, Lena Königbauer

Abb. 2.1.2.4: Gegenüberstellung der Ansätze eines Bricoleurs und eines Ingenieurs, Lena Königbauer

Abb. 2.1.2.5: Bauteilhof „Queen to the South, 2011; „AD HOC BAR OQUE" Arne Vande Capelle, Stijn Colon, Lionel Devlieger & James Westcott - Rotor (2023)

Abb. 2.1.2.6: Das Arbeiten des Ingenieurs, Lena Königbauer

2.1.3 ARCHITEKTUR OHNE ARCHITEKTEN - BERNARRUDOFSKY 1964

Abb. 2.1.3.1: „Architektur ohne Architekten" Bernard Rudofsky (1964)

Abb. 2.1.3.2: „Piktogramm Gemeinschaftliche Architektur, Noah Sattler

Abb. 2.1.3.3: „Schwimmendes Dorf, China" Aus Erasmus Francisis Lust garten, 1668, „Architektur Ohne Architekten" Bernd Rudofsky

Abb. 2.1.3.4: „Berg Athos" (online) https://www.graktuell.gr/wp-content/uploads/sites/4/2020/04/simonopetra.jpg (Abgerufen am 07.08.2025)

Abb. 2.1.3.5: Japanische Architektur, offener Grundriss, Schiebewände; „Architektur Ohne Architekten"/Detail einer Buch-Illustration aus dem 18. Jh.

Abb. 2.1.3.6: Darstellung der Eigenschaften „anonymer Architektur", Noah Sattler + thenounproject.com

Abb. 2.1.3.7: Teilansicht eines unterirdischen Dorfes in der Nähe von Luoyang im nördlichen China; „Architektur ohne Architekten" Bernard Rudofsky (1964)

Abb. 2.1.3.8: „Tabelle Vergleich „Who's who" und „Anonyme Baumeister:innen" ; Noah Sattler

2.1.4 ADHOCISM THE CASE FOR IMPROVISATION - CHARLES JENCKS AND NATHAN SILVER

Abb. 2.1.4.1: Adhocism 1972; „Adhocism _ the case for improvisation" Charles Jencks and Nathan Silver (1972)

Abb. 2.1.4.2: Nick Olson, Lilah Horwitz, West Virginia; Matt Glass & Jordan Wayne Long (2014): Recycled windowhouse Nick Olson & Lilah Horwitz, (online) https://www.yellowtrace.com.au/recycled-window-house-nick-olson-lilah-horwitz/ (abgerufen am 12.08.2025)

Abb. 2.1.4.3: The Jellyfish Theatre, London; Folke Köbberling & Martin Kaltwasser (2010): Jellyfish Theatre (online) http://www.koebber lingkaltwasser.de/jellyfish.html (abgerufen am 12.08.2025)

Abb. 2.1.4.4: Drop City, Gene Bernofsky und Clark Richert, 1965; Jordan Carter (2016): The Visual Music of Hippie Moder nism: Scoring The Ultimate Painting (online) https://walkerart.org/magazine the-visual-music-of-hippie-modernism-scoring-the-ultimate-painting/ (abgerufen am 12.08.2025)

Abb. 2.1.4.5: Adhocismus als Start einer jeden evolutionären Serie „Adhocism _ the case for improvisation" Charles Jencks and Nathan Silver (1972) S. 42

TEIL 2.2: AUS DER KUNST

Abb. 2.2.1: „Hannah Höch, Cut with the Kitchen Knife Dada through the Beer-Belly of the Weimar Republic, 1919", Kunst-Zeiten (o. J.): Dada – Allgemein, (online) https://www.kunst-zeiten.de/Dada-Allgemein (abgerufen am 10.08.2025)

Abb. 2.2.2: „Merzbau in Farbe", Sprengel Museum Hannover (o.J.): Museumsbeschreibung, Museumsverbund Niedersachsen und Bremen, (online) https://www.mvnb.de/museumssuche/detail/sprengel-museum-hannover (abgerufen am 07.08.2025)

Abb. 2.2.3: „Merzbau schwarz - weiß, Atlas Obscura (2017): The

Lost Wonder of Kurt Schwitters' Merzbau, (online) https://www.atlasobscura.com/articles/lost-wonders-merzbau (abgerufen am 07.08.2025).

Abb. 2.2.4: „House Philippaerts", Anja Hellebaut, in: Stylepark (2023): Marcel Raymaekers – Architektur, Kunst, Nachhaltigkeit, Recycling, Stylepark Magazin, (online) https://www.stylepark.com/de/news/marcel-raymaekers-architektur-kunst-nachhaltigkeit-recycling-stylepark-magazin (abgerufen am 07.08.2025)

Abb. 2.2.5: „Queen of South", Anthony De Meyere, in: Stylepark (2023): Marcel Raymaekers – Architektur, Kunst, Nachhaltigkeit, Recycling, Stylepark Magazin, (online) https://www.stylepark.com/de/news/marcel-raymaekers-architektur-kunst-nachhaltigkeit-recycling-stylepark-magazin (abgerufen am 07.08.2025)

Abb. 2.2.6: „House Kelchtermans", Anthony De Meyere, in: Stylepark (2023): Marcel Raymaekers – Architektur, Kunst, Nachhaltigkeit, Recycling, Stylepark Magazin, (online) https://www.stylepark.com/de/news/marcel-raymaekers-architektur-kunst-nachhaltigkeit-recyclingstylepark-magazin (abgerufen am 07.08.2025)

Abb. 2.2.7: „Eine Kleine Nachtmusik", Dorothea Tanning, 1943, in: Artsper (o. J.): 10 surrealistische Gemälde, Artsper Blog, (online) https://blog.artsper.com/de/ein-naeherer-einblick-de/10-surrealistische-gemaelde/ (abgerufen am 11.08.2025)

Abb. 2.2.8: „Indefinite Divisibility", Yves Tanguy, 1942, in: Artsper (o. J.): 10 surrealistische Gemälde, Artsper Blog, (online) https://blog.artsper.com/de/ein-naeherer-einblick-de/10-surrealistische-gemaelde/ (abgerufen am 08.08.2025)

Abb. 2.2.9: „Belay My Light", the Ground Is Gone, Ivana Bašić, 2018, Mixed Media, Fotografie: Aurélien Mole, Courtesy of the artist, in: Flash Art (2019): Ivana Bašić by Steffanie Hessler, (online) https://flash-art.com/article/ivana-basic-by-steffanie-hessler/ (abgerufen am 08.08.2025)

Abb.2.2.10: „Purging Abjection", Loren Crabbe, o. J., in: Discard Studies (2015): Abjection: A Definition for Discard Studies, (online) https://discardstudies.com/2015/02/27/abjectiona-definition-for-discard-studies/ (abgerufen am 08.08.2025)

Abb.2.2.11: Earthship Taos, New Mexico (Foto @Twolking Wikimedia)(online) https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Earthship_Architecture.jpg (Abgerufen am 11.08.2025)

Abb. 2.2.12: Earthship Patagonia (online) https://www.thebohoguide.com/bohemian-hotspots/south-america-argentina-el-bolson-argentina-eco-earthship-patagonia/(Abgerufen am 11.08.2025)

Abb. 2.2.13: Earthship Badezimmer in Phoenix, USA (online) https://earthship.com/buy/ (Abgerufen am 11.08.2025)

Abb. 2.2.14: „Earthship Exterior" (online) https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/f/fc/Earthship-exteror14_%2817925212221%29.jpg/640px-Earthship-exterior14_%2817925212221%29.jpg (Abgerufen am 07.08.2025)

2.3 GESTALTUNGSGRUNDSÄTZE

Abb. 2.3.1: Gestaltungsgrundsätze, Selbst Gestaltete Icons Sara Reyhan

Abb. 2.3.2: goldener schnitt icon, Sara Reyhan

Abb. 2.3.3: hub 67 atlier , https://www.archdaily.com/769290/hub-67-lyn-atelier [abgerufen am 10.01.2026]

Abb. 2.3.4: Raster Sara Reyhan

Abb. 2.3.5: Wiederholung, Sara Reyhan

Abb. 2.3.6: Hub 67 Atlier , Https://Www.archdaily.com/769290/Hub-67-Lyn-Atelier [Abgerufen Am 10.01.2026]

Abb. 2.3.7: Halbierender Schnitt, Sara Reyhan

Abb. 2.3.8: Circular Pavillon, Encore Heureux, Paris Frankreich 2015, Nach: [Online] Https://Plateforme-Socialdesign.net/En/Decouvrir/Circular-Pavillon [Abgerufen am 09.07.2025]

Abb. 2.3.9: Symmetrie, Sara Reyhan

Abb. 2.3.10: Farbtheorien: Komplentärfarben, [online] https://www.wir-machen-druck.de/druck-abc/primaerfarben.htm [abgerufen am 16.07.2025]

Farbgruppen, [online] https://www.malerblatt.de/technik/grenzenlos-gestalten-farbsystem-fuer-die-fassade/ [abgerufen am 16.07.2025]

Farbgruppen, [Online] https://www.malerblatt.de/Technik/Grenzenlos-Gestalten-Farbsystem-Fuer-Die-Fassade/ [Abgerufen Am 16.07.2025]

Komplementärfarben, [Online] https://www.wir-Machen-Druck.de/Druck-Abc/Primaerfarben.htm [Abgerufen Am 16.07.2025]

Abb. 2.3.11: Reed Watts Architects, Roundhouse Original, Nach: [Online] Https://Www.reedwatts.com/Projects/Roundhouse-Works [Abgerufen Am 10.07.2025]

Abb. 2.3.12: Baubüro In Situ, Umnutzung Elys, Sara Reyhan Nach: [Online] Https://Www.detail.de/De_de/Kultur-Und-Gewerbehaus-Elys-Von-Bauburo-In-Situ?Srlt=Afmbooqzx2udtfztobkcqnez9jcrxask6brjdxua0ofbesinmnxpabne [Abgerufen Am 10.08.2025]

2.4: GESTALTUNGSTECHNIKEN

Abb. 2.4.1.1: Villa Welpeloo, Superuse Studios (2010): Villa Welpeloo, Archello [online] https://archello.com/project/villa-welpeloo-2 [abgerufen am 08.08.2025]

Abb. 2.4.1.2: Isometrische Darstellung der Ausgangsmaterialien in ursprünglicher Form und in neu angeordneter Form, eigene Abbildung: Tugce Varol [erstellt am 04.06.2025]

Abb. 2.4.1.3: Isometrische Darstellung der Fassade, Tugce Varol

Abb. 2.4.1.4: Resource Rows – Originalbild, Pinterest (o. J.): Resource Rows, Pinterest [online] https://dk.pinterest.com/pin/613756255501577483 [abgerufen am 18.02.2026]

Abb. 2.4.1.5: Resource Rows – transformiert nach dem Gestaltungsprinzip: Materialdominanz, Tugce Varol [erstellt am 18.02.2026]

Abb. 2.4.1.6: Resource Rows, Popp, Peter (2024): Ziegelpatchwork für den Klimaschutz – Resource Rows in Kopenhagen, in: Detail [online] https://www.detail.de/de_de/ziegelpatchwork-fuer-den-klimaschutz-resource-rows-in-kopenhagen [abgerufen am 18.02.2026]

Abb. 2.4.1.7: Materialwechsel, Tugce Varol [erstellt am 20.02.2026]

Abb. 2.4.2.1: Alexander Brodsky - Vodka Pavillon, Yuri Palmin (2004): Typology: ShED - the Architectural Review, The Architectural Review, [online] https://www.architectural-review.com/essays/typology/typology-shed [Abgerufen am 11.08.2025]

Abb. 2.4.2.2: Isometrien Vodka Pavillon, Sophie Koch

Abb. 2.4.2.3: Isometrische Darstellung der Fassade des Vodka Pavillons, Sophie Koch

Abb. 2.4.2.4: Upcycle House - Originalbild, Jesper Ray (2021): Upcycle House / Lendager arkitekter, ArchDaily, [online] https://www.archdaily.com/458245/upcycle-house-lendager-arkitekter [Abgerufen am 11.08.2025]

Abb. 2.4.2.5: Upcycle House - Transformiert nach dem Gestaltungs prinzip: Homogenisierung, Sophie Koch

Abb. 2.4.2.6: Upcycle House, Jesper Ray (2021): Upcycle House / Lendager arkitekter, ArchDaily, [online] https://www.archdaily.com/458245/upcycle-house-lendager-arkitekter [Abgerufen am 11.08.2025]

Abb. 2.4.2.7: Vorgehensweise, Sophie Koch

Abb. 2.4.3.1: Raumlaborberlin, Officina Roma officina roma, raum laborberlin (2011): officina roma, raumlaborberlin [online] https://raumlabor.net/officina-roma/ [abgerufen am 07.08.2025]

Abb. 2.4.3.2: Ausgangsmaterialien, Edzhe Ayyaldaz [erstellt am 07.08.2025]

Abb. 2.4.3.3: Isometrische Darstellung der Assemblage am Officina Roma, Edzhe Ayyaldaz [erstellt am 07.08.2025]

Abb. 2.4.3.4: Upcyle Studios, Upcycle Studios,Die Lendager Group [online] https://lendager.com/project/upcycle-studios/ [abgerufen am 07.08.2025]

Abb. 2.4.3.5: Upcycle Studios, Rasmus Hjortshøj, COAST Studio Upcycle Studios,Die Lendager Group [online] https://lendager.com/project/upcycle-studios/ [abgerufen am 07.08.2025]

Abb. 2.4.3.6: Upcycle Studios, Transformiert nach dem Gestal tungsprinzip Assemblage, Edzhe Ayyaldaz [erstellt am 11.08.2025]

Abb. 2.4.3.7: Die Anwendung der Prinzip, Edzhe Ayyaldaz [erstellt am 07.08.2025]

Abb. 2.4.4.1: Lendager: Upcycle Studios, Rasmus Hjortshoj (2018): Alte Fenster von verlassenen Gebäuden in Nordjütland wurden zur neuen Südfassade arrangiert, baunetzwissen [online] https://www.baunetzwissen.de/nachhaltig-bauen/objekte/wohnen/upcycle-studios-in-kopenhagen-7674826/gallery-1/5 [abgerufen am 07.08.2025]

Abb. 2.4.4.2: Vorgehensweise, Viktoria Berger

Abb. 2.4.4.3: Isometrische Darstellung der Fassade, Viktoria Berger

Abb. 2.4.4.4: Kantonsschule Wiedikon - Originalbild, baubüro in situ (2024): Provisorium Kantonsschule Wiedikon, baubüro in situ [online] https://www.insitu.ch/projekte/349-provisorium-kantonsschule-wiedikon [abgerufen am 07.08.2025]

Abb. 2.4.4.5: Kantonsschule Wiedikon- Transformiert nach dem Gestaltungsprinzip: Bruch, Viktoria Berger

Abb. 2.4.4.6: Kantonsschule Wiedikon, baubüro in situ (2024): Provisorium Kantonsschule Wiedikon, baubüro in situ [online] https://www.insitu.ch/projekte/349-provisorium-kantonsschule-wiedikon [abgerufen am 07.08.2025]

Abb. 2.4.4.7: Vorgehensweise, Viktoria Berger

Abb. 2.4.5.1: Loeloger Strub: LysP8, Loeloger Strub (2025): LysP8, Loeloger Strub [online] https://loeligerstrub.ch/nproject/lysp8-neubau-wohnhaus-mit-gewerbe-basel/ [abgerufen am 07.08.2025]

Abb. 2.4.5.2: Vorgehensweise, Viktoria Berger

Abb. 2.4.5.3: Isometrische Darstellung der Fassade, Edzeh Ayyaldaz

Abb. 2.4.5.4: Kantonsschule Uster - Originalbild, baubüro in situ (2024): Provisorium Kantonsschule Uster, baubüro in situ [online] https://insitu.ch/projekte/354-provisorium-kantonsschule-uster [abgerufen am 07.08.2025]

Abb. 2.4.5.5: Kantonsschule Uster - Transformiert nach dem Gestaltungsprinzip: Ordnung, Edzeh Ayyaldaz

Abb. 2.4.5.6: Kantonsschule Uster, baubüro in situ (2024): Provisorium Kantonsschule Uster, baubüro in situ [online] https://insitu.ch/projekte/354-provisorium-kantonsschule-uster [abgerufen am 07.08.2025]
Abb. 2.4.5.7: Vorgehensweise, Viktoria Berger

Abb. 2.4.6.1: Rotunda, Alexander Brodsky (2009): Rotunda, Architectuul [online] https://architectuul.com/architecture/rotunda [abgerufen am 10.08.2025]
Abb. 2.4.6.2: Isometrische Darstellung, Sophie Koch [erstellt am 04.06.2025]
Abb. 2.4.6.3: Ansicht der Fassade, Sophie Koch [erstellt am 04.06.2025]
Abb. 2.4.6.4: Roundhouse Works – Originalbild, UBM Development (o. J.): Roundhouse Works, UBM Development [online] https://www.ubm-development.com/magazin/roundhouse-works/ [abgerufen am 25.02.2026]
Abb. 2.4.6.5: Roundhouse Works – transformiert nach dem Gestaltungsprinzip: Kontrast, Tugce Varol [erstellt am 25.05.2026]
Abb. 2.4.6.6: Roundhouse Works, Reed Watts (o. J.): Roundhouse Works, Reed Watts Architecture & Design [online] https://www.reedwatts.com/projects/roundhouse-works [abgerufen am 25.02.2026]
Abb. 2.4.6.7: Vorgehensweise, Tugce Varol [erstellt am 25.02.26]

TEIL 3: KONSTRUKTION

Abb. 3.1: „Resource Rows, Ørestad Syd by Lendager" [online] https://danishdesignreview.com/kbhntes/2019/1/25/resource-rowe [abgerufen am 10.08.2025]

3.1 HISTORISCHE TRAGWERKE

Abb. 3.1.1: Zollingerdach, Mona Weish
Abb. 3.1.2: Mansarddach, Mona Weish
Abb. 3.1.3: Satteldach, Mona Weish
Abb. 3.1.4: Ansicht der Konstruktionstechnik, Mona Weish
Abb. 3.1.5: Werkhalle von Elite Holzbau, Elite Holzbau (2021): Eine beeindruckende Konstruktion: Die Werkstatthalle Herzfelde, [online] https://www.tip-berlin.de/stadtleben/architektur/holzbauten-berlin-architektur/ [abgerufen am 10.02.2026].
Abb. 3.1.6: Isometrie der Konstruktionstechnik, Mona Weish
Abb. 3.1.7: House with Many Faces, fala (2024): Eine umgebaute Lagerhalle in Porto, [online] https://www.archdaily.com/1012995/house-with-many-faces-fala [abgerufen am 10.02.2026].
Abb. 3.1.8: Isometrische Darstellung des Tragwerks, Lucie Veermann
Abb. 3.1.9: Isometrie der Konstruktionstechnik, Lucie Veermann
Abb. 3.1.10: Hängesäule mit Schwebezapfen, Lucie Veermann
Abb. 3.1.11: einfache Hängesäule, Lucie Veermann
Abb. 3.1.12: doppeltes Hängewerk, Lucie Veermann

Abb. 3.1.13: steiler Spitzbogen, Jana Esselbrügge
Abb. 3.1.14: Halbkreis, Jana Esselbrügge
Abb. 3.1.15: Bogenbohlendächer und ihre Geschichte, dach+holzbau (2015): Historische Entwicklung und Konstruktion von Bogenbohlendächern, [online] https://www.dach-holzbau.de/artikel/bogenbohlendaecher-und-ihre-geschichte-2446023.html [abgerufen am 10.02.2026]
Abb. 3.1.16: Isometrie der Konstruktionstechnik, Jana Esselbrügge

Abb. 3.1.17: Seven Details In The Magnificent Westminster Hall, Living London History (2023): Architektonische und historische Merkmale der Westminster Hall, [online] https://livinglondonhistory.com/seven-details-in-the-magnificent-westminster-hall/ [abgerufen am 10.02.2026].

Abb. 3.1.18: isometrische Darstellung des Tragwerks, Sophie Koch
Abb. 3.1.19: Isometrie der Konstruktionstechnik, Sophie Koch
Abb. 3.1.20: Hammerbalkengewölbe, Sophie Koch
Abb. 3.1.21: einfaches Hammerbalkengewölbe, Sophie Koch
Abb. 3.1.22: doppeltes Hammerbalkengewölbe, Sophie Koch

Abb. 3.1.23: gelenkiger 3-Stab-Knoten, Viktoria Berger
Abb. 3.1.24: 4-Stab-Knoten, Viktoria Berger
Abb. 3.1.25: Darstellung der Konstruktionstechnik, Viktoria Berger
Abb. 3.1.26: Holzbau: Potenzial Hebelstabwerke, Espazium (2012): Forschung zu Hebelstabwerken als Konstruktionsprinzipen im Holzbau, [online] https://www.espazium.ch/de/aktuelles/holzbau-potenzial-hebelstabwerke [abgerufen am 10.02.2026].
Abb. 3.1.27: Isometrie der Konstruktionstechnik, Viktoria Berger

3.2 KONSTRUKTIONSTECHNIKEN

Piktogramme der Gestaltungsprinzipien: Edzhe Ayyaldaz

Abb. 3.2.1: Lendager: The Swan, Rasmus Hjortshoj (2025):Re-Use-Kita bei Kopenhagen, DETAIL Inspiration [online], https://inspiration.detail.de/de/artikel/re-use-kita-bei-kopenhagen-12591 [abgerufen am 22.02.2026]
Abb. 3.2.2: Vorgehensweise, Viktoria Berger
Abb. 3.2.3: Isometrische Darstellung der Konstruktionstechnik, Viktoria Berger

Abb. 3.2.4: Isometrische darstellung der rahmkonstruktion, Tugce Varol
Abb. 3.2.5: Slow pavilion „inside out, downside up", slaatto morsbøl, foto: dezeen (2025): pavilion for the copenhagen architecture biennial, dezeen [online] https://www.Dezeen.Com/2025/09/18/slaatto-morsbol-copenhagen-architecture-biennial-pavilion/ [Abgerufen am 14.02.2026]
Abb. 3.2.6: Prinzipdarstellung, eigene abbildung: tugce varol

Abb. 3.2.7: Superuse Studios - BlueCity Offices, Frank Hanswijk (o. D.): Blue City 010 offices, Rotterdam Architectuurprijs, [online] https://www.rotterdamarchitectuurprijs.nl/2017/blue-city-010-offices.html [abgerufen am 11.08.2025]
Abb. 3.2.8: alternative Bearbeitugsmöglichkeiten zu Form folgt, Sophie Koch
Abb. 3.2.9: Isometrische Darstellung der Wand im BlueCity Office, Sophie Koch

Abb. 3.2.10: Fassadenansicht des verzahnten Mauerwerks, Sophie Koch
Abb. 3.2.11: Jo Taillieu Architecten, Umbau bei Brüssel, Popp, Peter (2024b): Umbau bei Brüssel von Jo Taillieu Architecten, in: Detail, 13.08.2024, [online] https://www.detail.de/de_de/umbau-bei-brussel-von-jo-taillieu-architecten [abgerufen am 20.01.2026]
Abb. 3.2.12: Isometrie der verzahnten Stütze, Sophie Koch

TEIL 4: FÜGUNG

Abb. 4.1: Copenhagen Biennale 25 / Slow Pavillons - (2025), https://www.archpaper.com/2025/10/copenhagen-architecture-biennial-2025/ [abgerufen am 16.03.2026]

4.1 GRUNDSÄTZE DER FÜGUNG

Abb. 4.1.1: Übersicht Fügungstechniken, Jana Esselbrügge
Abb. 4.1.2: Diagramm Vorgehensweise, Jana Esselbrügge
Abb. 4.1.3: Beispielhafter Ausschnitt Matrix, Jana Esselbrügge
Abb. 4.1.4: Fügungstechniken, Lucie Veermann, nach: DIN 8580/8593
Abb. 4.1.5: Klett, Lucie Veermann
Abb. 4.1.6: Nähen, Lucie Veermann
Abb. 4.1.7: Druckknopf, Lucie Veermann
Abb. 4.1.8: Schnüren, Lucie Veermann
Abb. 4.1.9: Haken und Öse, Lucie Veermann
Abb. 4.1.10: Spannen, Lucie Veermann, nach: Detail Business Information GmbH (© 2023, erste Auflage): Sortenrein Bauen – Methode Material Konstruktion, Verspannen (S. 113)
Abb. 4.1.11: Klammer, Mona Weish
Abb. 4.1.12: Gummiband, Mona Weish
Abb. 4.1.13: Heftklammer, Mona Weish
Abb. 4.1.14: Leim, Mona Weish
Abb. 4.1.15: Kabelbinder, Mona Weish
Abb. 4.1.16: Klebeband, Mona Weish
Abb. 4.1.17: Kleber, Mona Weish
Abb. 4.1.18: Knopf und Knopfloch, Mona Weish
Abb. 4.1.19: Schnalle, Mona Weish
Abb. 4.1.20: Steckverbindungen (elektrisch), Mona Weish
Abb. 4.1.21: Weben, Lucie Veermann, nach: Detail Business Information GmbH (© 2023, erste Auflage): Sortenrein Bauen – Methode Material Konstruktion, Weben (S. 117)
Abb. 4.1.22: Zapfenverbindung, Lucie Veermann, nach: Detail Business Information GmbH (© 2023, erste Auflage): Sortenrein Bauen – Methode Material Konstruktion, Zapfen (S. 112)
Abb. 4.1.23: Blattverbindung, Lucie Veermann, nach: Detail Business Information GmbH (© 2023, erste Auflage): Sortenrein Bauen – Methode Material Konstruktion, Auflegen, Aufsetzen, Schichten (S. 110)
Abb. 4.1.24: Verkeilung, Lucie Veermann, nach: Detail Business Information GmbH (© 2023, erste Auflage): Sortenrein Bauen – Methode Material Konstruktion, Verkeilen (S. 115)
Abb. 4.1.25: Verstiftung, Lucie Veermann, nach: Detail Business Information GmbH (© 2023, erste Auflage): Sortenrein Bauen – Methode Material Konstruktion, Einpressen, Verstiften (S. 114)
Abb. 4.1.26: Überblattung, Lucie Veermann
Abb. 4.1.27: Ecküberblattung, Lucie Veermann
Abb. 4.1.28: Einrenken einer Klickverbindung, Lucie Veermann, nach: Detail Business Information GmbH (© 2023, erste Auflage): Sortenrein Bauen – Methode Material Konstruktion, Einrenken (S. 111)
Abb. 4.1.29: Hängesäule, Lucie Veermann
Abb. 4.1.30: Eckverschränkung, Lucie Veermann, nach: Detail Business Information GmbH (© 2023, erste Auflage): Sortenrein Bauen – Methode Material Konstruktion, Verschränken (S. 111)
Abb. 4.1.31: Einschieben mit Nut und Feder, Lucie Veermann, nach: Detail Business Information GmbH (© 2023, erste Auflage): Sortenrein Bauen – Methode Material Konstruktion, Einschieben zweier Teile mit Nut und Feder (S. 111)
Abb. 4.1.32: Ausdehnung von Holzdübeln, Lucie Veermann, nach: Detail Business Information GmbH (© 2023, erste Auflage): Sortenrein Bauen – Methode Material Konstruktion, Ausdehnen (S. 114)
Abb. 4.1.33: Mörteln, Lucie Veermann, nach: Detail Business Information GmbH (© 2023, erste Auflage): Sortenrein Bauen – Methode Material Konstruktion, Mörteln (S. 115)

Abb. 4.1.34: Nieten, Lucie Veermann, nach: Detail Business Information GmbH (© 2023, erste Auflage): Sortenrein Bauen – Methode Material Konstruktion, Nietverfahren (S. 117)

Abb. 4.1.35: Holzleim, Mona Weish

Abb. 4.1.36: Nagel, Lucie Veermann, nach: Detail Business Information GmbH (© 2023, erste Auflage): Sortenrein Bauen – Methode Material Konstruktion, Nageln (S. 113)

Abb. 4.1.37: Schraube, Lucie Veermann, nach: Detail Business Information GmbH (© 2023, erste Auflage): Sortenrein Bauen – Methode Material Konstruktion, Schrauben (S. 113)

Abb. 4.1.38: Dübel, Lucie Veermann

Abb. 4.1.39: Stahlseile, Lucie Veermann

Abb. 4.1.40: Schelle, Lucie Veermann

Abb. 4.1.41: Mauerwerksanker, Lucie Veermann, nach: Detail Business Information GmbH (© 2023, erste Auflage): Sortenrein Bauen- Methode Material Konstruktion, Verankern (S. 115)

Abb. 4.1.42: Klammern, Mona Weish

Abb. 4.1.43: Ankerplatte mit Dübel, Mona Weish

Abb. 4.1.44: Schweißnaht, Lucie Veermann

Abb. 4.1.45: Bolzenverbindung, Mona Weish

Abb. 4.1.46: Schichten Trockenmauerwerkswand, Lucie Veermann, nach: Detail Business Information GmbH (© 2023, erste Auflage): Sortenrein Bauen – Methode Material Konstruktion, Schichten einer Trockenmauerwerkswand (S. 110)

Abb. 4.1.47: Betonfertigteile mit Mörtel vergießen, Lucie Veermann, nach: Detail Business Information GmbH (© 2023, erste Auflage): Sortenrein Bauen – Methode Material Konstruktion, Vergießen (S. 115)

Abb. 4.1.48: Einbetten von Erosionsbremsen, Lucie Veermann, nach: Detail Business Information GmbH (©2023, erste Auflage)

Abb. 4.1.49: Einschieben Stütze in Stützzenschuh, Lucie Veermann, nach: Detail Business Information GmbH (©2023, erste Auflage)

Abb. 4.1.50: Gewindestange mit Verbundmörtel, Lucie Veermann, nach: Detail Business Information GmbH (© 2023, erste Auflage)

Abb. 4.1.51: Klemmdichtung, Lucie Veermann, nach: Detail Business Information GmbH (© 2023, erste Auflage)

Abb. 4.1.52: Auflegen, Lucie Veermann, nach: Detail Business Information GmbH (© 2023, erste Auflage)

Abb. 4.1.53: Vorhangfassade, Lucie Veermann, nach: Detail Business Information GmbH (© 2023, erste Auflage)

Abb. 4.1.54: Mörteln, Lucie Veermann, nach: Detail Business Information GmbH (© 2023, erste Auflage)

Abb. 4.1.55: Blech-Stehfalz, Lucie Veermann, nach: Detail Business Information GmbH (© 2023, erste Auflage)

Abb. 4.1.56: Attika-Haftblech, Lucie Veermann, nach: Detail Business Information GmbH (© 2023, erste Auflage)

Abb. 4.1.57: Auflegen Treppe, Lucie Veermann, nach: Detail Business Information GmbH (© 2023, erste Auflage)

Abb. 4.1.58: Fußbodenheizung in Formteil, Lucie Veermann, nach: Detail Business Information GmbH (© 2023, erste Auflage)c

Abb. 4.1.59: Einfüllen von Schüttdämung, Lucie Veermann, nach: Detail Business Information GmbH (© 2023, erste Auflage) nach: Detail Business Information GmbH (© 2023, erste Auflage): Sortenrein Bauen – Methode Material

Abb. 4.1.60: Spannen, Lucie Veermann, nach: Detail Business Information GmbH (© 2023, erste Auflage): Sortenrein Bauen – Methode Material Konstruktion, Einfüllen (S. 112)

Abb. 4.1.61: Schichten Trockenmauerwerkswand, Lucie Veermann, nach: Detail Business Information GmbH (© 2023, erste Auflage): Sortenrein Bauen – Methode Material Konstruktion, Einfüllen (S. 112)

Abb. 4.1.62: Parkett mit Klickverbindung, Lucie Veermann, nach: Detail Business Information GmbH (© 2023, erste Auflage): Sortenrein Bauen – Methode Material Konstruktion, Einfüllen (S. 112)

Abb. 4.1.63: Einpressen einer Trockenabdichtung, Lucie Veermann, nach: Detail Business Information GmbH (© 2023, erste Auflage): Sortenrein Bauen – Methode Material Konstruktion, Einfüllen (S. 112)

Abb. 4.1.64: Einklemmen flexibler Dämmstoff, Lucie Veermann, Konstruktion, Einfüllen (S. 112)

Abb. 4.1.65: Eisenflechten von Bewehrungsstahl, Lucie Veermann, nach: Detail Business Information GmbH (© 2023, erste Auflage): Sortenrein Bauen – Methode Material Konstruktion, Einfüllen (S. 112)

Abb. 4.1.66: Quetschverbindung Metallgewebe, Lucie Veermann, nach: Detail Business Information GmbH (© 2023, erste Auflage): Sortenrein Bauen – Methode Material Konstruktion, Einfüllen (S. 112)

Abb. 4.1.67: Einfüllen von Hohlraumschüttung, Lucie Veermann, nach: Detail Business Information GmbH (© 2023, erste Auflage): Sortenrein Bauen – Methode Material Konstruktion, Einfüllen (S. 112)

Abb. 4.1.68: Ölen eines Holzbauteils, Lucie Veermann, nach: Detail Business Information GmbH (© 2023, erste Auflage): Sortenrein Bauen – Methode Material Konstruktion, Tränken und Imprägnieren (S. 112)

Abb. 4.1.69: Streichen, Lucie Veermann

Abb. 4.1.70: Schnürung, Lucie Veermann

Abb. 4.1.71: Druckknopf, Lucie Veermann

Abb. 4.1.72: Umwicklung, Lucie Veermann, nach: Detail Business Information GmbH (© 2023, erste Auflage): Sortenrein Bauen – Methode Material Konstruktion, Wickeln (Umwickeln, Bewickeln) (S. 117)

Abb. 4.1.73: Klammern von Textilien, Lucie Veermann, nach: Detail Business Information GmbH (© 2023, erste Auflage): Sortenrein Bauen – Methode Material Konstruktion, Klammern (S. 114)

Abb. 4.1.74: Klettverschluss, Lucie Veermann

Abb. 4.1.75: Ösen mit Banddurchzug, Lucie Veermann

Abb. 4.1.76: Edelstahlgeflecht, Lucie Veermann

Abb. 4.1.77: Knopf/Knopfloch, Mona Weish

Abb. 4.1.78: Overlocknaht, Lucie Veermann

Abb. 4.1.79: Nähnaht, Lucie Veermann

Abb. 4.1.80: Reißverschluss, Lucie Veermann

Abb. 4.1.81: Seilbindung, Lucie Veermann, nach: Detail Business Information GmbH (© 2023, erste Auflage): Sortenrein Bauen – Methode Material Konstruktion, Knoten (S. 116)

Abb. 4.1.82: Weben, Lucie Veermann, nach: Detail Business Information GmbH (© 2023, erste Auflage): Sortenrein Bauen – Methode Material Konstruktion, Weben (S. 117)

Abb. 4.1.83: Stecksystem, Lucie Veermann

Abb. 4.1.84: Klicksystem, Mona Weish

Abb. 4.1.85: Kugelschnapper, Lucie Veermann

Abb. 4.1.86: Schnellspanner, Lucie Veermann

Abb. 4.1.87: Rohrstecksystem, Mona Weish

Abb. 4.1.88: Spannen, Lucie Veermann, nach: Detail Business Information GmbH (© 2023, erste Auflage): Sortenrein Bauen – Methode Material

Konstruktion, Verspannen (S. 113)
Abb. 4.1.89: Federbolzenverbindung, Mona Weish
Abb. 4.1.90: Bajonettverschluss, Lucie Veermann
Abb. 4.1.91: Gummiband, Lucie Veermann
Abb. 4.1.92: Rollladen-Vorhangsystem, Mona Weish
Abb. 4.1.93: Rollladen-Rahmensystem, Sophie Koch
Abb. 4.1.94: Teppichfliesen-Deckenabhängung, Lucie Veermann
Abb. 4.1.95: Tennisbälle – akustisches System, Lucie Veermann
Abb. 4.1.96: Konservendosen-Vorhangsystem, Mona Weish
Abb. 4.1.97: Umreifungsbänder-Klemmsystem, Jana Esselbrügge
Abb. 4.1.98: Stanzbleche-Auflagesystem, Lucie Veermann
Abb. 4.1.99: Gewächshausplane-Vorhangsystem, Lucie Veermann

4.2 FÜGUNGSTECHNIKEN

Abb. 4.2.1: QR-Link Excel Tabelle, Lucie Veermann

TEIL 5: SEMESTERARBEITEN SOSE 2025

Abb. 5.1: Werkstatt MockUp, Foto Laura Möller

5.1 FORSCHUNG IM SOMMERSEMESTER 25

Abb. 5.1.1: M. Raymaekers: Haus Boncher, Anja Hellebaut & Anthony De Meyere
Abb. 5.1.2: W. Stutchbury: The Craig, Wycliffe Stutchbury
Abb. 5.1.3: Handwerk-Experimente, S-NB
Abb. 5.1.4: Material-Matrix, Mariem El Amri, Lukas Dauenheimer, Sven Walther
Abb. 5.1.5: Mockup-Matrix, Mariem El Amri, Lukas Dauenheimer, Sven Walther
Piktogramme End of Life & Nachnutzungspotentiale: Team Hillebrandt, 2025

Eigene Abbildungen:
Produktbilder: Sara Reyhan, 2025
Fügungstechniken: Lucie Veermann, 2025 Bild Umnutzung:
1.1 Dachpfannen Berger, Dauenheimer, Riede, 2025
1.2 Dachpfannen Berger, Dauenheimer, Riede, 2025
2 Rolladen Mona Weish, 2025
3 Umreiffungsbänder Jana Esselbrügge, 2025
4.1 Tennisbälle Lucie Veermann, 2025
4.2 Tennisbälle Sara Reyhan, 2025
5 Teppichfliesen Königbauer, Möller, Sattler, 2025
6.1 Konservendosen Mariem El Amri, 2025
6.2 Plättli Mariem El Amri, 2025
7 Gewächshausfolie Edzhe Ayyaldaz, 2025

5.2 TEPPICHFLIESEN

Abb. 5.2.1: Strichisometrie, Lena Königbauer, Laura Möller, Noah Sattler
Abb. 5.2.2: Ausgangsmaterial, Lena Königbauer, Laura Möller, Noah Sattler
Abb. 5.2.3: Prozessbilder, Lena Königbauer, Laura Möller, Noah Sattler
Abb.5.2.4: Sprengisometrie, Lena Königbauer, Laura Möller, Noah Sattler
Abb. 5.2.5: Isometrie geöffnet, Lena Königbauer, Laura Möller, Noah Sattler
Abb. 5.2.6: Isometrie geschlosses, Lena Königbauer, Laura Möller, Noah Sattler
Abb. 5.2.7: Mockup Rendering, Lena Königbauer, Laura Möller, Noah Sattler

Abb. 5.2.8: Fertiges Mockup, Lena Königbauer, Laura Möller, Noah Sattler
Abb. 5.2.9: Rendering geschlossen, Lena Königbauer, Laura Möller, Noah Sattler
Abb. 5.2.10: Sprengisometrie Rendering, Lena Königbauer, Laura Möller, Noah Sattler
Abb. 5.2.11: Rendering geöffnet, Lena Königbauer, Laura Möller, Noah Sattler

5.3 TENNISBÄLLE

Abb. 5.3.1: Strich-Isometrie des Mock-Ups, Lucie Veermann
Abb. 5.3.2: https://www.tennisnet.com/news/wilson-herstellung-tennisball-fabrik-video?jwsource=cl
Abb. 5.3.3: Prozessbilder, Lucie Veermann
Abb. 5.3.4: Prozessbilder und Konzeptskizzen, Lucie Veermann
Abb. 5.3.5: Isometrie, Lucie Veermann
Abb. 5.3.6: Dreitafelprojektion, Lucie Veermann
Abb. 5.3.7: Sprengisometrie, Lucie Veermann
Abb. 5.3.8: Fertiges Mock-Up, Lucie Veermann
Abb. 5.3.9: Anwendungsskizze, Lucie Veermann
Abb. 5.3.10: Darstellung der Funktion, Lucie Veermann

Abb. 5.3.11: Ausgangsmaterial Re-Use Tennisbälle, Sara Reyhan
Abb. 5.3.12: Prozessilder, Sara Reyhan
Abb. 5.3.13: Isometrie, Sara reyhan
Abb. 5.3.14: DreitafelProjektion, sara reyhan
Abb. 5.3.15: Sprengisometrie, sara reyhan
Abb. 5.3.16: Variationen, Sara Reyhan
Abb. 5.3.17: Fertiges Mock-Up, Sara Reyhan
Abb. 5.3.18: Anwendungsskizze, Sara Reyhan

5.4 WEBEREI PAKETBÄNDER

Abb. 5.4.1: Strich-Isometrie des Mock-Ups, Jana Esselbrügge
Abb. 5.4.2: Fotografie, Jana Esselbrügge
Abb. 5.4.3: Prozessbilder, Jana Esselbrügge
Abb. 5.4.4: Konzeptskizzen, Jana Esselbrügge
Abb. 5.4.5: Isometrie, Jana Esselbrügge
Abb. 5.4.6: Dreitafelprojektion, Jana Esselbrügge
Abb. 5.4.7: Sprengisometrie, Jana Esselbrügge
Abb. 5.4.8: Fertiges Mock-Up, Jana Esselbrügge
Abb. 5.4.9: Anwendungsskizze, Lucie Veermann
Abb. 5.4.10: Darstellung der Funktion, Lucie Veermann

5.5 DOSEN

Abb. 5.5.1. Strichisometrie / Perspektive, Mariem El Amri, Sven Walther
Abb. 5.5.2: Ausgangsmaterial, Mariem El Amri, Sven Walther
Abb. 5.5.3: Prozessbilder, Mariem El Amri, Sven Walther
Abb. 5.5.4: Prozessbilder, Mariem El Amri, Sven Walther
Abb. 5.5.5: Isometrie / Perspektive, Mariem El Amri, Sven Walther
Abb. 5.5.6: Dreitafelprojektion, Mariem El Amri, Sven Walther
Abb. 5.5.7: Sprengisometrie, Mariem El Amri, Sven Walther
Abb. 5.5.8: Fertiges Mockup, Mariem El Amri, Sven Walther
Abb. 5.5.9: Anwendungsskizze, Mariem El Amri, Sven Walther

5.6 DACHPFANNEN

Abb. 5.6.1. Strichisometrie, Viktoria Berger, Valentin Riede, Lukas Dauenheimer
Abb. 5.6.2: Ausgangsmaterial, Viktoria Berger, Valentin Riede, Lukas Dauenheimer
Abb. 5.6.3: Prozessbilder, Viktoria Berger, Valentin Riede, Lukas Dauenheimer
Abb. 5.6.4: Prozessbilder, Viktoria Berger, Valentin Riede,

Lukas Dauenheimer

Abb. 5.6.5: Isometrie, Viktoria Berger, Valentin Riede, Lukas Dauenheimer

Abb. 5.6.6: Dreitafelprojektion, Viktoria Berger, Valentin Riede, Lukas Dauenheimer

Abb. 5.6.8: Detailausschnitt, Viktoria Berger, Valentin Riede, Lukas Dauenheimer

Abb. 5.6.9: Gestaltungsvariante 1, Viktoria Berger, Valentin Riede, Lukas Dauenheimer

Abb. 5.6.10: Gestaltungsvariante 2, Viktoria Berger, Valentin Riede, Lukas Dauenheimer

Abb. 5.6.11: Gestaltungsvariante 3, Viktoria Berger, Valentin Riede, Lukas Dauenheimer

Abb. 5.6.12: Fertiges Mockup, Viktoria Berger, Valentin Riede, Lukas Dauenheimer

Abb. 5.6.13: Anwendungsskizze, Viktoria Berger, Valentin Riede, Lukas Dauenheimer

5.7 VORHÄNGE

Abb. 5.7.1. Strichisometrie V1, eigene Darstellung

Abb. 5.7.2. Strichisometrie V2, eigene Darstellung

Abb. 5.7.3: Ausgangsmaterial, eigene Darstellung

Abb. 5.7.4: Prozessbilder, eigene Darstellung

Abb. 5.7.5: Prozessbilder, eigene Darstellung

Abb. 5.7.6: Isometrie, eigene Darstellung

Abb. 5.7.7: Dreitafelprojektion, eigene Darstellung

Abb. 5.7.8: Sprengisometrie, eigene Darstellung

Abb. 5.7.9: Fügung V1, eigene Darstellung

Abb. 5.7.10: Modul V1, eigene Darstellung

Abb. 5.7.11: Modul Montage V1, eigene Darstellung

Abb. 5.7.12: Isometrie V2, eigene Darstellung

Abb. 5.7.13: Dreitafelprojektion V2, eigene Darstellung

Abb. 5.7.14: Sprengisometrie V2, eigene Darstellung

Abb. 5.7.15: Fügung V2, eigene Darstellung

Abb. 5.7.16: Verbiegen der Lamellen, eigene Darstellung

Abb. 5.7.17: Fertiges Mockup V1, eigene Darstellung

Abb. 5.7.18: Fertiges Mockup V2, eigene Darstellung

Abb. 5.7.19: Anwendungsskizze, eigene Darstellung

TEIL 6: SEMESTERARBEITEN WISE 25/26

Abb. 6.1 Luftbild Ölberg, Google maps [online] https://www.google.com/maps/search/ölberg+wuppertal/@51.2566127,7.1371028,250a,35y,39.38t/data=!3m1!1e3?entry=ttu&g_ep=EgoyMDI2MDMxMS4wIKXMDSoASAFQAw%3D%3D [abgerufen am 16.03.2026]

6.1 FORSCHUNG IM WINTERSEMESTER 25-26

Abb. 6.1.1: Ludwigstraße: Lageplan, Solar Decathlon Europe 21/22

Abb. 6.1.2: Bandstraße: Lageplan, Solar Decathlon Europe 21/22

Abb. 6.1.3: Bandstraße: Bestandspläne, Solar Decathlon Europe 21/22

Abb. 6.1.4: Ludwigstraße: Bestandspläne, Solar Decathlon Europe 21/22

6.2 RELIVANE

Abb. 6.2.1: Auszug Fassadengestaltung, eigene Darstellung

Abb. 6.2.2: Konzept, eigene Darstellung

Abb. 6.2.3: Ansicht Nord, eigene Darstellung

Abb. 6.2.4: Ausgangsmaterial, eigene Darstellung

Abb. 6.2.5: Ansicht Nord, eigene Darstellung

Abb. 6.2.6: Detail Erdgeschoss Lamellenorientierung und Farbmuster, eigene Darstellung

Abb. 6.2.7: Dachanschluss an die Fassade, eigene Darstellung

Abb. 6.2.8: Fassadenoption 1 - gegensätzliche Geschosse, eigene Darstellung

Abb. 6.2.9: Fassadenoption 1 - durchgehende Geschosse, eigene Darstellung

Abb. 6.2.10: Dreitafelprojektion M 1:20, eigene Darstellung

Abb. 6.2.11: Detailisometrie M 1:10, eigene Darstellung

6.3 ROTOR 33

Abb. 6.3.1: Auszug Fassadengestaltung, Mariem El Amri, Sven Walther

Abb. 6.3.2: Konzept, Mariem El Amri, Sven Walther

Abb. 6.3.3: Aufnehmen der Achsen, Mariem El Amri, Sven Walther

Abb. 6.3.4: Übertragung der Maße, Mariem El Amri, Sven Walther

Abb. 6.3.5: Abnehmende Detalierung, Mariem El Amri, Sven Walther

Abb. 6.3.6: Ansicht Nord-Ost | M 1:200, Mariem El Amri, Sven Walther

Abb. 6.3.7: Ausgangsmaterial Collage, Mariem El Amri, Sven Walther

Produktquellen: Bauteilbörse Bremen, https://www.bauteilboerse-bremen.de/katalog
Rotor, https://rotordc.com/shop
Ziegelkontor, https://www.ziegelkontor.de

Abb. 6.3.8: Ansicht Nord-Ost | M 1:100, Mariem El Amri, Sven Walther

Abb. 6.3.9: Dreitafelprojektion | M 1:20, Mariem El Amri, Sven Walther

Abb. 6.3.10: Detailisometrie | M 1:20, Mariem El Amri, Sven Walther

6.4 RE FRAME

Abb. 6.4.1: Auszug Fassadengestaltung, Lucie Veermann

Abb. 6.4.2: Analyse Straßenansichten, Jana Esselbrügge

Abb. 6.4.3: prägende Formen, Jana Esselbrügge

Abb. 6.4.4: Ansicht Ost | M 1:200, Lucie Veermann

Abb. 6.4.5: Ansicht Nord | M 1:200, Lucie Veermann

Abb. 6.4.6: Ausgangsmaterial, Adobe Stock www. adobestock.de, (aufgerufen 02.02.2026)

Abb. 6.4.7: Baukran Stahlwinkel, Jana Esselbrügge

Abb. 6.4.8: Verbindung Stahlwinkel, Jana Esselbrügge

Abb. 6.2.9: Ansicht Nord | M 1:100, Lucie Vermann

Abb. 6.2.10: Dreitafelprojektion | M 1:20, Jana Esselbrügge

Abb. 6.2.11: Detailisometrie | M 1:20, Jana Esselbrügge

6.5: Vom Dach zur Fassade

Abb. 6.5.1. Auszug Fassadengestaltung, Viktoria Berger, Lukas Dauenheimer

Abb. 6.5.2: Konzept, Viktoria Berger, Lukas Dauenheimer

Abb. 6.5.3: Ortsanalyse, Viktoria Berger, Lukas Dauenheimer

Abb. 6.5.4: Ansicht Ost | M 1:200, Viktoria Berger, Lukas Dauenheimer

Abb. 6.5.5: Ansicht Nord | M 1:200, Viktoria Berger, Lukas Dauenheimer

Abb. 6.5.6: Ausgangsmaterial, Dachpfannen Töns (2026): Dachpfannen Dachziegel First Haus Scheune Garten Hütte, kleinanzeigen, [online] https://www.kleinanzeigen.de/s-anzeige/dachpfannen-dachziegel-first-haus-scheune-garten-huette/2838784390-84-1297 [abgerufen am 05.03.2026]

Abb. 6.5.7: verwendete Pfannenarten, Viktoria Berger, Lukas Dauenheimer

Abb. 6.5.8: Ansicht Nord | M 1:100, Viktoria Berger, Lukas Dauenheimer

Abb. 6.5.9: Close Up: Eckgestaltung Fassade, Viktoria Berger, Lukas Dauenheimer

Abb. 6.5.10: Close Up: Sonderformatsteine 3D-Keramikdruck-

verfahren, Viktoria Berger, Lukas Dauenheimer

Abb. 6.5.11: Dreitafelprojektion | M 1:20, Viktoria Berger, Lukas Dauenheimer

Abb. 6.5.12: Detailisometrie | M 1:20, Viktoria Berger, Lukas Dauenheimer

6.6: SECOND SKIN

Abb. 6.6.1. Auszug Fassadengestaltung | M 1:100, eigene Darstellung

Abb. 6.6.2: Konzept, eigene Darstellung

Abb. 6.6.3: Tageslichtdiagramm, eigene Darstellung

Abb. 6.6.4: Ansicht Süd | M 1:200, eigene Darstellung

Abb. 6.6.5 Ansicht Nord | M 1:200, eigene Darstellung

Abb. 6.6.6: Ausgangsmaterial, 1. google maps, 51.293786, 7.208685 [online] https://maps.app.goo.gl/hcMiAGEVD6J5DotU7 [abgerufen am 02.02]
2. concular shop gesundheitscampus stuttgart [online] https://concular.shop/products/treppe-stahl-1650x2100x5200mm?_pos=4&_sid=2a073a1fa&_ss=r [abgerufen am 02.02.2026]
3. restado [online] https://restado.de/baustoff/mahagoni-fenster-mit-fensterrahmen-70er-jahre-guter-zustand/[abgerufen am 02.02.2026]
4. opalis [online] https://opalis.eu/en/dealers/sarl-perin [abgerufen am 02.02.2026]

Abb. 6.6.9. Wiederverwendung des übrigen Fensters , eigene Darstellung

Abb. 6.6.10: Perspektive von der Fassadengestaltung, eigene Darstellung

Abb. 6.6.11: Dreitafelprojektion | M 1:20, eigene Darstellung

Abb. 6.6.12: Detailisometrie o.M, eigene Darstellung

6.7 LAYER BY LAYER

Abb. 6.7.2: Konzept, Lena Königbauer

Abb. 6.7.3: Sonneneinstrahlung, Lena Königbauer

Abb. 6.7.4: Abstandsfläche, Lena Königbauer

Abb. 6.7.5: Farbstudie Bestand, Lena Königbauer

Abb. 6.7.6: Ansicht Süd, Laura Möller und Lena Königbauer

Abb. 6.7.7: Ansicht Nord, Laura Möller, Lena Königbauer, Noah Sattler

Abb. 6.7.8: Ausgangsmaterial (online) https://i.ebayimg.com/images/g/1KcAAOSwJctlQQT3/s-l1200.jpg;https://encrypted-tbn3.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTYLb6SZK5Xe_l95diR5E4n2bQlkvfSXBOSkYTqRQjvZigLnFTx ; https://resandes.de/fileadmin/processed_/d/3/csm_alte_gebrauchte_backsteine__ziegelsteine__klinker__abrissziegel__abrisssteine_kaufen_bei_resan des__4541597178.jpg (Abgerufen am 18.03.2026)

Abb. 6.7.9: Zuschnitt Holz, Noah Sattler

Abb. 6.7.10: Ansicht Nord M 1:100, Noah Sattler

Abb. 6.7.11: Perspektivische Darstellung Straßenansicht West, Noah Sattler

TEIL 7: ÖKOLOGISCHE BETRACHTUNG

Abb. 7.1: Erdkugel (online) https://www.pexels.com/de-de/foto/erdtapete-41953/ (Abgerufen am 16.03.2026)

7.1 CO2-BILANZIERUNG

Abb. 7.1.1: Zirkular: CO2-Bilanzierung Re-Use, Zirkular

7.2: CO_2 - BILANZIERUNG - RELIVANE

Abb. 7.2.1 Ausgeschäumte Aluminium Rollladenlamellen (Re-Use), www.fensterversand.com (o. D.): Aufsatzrolladen-Profil Basic » geeignet für Putzmauerwerk, www.fensterversand.com, [online] https://www.fensterversand.com/rollladen/aufsatzrolladen/basic.php. [Abgerufen am 04.02.2026]

Abb. 7.2.2. Stehfalzblech Kalzip (neu), Stehfalz fassade aluminium - alu Stehfalz fassade (2025): Kalzip GmbH, [online] https://www.kalzip.com/produkte/fassadensysteme/stehfalz-fassade/. [Abgerufen am 04.02.2026]

Abb. 7.2.3: Karte | Transportwegevergleich Re-Use Rollladen und Stehfalzblech

Abb. 7.2.4 Wellblech (Re-Use), stabile Wellblechplatten Sinuswelle, Blechplatten (o. D.): Kleinanzeigen, [online] https://www.kleinanzeigen.de/s-anzeige/ca-27-m2stabile wellblechplatten-sinuswelle-blechplatten/3282303561-87-2791. [Abgerufen am 04.02.2026]

Abb. 7.2.5. Wllblech Joriside (neu), JI 25-115-1035 (o. D.): Joris I België, [online] https://www.joriside.com/nl-be/ovzicht-staalproducten-joris-ide/product-overview/wandplaten/alle-wandplaten/golfplaten-wand/ji-25-115-1035--000000000000002130_02. [Abgerufen am 04.02.2026]

Abb. 7.2.6: Karte | Transportwegevergleich Re-Use und neues Wellblech

Abb. 7.2.7: CO_2-Bilanz, eigene Darstellung

Abb. 7.2.8: Ergebnisübersicht Diagramm, eigene Darstellung

7.3 ZIEGEL

Abb. 7.3.1: Stettiner Gelbbunte Reichsformate (Re-Use), Ziegelkontor (o.J): „Stettiner Gelbbunte" - Charge No. 3, (online) https://www.ziegelkontor.de/Stettiner_Gelbe_Reichsformate.html (Abgerufen am 5.01.2026)

Abb. 7.3.2: Gillrath Klinker ReNew BTR Album (Neu), Gillrath (o.J.): ReNew BTR Album, (online) https://gillrath.de/produkte/hybridsortierung-renew-btr-album/ (Abgerufen am 15.01.2026)

Abb. 7.7.3: Karte, Laura Möller

Abb 7.3.3: Karte | Maßstabslos, Mariem El Amri, Sven Walther

Abb 7.3.4: Ergebnisübersicht Diagramm, Mariem El Amri, Sven Walther

Abb 7.3.5: CO_2-Bilanz, Mariem El Amri, Sven Walther

7.4: BAUKRAN - STAHL UND POLYCARBONATPLATTEN

Abb. 7.4.1: Baukran - Stahl (Re-Use) , Adobe Stock, abgerufen 22.02.2026

Abb. 7.4.2 Polycarbonatplatten (Re-Use)

Abb. 7.4.3 Stahl U - Profile (neu) https://www.stahl-shop24.de/UStahl-UNP-Formstahl-50x38x5mm-1500mm , aufgerufen 26.02.2016

Abb. 7.4.4 Polycarbonatplatten (neu) https://sierbach.de/Hohlkammer-Paneele-40-mm-klar-satiniert-500-mm-breit-Polycarbonat-Thermo-7-fach?gad_source=1&gad_campainid=22130607561&gbraid=0AAAAAqlkMPPV3nlb6JTd7yw9cAp5HL0&gclid=Cj0KCQjw37nNBhDkARIsAEBGI8N1BWgyCB0jZdhGQLi5KA6-GXL7rWVp2TCJfwH5pR9SoNztsHDNNQaArmqEALw_wcB, abgerufen 04.03.2026

Abb. 7.4.5 Karte, Vorlage Sven Walther

Abb. 7.4.6 CO_2-Bilanz, eigene Abbildung

Abb. 7.4.7 CO_2-Bilanz, eigene Abbildung

Abb. 7.4.8 CO_2 Bilanzierung Diagramm, Vorlage Sophie Koch

7.5: DACHPFANNEN

Abb. 7.5.1. Dachziegel Re-Use, Dachpfannen Tönns (2026): Dachpfannen Dachziegel First Haus Scheune Garten Hütte,

kleinanzeigen, [online] https://www.kleinanzeigen.de/s-anzeige/dachpfannen-dachziegel-first-haus-scheune-garten-huette/2838784390-84-1297 [abgerufen am 05.03.2026].

Abb. 7.5.2. Dachziegel neu, FrankeBaustoffe (o.J.): Röben Dach ziegel, franke-baustoffe, [online] https://www.franke-baustoffe.de/roeben-flandernplus-rot-engobiert.html?srsltid=AfmBOorAwmRE4h6C4Rl_nDRo0_kvp3b_Acm03RK8o9OgzbVBjA4WAcsU [abgerufen am 05.03.2026].

Abb. 7.5.3. Keramikschindel neu, Gillrath (o.J.): CradleTop CTP roter Sand, Gillrath, [online] https://gillrath.de/produkte/cradletop-keramikschindel-roter-sand/ [abgerufen am 05.03.2026].

Abb. 7.5.4: Karte | M 1:1 500 000, Viktoria Berger, Lukas Dauenheimer

Abb. 7.5.5: CO2-Bilanz, Viktoria Berger, Lukas Dauenheimer

Abb. 7.5.6: Ergebnisübersicht Diagramm, Viktoria Berger, Lukas Dauenheimer

7.6 METALLBLECH

Abb. 7.6.1: Lärmschutzwand (Re-Use) 1. google maps, 51.293786, 7.208685 (online) https://maps.app.goo.gl/hcMiAGEVD6J5DotU7 (abgerufen am 02.02.2026)

Abb. 7.6.2: Trapezblech (neu), Estudio Babo, CASA_ZLA, [online] https://divisare.com/projects/333031-estudio-babo-casa_zla [abgerufen am 02.02.2026]

Abb. 7.6.3: Karte | o.M., eigene Darstellung

Abb. 7.6.4: CO_2-Bilanzierung, eigene Darstellung

Abb. 7.6.5: Balkendiagramm CO_2 Verbrauch pro m^2, eigene Dar stellung

7.7 HOLZ

Abb. 7.7.1: Holz (Re-Use) (online) https://www.frankpouwer.de/wp-content/uploads/2023/03/Oude-eiken-Reims-planken-scaled-1024x683.jpg (abgerufen am 17.03.2026)

Abb. 7.7.2 Holz (neu) (online) https://kolk.holz.de/wp-content/uploads/2020/ 06/Schnittholz (abgerufen am 17.03.2026)

Abb. 7.7.3: Karte, Laura Möller

Abb. 7.7.4: CO2-Bilanz, Laura Möller

Abb. 7.7.5: CO2-Bilanz, Laura Möllers

Teil 8: Projektsteckbriefe

Abb. 8.1.1: K.118 Aussenansicht, Martin Zeller (2021): orangenroter Leuchtturm für klimagerechtes bauen: ein bestehendes dreistöckiges Fabrikgebäude zu sanieren und um drei Geschosse mit Atelier- und Werkräumen auf zustocken war die Aufgabe, der sich das baubüro in situ annahm, baunetzwissen [online] https://www.baunetzwissen.de/fenster-und-tueren/objekte/sonderbauten/aufstockung-k118-in-winterthur-7848543 [abgerufen am 01.08.2025]

Abb. 8.1.2: K.118 Nasszelle, Martin Zeller (2021): Nasszelle mit wiederverwendeten Sanitärapparaten, baunetzwissen [online] https://www.baunetzwissen.de/fenster-und-tueren/objekte/sonderbauten/aufstockung-k118-in-winterthur-7848543 [abgerufen am 01.08.2025]

Abb. 8.1.3: K.118 Gemeinschaftsraum, Martin Zeller (2021): der Parkettboden im Gemeinschaftsraum des 4. Obergeschosses stammt aus einem Weinlager, baunetzwissen [online] https://www.baunetzwissen.de/fenster-und-tueren/objekte/sonderbauten/aufstockung-k118-in-winterthur-7848543 [abgerufen am 01.08.2025]

Abb. 8.1.4: K.118 Innenwand aus Dachziegeln, Martin Zeller (2021): in den Bestandsbau eingezogene, geschichtete Ziegelwände bestehen aus vormaligen Dachziegeln vom Sulzer Werk 1, baunetzwissen [online] https://www.baunetzwissen.de/fenster-und-tueren/objekte/sonderbauten/aufstockung-k118-in-winterthur-7848543 [abgerufen am 01.08.2025]

Abb. 8.1.5: K.118 Aussenwandkonstruktion, Martin Zeller (2021): die Holzelemente der Aussenwände ..., baunetzwissen [online] https://www.baunetzwissen.de/fenster-und-tueren/objekte/sonderbauten/aufstockung-k118-in-winterthur-7848543 [abgerufen am 01.08.2025]

Abb. 8.2.1: inSitu: ELYS, Martin Zeller (2021): Umnutzung ELYS Kultur- & Gewerbehaus (Lysbüchelareal), inSitu, [online] https://www.insitu.ch/projekte/229 [abgerufen am 03.08.2025]

Abb. 8.2.2: Fensteranordnung, Martin Zeller (2021): Umnutzung ELYS Kultur- & Gewerbehaus (Lysbüchelareal), inSitu, [online] https://www.insitu.ch/projekte/229 [abgerufen am 03.08.2025]

Abb. 8.2.3: Gliederung der Fassade, Martin Zeller (2021): Umnutzung ELYS Kultur- & Gewerbehaus (Lysbüchelareal), inSitu, [online] https://www.insitu.ch/projekte/229 [abgerufen am 03.08.2025]

Abb. 8.2.4: Einbau Holzrahmenwand, Martin Zeller (2021): Umnutzung ELYS Kultur- & Gewerbehaus (Lysbüchelareal), inSitu, [online] https://www.insitu.ch/projekte/229 [abgerufen am 03.08.2025]

Abb. 8.2.5: Innenraum, Martin Zeller (2021): Umnutzung ELYS Kultur- & Gewerbehaus (Lysbüchelareal), inSitu, [online] https://www.insitu.ch/projekte/229 [abgerufen am 03.08.2025]

Abb. 8.3.1: Loeliger Strub: lysP8 Fassade, Federico Farinatti (2025): LysP8, Neubau Wohnhaus mit Gewerbe, loeligerstrub, [online] https://loeligerstrub.ch/nproject/lysp8 [abgerufen am 03.08.2025]

Abb. 8.3.2: Fensterläden, Federico Farinatti (2025): LysP8, Neubau Wohnhaus mit Gewerbe, loeligerstrub, [online] https://loeligerstrub.ch/nproject/lysp8 [abgerufen am 03.08.2025]

Abb. 8.3.3: Eingang, Federico Farinatti (2025): LysP8, Neubau Wohnhaus mit Gewerbe, loeligerstrub, [online] https://loeligerstrub.ch/nproject/lysp8 [abgerufen am 03.08.2025]

Abb. 8.3.4: Einbau Holzböden, Federico Farinatti (2025): LysP8, Neubau Wohnhaus mit Gewerbe, loeligerstrub, [online] https://loeligerstrub.ch/nproject/lysp8 [abgerufen am 03.08.2025]

Abb. 8.3.5: Laubengang, Federico Farinatti (2025): LysP8, Neu bau Wohnhaus mit Gewerbe, loeligerstrub, [online] https://loeligerstrub.ch/nproject/lysp8 [abgerufen am 03.08.2025]

Abb. 8.4.1: Aussenansicht Hobelwerk Haus D, Dario Vittani (2023), zirkular [online] https://zirkular.net/de/projekt/ho belwerk-haus-d/ [abgerufen am 03.08.2025]

Abb. 8.4.2: Balkon Haus D, Peter Tillessen (2023): Innenansicht, swiss arc digital [online] https://www.swiss-arc.ch/ de/projekt/hobelwerk-haus-d/13190363 [abgerufen am 03.08.2025]

Abb. 8.4.3: Treppenhaus Haus D, Peter Tillessen (2023): Treppe, swiss arc digital [online] https://www.swiss-arc.ch/ de/projekt/hobelwerk-haus-d/13190363 [abgerufen am 03.08.2025]

Abb. 8.4.4: Aussenansicht Haus D, Peter Tillessen (2023): An sicht, swiss arc digital [online] https://www.swiss-arc. ch/de/projekt/hobelwerk-haus-d/13190363 [abgerufen am 03.08.2025]

Abb. 8.4.5: Innenraum Küche Haus D, Peter Tillessen (2023): In nenansicht, swiss arc digital [online] https://www. swiss-arc.ch/de/projekt/hobelwerk-haus-d/13190363 [abgerufen am 03.08.2025]

Abb. 8.5.1: Aussenansicht Villa Welpeloo, Erik Stekelenburg (2009): Villa Welpeloo, archiweb [online] https:// www.archiweb.cz/en/b/vila-welpeloo [abgerufen am 04.08.2025]

Abb. 8.5.2: Detailaufnahme Loggia, Erik Stekelenburg (2009): Villa Welpeloo, archiweb [online] https://www.archi web.cz/en/b/vila-welpeloo [abgerufen am 04.08.2025]

Abb. 8.5.3: Innenansicht Bibliothek, Erik Stekelenburg (2009): Villa Welpeloo, archiweb [online] https://www.archi web.cz/en/b/vila-welpeloo [abgerufen am 04.08.2025]

Abb. 8.5.4: Innenansicht Eingang, Erik Stekelenburg (2009): Villa Welpeloo, archiweb [online] https://www.archiweb. cz/en/b/vila-wel peloo [abgerufen am 04.08.2025]

Abb. 8.5.5: Aussenansicht, Erik Stekelenburg (2009): Villa Welpe loo, archiweb [online] https://www.archiweb.cz/ en/b/vila-welpeloo [abgerufen am 04.08.2025]

Abb. 8.6.1: BlueCity Offices – Auffalten und Überlappen der Fenster, Superuse Studios (o. D.): Blue City Kantoren, Superuse [online] https:// www.superuse-stdios.com/nl/projectplus/bluecity-kantoren/[abgerufen am 07.08.2025]

Abb. 8.6.2: Innenraum, Superuse Studios (o. D.): BlueCity Kantoren, Superuse [online] https://projects.super use-studios.com/projects/blue-city/ [abgerufen am 08.08.2025]

Abb. 8.6.3: A Außenraum, Superuse Studios (o. D.): BlueCity Kan toren, Superuse [online] https://www.superuse-stu dios.com/nl/projectplus/bluecity-kantoren/ [abgerufen am 07.08.2025]

Abb. 8.6.4: Innenraum, Superuse Studios (o. D.): BlueCity Kan toren, Superuse [online] https://www.architectuur.nl/ project/circulaire-stad-bluecity/ [abgerufen am 07.08.2025]

Abb. 8.6.5: Innenraum, Superuse Studios (o. D.): BlueCity Kan toren, Superuse [online] https://www.superuse-stu dios.com/nl/projectplus/bluecity-kantoren/ [abgerufen am 08.08.2025]

Abb. 8.7.1: Museum Ningbo, Die Mehrschichtige Fassade Integ riert Die Überreste Ehemaliger DörferWang Shu's Ningbo History Museum Built From The Remains Of Demolished Villages [online] https://www.dezeen. com/2016/08/18/video-interview-wang-shu-ama teur-architecture-studio-ningbo-history-museum-movie/[abgerufean am 07.08.2025]

Abb. 8.7.2: Wapan-Technik, Ningbo Historic Museum [online] https://en.wikiarquitectura.com/building/ningbo-historic-museum/ [abgerufean am 08.08.2025]

Abb. 8.7.3: Außenraum, Wang Shu's Ningbo History Muse um Built From The Remains Of Demolished Villages online] https://www.dezeen.com/2016/08/18/video-interview-wang-shu-amateur-architecture-studio-ningbo-history-museum-movie/ [aufgerufean am 07.08.2025]

Abb. 8.7.4: Wapan Technik,Wang Shu's Ningbo History Mu seum Built From The Remains Of Demolished Vil lages[online] https://www.dezeen.com/2016/08/18/video-interview-wang-shu-amateur-architecture-studio-ningbo-history-museum-movie/ [abgerufen am 07.08.2025]

Abb. 8.7.5: Terrasse Des Museums, Ningbo Historic Museum [online] https://en.wikiarquitectura.com/building/ningbo-historic-museum/ [abgerufean am 08.08.2025]

Abb. 8.8.1: Cowan Court Am Churchill College, David Grandorge 6a Architects Completed Cowan Court At Churchill College, University Of Cambridge. [online] https://divisare.com/projects/337931-6a-architects-david-grandorge-johan-dehlin-cowan-court [abgerufen am 08.08.2025]

Abb. 8.8.2: Nahaufnahme Außen, Johan Dehlin Cowan Court at Churchill College review – a tree house in the dreaming spires [online]https://www. theguardian.com/artanddesign/2016/nov/25/churchill-college-cowan-court-review-cambridge-university-6a-architects [abgerufen am 08.08.2025]

Abb. 8.8.3: Nahaufnahme Außen 2, Johan Dehlin Cowan Court at Churchill College review – a tree house in the dreaming spires [online] https://www. theguardian.com/artanddesign/2016/nov/25/churchill-college-cowan-court-review-cambridge-university-6a-architects [abgerufen am 08.08.2025]

Abb. 8.8.4: Neue und alte Gebäude, Johan Dehlin Cowan Court at Churchill College review – a tree house in the dreaming spires [online] https://www. theguardian.com/artanddesign/2016/nov/25/churchill-college-cowan-court-review-cambridge-university-6a-architects [abgerufen am 08.08.2025]

Abb. 8.8.5: Fassade,Johan Dehlin Cowan Court at Churchill College review – a tree house in the dreaming spires [online] https://www. theguardian.com/artanddesign/2016/nov/25/churchill-college-cowan-court-review-cambridge-university-6a-architects [abgerufen am 08.08.2025]

Abb. 8.9.1: Roundhouse Works, Fassade, Fred Howarth Recycled railway sleepers clad creative centre beside Camden's Roundhouse [online] https://www.dezeen. com/2023/06/08/recycled-railway-sleepers-round house-works-camden/ [abgerufen am 10.08.2025]

Abb. 8.9.2: Pattina, Fred Howarth Neues Leben auf dem Abstellgleis [online] https:// www.ubm-development.com/magazin/roundhouse-works/ [abgerufen am09.08.2025]

Abb. 8.9.3: die Terrasse, Roundhause Works, Camden Berater London. [online] https://www.civictrustawards.org. uk/winners/roundhouse-works [abgerufen am 09.08.2025]

Abb. 8.9.4: Innenraum, Holzbau Roundhause Works, Camden Berater London. [online] https://www.civictrustawards.org.uk/winners/roundhousworks [abgerufen am 09.08.2025]

Abb. 8.9.5: Straßenansicht, Roundhause Works, Camden Berater London. [online] https://www.civictrustawards.org.uk/winners/roundhouse-works [abgerufen am 09.08.2025]

Abb. 8.10.1: Innenansicht Museumscafé Alpenstadtmuseum, Andreas Ferstl Architekten (2022): Alpenstadtmuseum Sonthofen Andreas Ferstl Architekten [online] https://a-f-a.de/portfolio/alpenstadtmuseum/ [abgerufen am 07.08.2025]

Abb. 8.10.2: Sanierungszustand, Andreas Ferstl Architekten (2022): Alpenstadtmuseum Sonthofen, Andreas Ferstl Architekten [online] https://a-f-a.de/portfolio/alpenstadtmuseum/ [abgerufen am 07.08.2025]

Abb. 8.10.3: Detailaufnahme, Andreas Ferstl Architekten (2022): Alpenstadtmuseum Sonthofen, Andreas Ferstl Architekten [online] https://a-f-a.de/portfolio/alpenstadtmuseum/ [abgerufen am 07.08.2025]

Abb. 8.10.4: Gebäudeansicht, Laura Thiesbrummel (2022): Heimatlich Hoermann [online] https://www.hoermann.de/portal/portal-61-berge/de/heimatlich/ [abgerufen am 07.08.2025]

Abb. 8.10.5: Kontext der Nutzung, Laura Thiesbrummel (2022): Hüttenatmosphäre Hoermann [online] https://www.hoermann.de/portal/portal-61-berge/de/heimatlich/ [abgerufen am 07.08.2025]

Abb. 8.11.1: Alexander Brodsky: Vodka Pavillon, Yuri Palmin (2003): Alexander Brodsky Vodka Pavilion, Divisare, [online] https://divisare.com/projects/322692 [abgerufen am 30.07.2025]

Abb. 8.11.2: Ansicht bei dämmerung, Yuri Palmin (2003): Alexander Brodsky Vodka Pavilion, Divisare, [online] https://divisare.com/projects/322692 [abgerufen am 30.07.2025]

Abb. 8.11.3: Giebelseite, Yuri Palmin (2003): Alexander Brodsky Vodka Pavilion, Divisare, [online] https://divisare.com/projects/322692 [abgerufen am 30.07.2025]

Abb. 8.11.4: Innenraum, Yuri Palmin (2003): Alexander Brodsky Vodka Pavilion, Divisare, [online] https://divisare.com/projects/322692 [abgerufen am 30.07.2025]

Abb. 8.11.5: gealterte Fassade, Yuri Palmin (2003): Alexander Brodsky Vodka Pavilion, Divisare, [online] https://divisare.com/projects/322692 [abgerufen am 30.07.2025]

Abb. 8.12.1: Alexander Brodsky: Rotunda, Yuri Palmin (2009): Alexander Brodsky Rotunda, Divisare, [online] https://divisare.com/projects/322085 [abgerufen am 30.07.2025]

Abb. 8.12.2: Rotunda bei Dämmerung, Yuri Palmin (2009): Alexander Brodsky Rotunda, Divisare, [online] https://divisare.com/projects/322085 [abgerufen am 30.07.2025]

Abb. 8.12.3: Dachterrasse, Yuri Palmin (2009): Rotunda, Architectuul., [online] https://architectuul.com/architecture/rotunda [abgerufen am 30.07.2025]

Abb. 8.12.4: Kamin und Galerie, Yuri Palmin (2009): Alexander Brodsky Rotunda, Divisare, [online] https://divisare.com/projects/322085 [abgerufen am 30.07.2025]

Abb. 8.12.5: Rotunda Innenraum, Yuri Palmin (2009): Alexander Brodsky Rotunda, Divisare, [online] https://divisare.com/projects/322085 [abgerufen am 30.07.2025]

Abb. 8.13.1: Dimitrios Kirche – Seitenfassade, Atlas Obscura (o. D.): Church of Agios Dimitrios Loumbardiaris (Saint Demetrius the Bombardier), in: Atlas Obscura [online] https://www.atlasobscura.com/places/church-of-st-dimitrios-the-bombardier/ [abgerufen am 10.08.2025]

Abb. 8.13.2: Artefakte, Atlas Obscura (o. D.): Church of Agios Dimitrios Loumbardiaris (Saint Demetrius the Bombardier), in: Atlas Obscura [online] https://www.atlasobscura.com/plces/church-of-st-dimitrios-the-bombardier/ [abgerufen am 09.08.2025]

Abb. 8.13.3: Materialsammlung, Atlas Obscura (o. D.): Church of Agios Dimitrios Loumbardiaris (Saint Demetrius the Bombardier), in: Atlas Obscura [online] https://www.atlasobscura.com/places/church-of-st-dimitrios-the-bombardier/ [abgerufen am 09.08.2025]

Abb. 8.13.4: Innenhof, Atlas Obscura (o. D.): Church of Agios Dimitrios Loumbardiaris (Saint Demetrius the Bombardier), in: Atlas Obscura [online] https://www.atlasobscura.com/places/church-of-st-dimitrios-the-bombardier/ [abgerufen am 09.08.2025]

Abb. 8.13.5: Weg zur Kirche, Atlas Obscura (o. D.): Church of Agios Dimitrios Loumbardiaris (Saint Demetrius the Bombardier), in: Atlas Obscura [online] https://www.atlasobscura.com/places/church-of-st-dimitrios-the-bombardier/ [abgerufen am 09.08.2025]

Abb. 8.14.1: Hexenhaus – Außenansicht, Ofhouses (o. D.): Alison & Peter Smithson – Hexenhaus (Witch House) for Axel Bruchhäuser, Bad Karlshafen, Hessen, Germany, in: Ofhouses [online] https://ofhouses.co post/174232086613/554-alison-peter-smithson-hexenhaus-witch/ [abgerufen am 09.08.2025]

Abb. 8.14.2: Innenraum, Ofhouses (o. D.): Alison & Peter Smithson – Hexenhaus (Witch House) for Axel Bruchhäuser, Bad Karlshafen, Hessen, Germany, in: Ofhouses [online] https://ofhouses.com/post/174232086613/554-alison-peter-smithson-hexenhaus-witch/ [abgerufen am 09.08.2025]

Abb. 8.14.3: Terrasse, Ofhouses (o. D.): Alison & Peter Smithson – Hexenhaus (Witch House) for Axel Bruchhäuser, Bad Karlshafen, Hessen, Germany, in: Ofhouses [online] https://ofhouses.com/post/174232086613/554-alison-peter-smithson-hexenhaus-witch/[abgerufen am 09.08.2025]

Abb. 8.14.4: Innenraum, Ofhouses (o. D.): Alison & Peter Smithson – Hexenhaus (Witch House) for Axel Bruchhäuser, Bad Karlshafen, Hessen, Germany, in: Ofhouses [online] https://ofhouses.com/post/174232086613/554-alison-peter-smithson-hexenhaus-witch/ [abgerufen am 09.08.2025]

Abb. 8.14.5: Anbau Steg, Ofhouses (o. D.): Alison & Peter Smithson – Hexenhaus (Witch House) for Axel Bruchhäuser, Bad Karlshafen, Hessen, Germany, in: Ofhouses [online] https://ofhouses.com/post/174232086613/554-alison-peter-smithson-hexenhaus-witch/ [abgerufen am 09.08.2025]

Abb. 8.15.1: Außenbereich, P. Buren, Nancy HLL, [online] https://arquiscopio.com/archivo/2013/01/13/vivienda-prefabricada-en-nancy/?lang=en [abgerufen am 09.08.2025]

Abb. 8.15.2: Montage, The Jean Prouvé House, Nancy, Collection SCE Jean Prouvé, [online] https://www.jeanprouve.com/fiche/1954-3 [abgerufen am 09.08.2025]

Abb. 8.15.3: Haus mit Garden, Nancy HLL, [online] https://arquiscopio.com/archivo/2013/01/13/vivienda-prefabricada-en-nancy/?lang=en [abgerufen am 09.08.2025]

Abb. 8.15.4: Haushaltsgläser (óculos) The typical household óculos. De la película The House of Jean Prouvé. Les

Films d'Ici. [online] https://arquiscopio.com/archivo/2013/01/13/vivienda-prefabricada-en-nancy/?lang=en [abgerufen am 09.08.2025]

Abb. 8.15.5: View of the exterior from the main area of stay. Image:Pierre Olivier Deschamps Nancy HLL, [online] https://arquiscopio.com/archivo/2013/01/13/vivienda-prefabricada-en-nancy/?lang=en [abgerufen am 09.08.2025]

Abb. 8.16.1: Innenraumansicht, Rasmus Hjortshoj (2018): alte Fenster von verlassenen Gebäuden in Nordjütland wurden zur neuen Südfassade arrangiert, baunetzwissen [online] https://www.baunetzwissen.de/nachhaltig-bauen/objekte/wohnen/upcycle-studios-in-kopenhagen-7674826/gallery-1/5 [abgerufen am 07.08.2025]

Abb. 8.16.2: Aussenansicht, Rasmus Hjortshoj (2018): Lendager Architekten planten die Reihenhäuser auf einem langen und schmalen Grundstück in Orestad Süd, baunetzwissen [online] https://www.baunetzwissen.de/nachhaltig-bauen/objekte/wohnen/upcycle-studios-in-kopenhagen-7674826/gallery-1/5 [abgerufen am 07.08.2025]

Abb. 8.16.3: Rohoberflächen, Rasmus Hjortshoj (2018): neben den privaten Räumen können nach Bedarf weitere Räume dazugemietet oder gemeinschaftlich geteilt werden, baunetzwissen [online] https://www.baunetzwissen.de/nachhaltig-bauen/objekte/wohnen/upcycle-studios-in-kopenhagen-7674826/gallery-1/5 [abgerufen am 07.08.2025]

Abb. 8.16.4: Ansicht Patchwortfenster, Rasmus Hjortshoj (2018): ein Mosaik aus wiederverwendeten Holzrahmen prägt die Glasfront an der Südseite, bauwelt [online] https://www.bauwelt.de/rubriken/bauten/upcycle-studios-kopenhagen-lendager-arc-3547843.html [abgerufen am 07.08.2025]

Abb. 8.16.5: 1.OG Innenraum, Rasmus Hjortshoj (2018): neben den privaten Räumen können nach Bedarf weitere Räume dazugemietet oder gemeinschaftlich geteilt werden, baunetzwissen [online] https://www.baunetzwissen.de/nachhaltig-bauen/objekte/wohnen/upcycle-studios-in-kopenhagen-7674826/gallery-1/5 [abgerufen am 07.08.2025]

Abb. 8.17.1: Circus Canteen, Ishita Sitwala (2022): The Circus Canteen interior is a „collage of unwanted items", dezeen [online] https://www.dezeen.com/2022/10/21/circus-canteen-restaurant-interior-india-collage-unwanted-items/ [aufgerufean am 12.08.2025]

Abb. 8.17.2: individuelle Sitzecke, Ishita Sitwala (2022): The Circus Canteen interior is a „collage of unwanted items", dezeen [online] https://www.dezeen.com/2022/10/21/circus-canteen-restaurant-interior-india-collage-unwanted-items/ [aufgerufean am 12.08.2025]

Abb. 8.17.3: Wandgestaltung, Ishita Sitwala (2022): The Circus Canteen interior is a „collage of unwanted items", dezeen [online] https://www.dezeen.com/2022/10/21/circus-canteen-restaurant-interior-india-collage-unwanted-items/ [aufgerufean am 12.08.2025]

Abb. 8.17.4: konstruktive Varianz, Ishita Sitwala (2022): The Circus Canteen interior is a „collage of unwanted items", dezeen [online] https://www.dezeen.com/2022/10/21/circus-canteen-restaurant-interior-india-collage-unwanted-items/ [aufgerufean am 12.08.2025]

Abb. 8.17.5: Designte Möbel, Ishita Sitwala (2022): The Circus Canteen interior is a „collage of unwanted items", dezeen [online] https://www.dezeen.com/2022/10/21/circus-canteen-restaurant-interior-india-collage-unwanted-items/ [aufgerufean am 12.08.2025]

Abb. 8.18.1: Rescource Row, Lendager (2025): Resource Rows - Lendager, Lendager, [online] https://lendager.com/project/resource-rows/ [aufgerufean am 12.08.2025]

Abb. 8.18.2: Straßenansicht, Lendager (2025): Resource Rows - Lendager, Lendager, [online] https://lendager.com/project/resource-rows/ [aufgerufean am 12.08.2025]

Abb. 8.18.3: dachhäuser, Lendager (2025): ResourceRows - Lendager, Lendager, [online] https://lendager.com/project/resource-rows/ [aufgerufean am 12.08.2025]

Abb. 8.18.4: Ausschneiden der Mauerwerksmodule, Lendager (2025): Resource Rows - Lendager, Lendager, [online] https://lendager.com/project/resource-rows/ [aufgerufean am 12.08.2025]

Abb. 8.18.5: Fassadengestaltung, Lendager (2025): Resource Rows - Lendager, Lendager, [online] https://lendager.com/project/resource-rows/ [aufgerufean am 12.08.2025]

Abb. 8.19.1: The Daily Courtyard House, Dailly - Mamout Architects (o. D.): [online] https://www.mamout.be/projects/dailly [abgerufen am 18.11.2025]

Abb. 8.19.2: Stahlbetonbogen, Dailly - Mamout Architects (o. D.): [online] https://www.mamout.be/projects/dailly [abgerufen am 18.11.2025]

Abb. 8.19.3: Ziegelwand, Dailly - Mamout Architects (o. D.): [online] https://www.mamout.be/projects/dailly [abgerufen am 18.11.2025]

Abb. 8.19.4: Sichtbare Stürze, Dailly - Mamout Architects (o. D.): [online] https://www.mamout.be/projects/dailly [abgerufen am 18.11.2025]

Abb. 8.19.5: Farbvariationen, Last, Katie/Katie Last (2023): Mamout reclaims materials from demolished warehouse for Belgian courtyard house, in: Dezeen, 26.12.2023, [online] https://www.dezeen.com/2023/12/26/mamout-dailly-house-reclaimed-materials/ [abgerufen am 18.11.2025]

Abb. 8.20.1: Circular Pavillon, Heureux, Encore (2024): Le pavillon circulaire, Encore Heureux, [online] https://encoreheureux.org/fr/projets/pavillon-circulaire [abgerufen am 18.11.2025]

Abb. 8.20.2: Innenraum, Valenzuela, Karen (2024): The Circular Pavilion / ENCORE HEUREUX Architectes, ArchDaily, [online] https://www.archdaily.com/778972/the-circular-pavilion-encore-heureux-architects [abgerufen am 18.11.2025]

Abb. 8.20.3: Montage, Circular Pavillon, Heureux, Encore (2024): Le pavillon circulaire, Encore Heureux, [online] https://encoreheureux.org/fr/projets/pavillon-circulaire [abgerufen am 18.11.2025]

Abb. 8.20.4: Dachkonstruktion, Circular Pavillon, Heureux, EncoreAbb. 8.21.1: Dachziegel als Fassadensystem, Vandkunsten Architects (2017): NBCR – Vandkunsten, Vandkunsten Architects [online] https://vandkunsten.com/content/2019/01/NBCR-20170201-web.pdf [abgerufen am 28.02.2026]

Abb. 8.20.5: Aufgefaltetes Dach, Circular Pavillon, Heureux, Encore (2024): Le pavillon circulaire, Encore Heureux, [online] https://encoreheureux.org/fr/projets/pavillon-circulaire [abgerufen am 18.11.2025]

Abb. 8.21.1: Dachziegel als Fassadensystem, Vandkunsten Architects (2017): NBCR – Vandkunsten, Vandkunsten Architects [online] https://vandkunsten.com/content/2019/01/NBCR-20170201-web.pdf [abgerufen am 28.02.2026]

Abb. 8.21.2: Prototyp Metall, Vandkunsten Architects (2017): NBCR – Vandkunsten, Vandkunsten Architects [online]https://vandkunsten.com/content/2019/01/NBCR-20170201-web.pdf [abgerufen am 28.02.2026]

Abb. 8.21.3: Fenster zu Trennwand, Vandkunsten Architects (2017): NBCR – Vandkunsten, Vandkunsten Architects [online] https://vandkunsten.com/content/2019/01/NBCR-20170201-web.pdf [abgerufen am 28.02.2026]

Abb. 8.21.4: Prototyp Betonplatten, Vandkunsten Architects (2017): NBCR – Vandkunsten, Vandkunsten Architects [online] https://vandkunsten.com/content/2019/01/NBCR-20170201-web.pdf [abgerufen am 28.02.2026]

Abb. 8.21.5: Schindeln aus Altblech, Vandkunsten Architects (2017): NBCR – Vandkunsten, Vandkunsten Architects [online] https://vandkunsten.com/content/2019/01/NBCR-20170201-web.pdf [abgerufen am 28.02.2026]

Abb. 8.21.6: Belüftungsrohre als Schindeln, Vandkunsten Architects (2017): NBCR – Vandkunsten, Vandkunsten Architects [online] https://vandkunsten.com/content/2019/01/NBCR-20170201-web.pdf [abgerufen am 28.02.2026]

Abb. 8.21.7: Glasbausteine, Vandkunsten Architects (2017): NBCR – Vandkunsten, Vandkunsten Architects [online] https://vandkunsten.com/content/2019/01/NBCR-20170201-web.pdf [abgerufen am 28.02.2026]

Abb. 8.21.8: Glasinnenwand, Vandkunsten Architects (2017): NBCR – Vandkunsten, Vandkunsten Architects [online] https://vandkunsten.com/content/2019/01/NBCR-20170201-web.pdf [abgerufen am 28.02.2026]

Abb. 8.21.9: Verbindungsdetail, Vandkunsten Architects (2017): NBCR – Vandkunsten, Vandkunsten Architects [online] https://vandkunsten.com/content/2019/01/NBCR-20170201-web.pdf[abgerufen am 28.02.2026]

LITERATURVERZEICHNIS

VORWORT

Bocksch, René (2025): Anmerkung: „Im Jahr 2020 hat die von Menschen geschaffene Masse erstmals die gesamte lebende Biomasse der Erde übertroffen. Während 1960 noch rund 1,1 Teratonnen (1,1 Billion Tonnen) Biomasse lediglich 0,12 Teratonnen anthropogener Masse gegenüberstanden, hat sich das Verhältnis seither dramatisch verschoben. Laut einer im Fachjournal Nature veröffentlichten Studie wog die menschengemachte Masse im Jahr 2020 rund 1,15 Teratonnen – und damit mehr als alle Pflanzen, Tiere und Mikroorganismen zusammen." https://de.statista.com/infografik/34853/geschaetztes-trockengewicht-der-biomasse-und-der-menschengemachten-masse/ (Stand: 14.03.2026)

Browning, Robert (1855): Anmerkung: „Less is more" is often misattributed to Fuller or to Ludwig Mies van der Rohe and it has become a prominent motto for minimalist philosophies. It was actually used much earlier in Robert Browning's „Andrea del Sarto" (1855), and the similar German phrase „minder ist oft mehr " by Christoph Martin Wieland in Der Teutsche Merkur (1774). The expression „...doing more with less" is part of Fuller 's definition of Ephemeralization, https://beruhmte-zitate.de/autoren/richard-buckminster-fuller/_13.03.2026.

Buckminster Fuller, Richard (1938): Frei nach Richard Buckminster Fullers Ephemeralization.

Buckminster Fuller, Richard (1974): People magazine, https://beruhmte-zitate.de/autoren/richard-buckminster-fuller/ (Stand: 13.03.2026).

Buckminster Fuller, Richard (1981 - 1): Norie Huddle interview, https://beruhmte-zitate.de/autoren/richard-buckminster-fuller/ (Stand: 13.03.2026).

Buckminster Fuller, Richard (1981 - 2): Critical Path, https://beruhmte-zitate.de/autoren/richard-buckminster-fuller/ (Stand: 13.03.2026).

Buckminster Fuller, Richard (1983): Only Integrity is Going to Count, https://beruhmte-zitate.de/autoren/richard-buckminster-fuller/ (Stand: 13.03.2026).

Rahmstorf, S. und Schellnhuber, H.J. (2006): Der Klimawandel, H.C. Beck oHG München, 9. Auflage, 2019, S. 109.

Wikipedia (2026): https://en.wikipedia.org/wiki/Ephemeralization (Stand: 13.03.2026).

TEIL 1: GRUNDLAGEN DER BAUTEILZIRKULATION

1.1 WAS IST DAS ÜBRIGE?

Nielsen, S. (2022): Re-Narrative Theory, in: Prof. Hillebrandt, A., Sonnborn, C. (Hrsg.): re-narrated, Wuppertal, S. 8.

1.2: BAUTEILBÖRSEN

bauteilnetz[1] (o.J.): „European Circle", Bauteilnetz Deutschland, [online] Available at: https://www.swiss-architects.com/de/architecture-news/gefunden/bauen-im-bestand-gewinnt#:~:text=Barbara%20Buser%20ist%20diplomierte%20Architektin,%2DPlatter%2DAreals%20in%20Basel (Accessed 15 Juli 2025)

bauteilnetz[2] (o.J.): „Die Idee", Bauteilnetz Deutschland, [online] Available at: https://www.swiss-architects.com/de/architecture-news/gefunden/bauen-im-bestand-gewinnt#:~:text=Barbara%20Buser%20ist%20diplomierte%20Architektin,%2DPlatter%2DAreals%20in%20Basel (Accessed 15 Juli 2025)

bauteilnetz[3] (o.J.): „Regionale Bauteilbörsen", Bauteilnetz Deutschland, [online] Available at: https://www.bauteilnetz.de/bauteilnetz/website/stdws_adresse/bauteilboersen.html (Accessed 15 Juli 2025)

CirCoFin (o.J.): „Project Overview", CirCoFin, [online] Available at: https://circofin.eu/about (Accessed 14 Juli 2025)

Concular (o.J.): „Was wir tun", Concular, [online] Available at: https://concular.de/uber-concular/ (Accessed 11 Juli 2025)

Göres, Joachim (2018): „Neues Leben für alte Bauteile", Süddeutsche Zeitung, [online] Available at: https://www.sueddeutsche.de/wirtschaft/recycling-neues-leben-fuer-alte-bauteile-1.4031975 (Accessed 8 Juli 2025)

Koeberle, Susanna (2020): „Bauen im Bestand gewinnt", Swiss-Architects, [online] Available at: https://www.swiss-architects.com/de/architecture-news/gefunden/bauen-im-bestand-gewinnt#:~:text=Barbara%20Buser%20ist%20diplomierte%20Architektin,%2DPlatter%2DAreals%20in%20Basel (Accessed 9 August 2025)

restado (o.J.): „Unsere Vision", restado, [online] Available at: https://restado.de/ueber-restado/ (Accessed 13 Juli 2025)

TEIL 1.3: KREISLAUFSYSTEME VON BAUPRODUKTEN

BDEW (2022): PV-Anlagen: Im Angesicht der Entsorgungswelle, bdew, [online] https://www.bdew.de/online-magazin-zweitausend50/stoffwechsel/pv-anlagen-im-angesicht-der-entsorgungswelle/ [abgerufen am 25.07.2025].

Bürgi, Remo (2024): So funktioniert das Recycling von Photovoltaikanlagen, energie-experten, [online] https://www.energie-experten.ch/de/wissen/detail/so-funktioniert-das-recycling-von-photovoltaikanlagen.html [abgerufen am 25.07.2025].

Bristogianni, T. & Oikonomopoulou, F. (2022) "Glass up casting", Glass Structures & Engineering, 7(1), pp. 55–73.

Bundesverband Flachglas (2019) „12 Fakten zum Flachglasrecycling." Available at: https://www.bundesverband-flachglas.de/wp-content/uploads/simple-file-list/bf-flyer-broschueren/BF-Factsheet_Flachglasrecycling_final.pdf (Accessed: 11 August 2025).

Chemie.de (o. J.): Pyrolyse, chemie.de, [online] https://www.chemie.de/lexikon/Pyrolyse.html [abgerufen am 01.08.2025].

Deloitte Sustainability (2016) "Economic Study on Recycling of Building Glass in Europe" Brussels: Glass for Europe.

Enargus (o. J.): Pyrolyse, EnArgus, [online] https://www.enargus.de/pub/bscw.cgi/d9094-2/*/*/Pyrolyse?op=Wiki.getwiki&search=Akteur [abgerufen am 01.08.2025].

Erdgas Südwest (2025): Wie funktioniert das Recycling von Photovoltaik-Modulen?, natürlichZukunft, [online] https://www.erdgas-suedwest.de/natuerlichzukunft/recycling-photovoltaikanlagen/ [abgerufen am 25.07.2025].

Espazium (2024) „Kreislauf Fensterglas: Fenster wiederverwenden statt deponieren". Available at: https://www.espazium.ch/de/aktuelles/kreislauf-fensterglas (Accessed: 16 July 2025).

Fraunhofer IRB (2019) „Recycling von Flachglas im Bauwesen". Stuttgart: IRB Verlag.

Galimshina, A., Steubing, B. and Wäger, P. (2021) "What is the optimal robust environmental and cost-effective solution for building renovation? Not the usual one", Energy and Buildings, 251, 111329.

Glasstec (2022) " Fachartikel Nr. 4: Flachglas-Recycling". Available at: https://www.glasstec.de/de/Fachartikel_Nr._4_Flachglas-Recycling?local_lang=2 (Accessed: 11 August 2025).

Glass for Europe (2024) "Reuse, Remanufacturing, Recycling: The Case of Glass for Buildings". Available at: https://glassforeurope.com (Accessed: 16 July 2025).

Hommel de Mendonça, Sarah (2024): Photovoltaik-Recycling – bis zu 99 Prozent Rückgewinnung möglich, Intersolar Europe, [online] https://www.intersolar.de/neuigkeiten/recycling-von-photovoltaikmodulen [abgerufen am 26.07.2025].

MDPI (2022) "Toward Circular Supply Chains for Flat Glass: Challenges of CLSCs", Sustainability, 14(19), 12110.

Reiling Unternehmensgruppe (o.J.): PHOTOVOLTAIK RECYCLING, Reiling, [online] https://www.reiling.de/photovoltaik-recycling [abgerufen am 26.07.2025].

Recovery Worldwide (2024) "Glass Recycling: Current Market Trends". Available at: https://www.recovery-worldwide.com (Accessed: 16 July 2025).

[21] BUILTWORLD GmbH: Building Circular - Re:Unit: Nachhaltiges Bauen mit 100% wiederverwendbaren Gipsplatten (10.10.2024), www.builtworld.com [online, Video-Podcast], URL: https://www.builtworld.com/event/reunit-nachhaltiges-bauen-mit-100-wiederverwendbaren-gipsplatten [abgerufen am 21.05.2025].

[22] Saint-Gobain Ecophon AB: SoundCircularity™ Recycling mit Ecophon, www.ecophon.com [online], URL: https://www.ecophon.com/de/about-ecophon/sustainability/soundcircularity/ [abgerufen am 21.05.2025].

[23] SAINT-GOBAIN ISOVER G+H AG: Recycling und Entsorgung mit ISOVER, www.isover.de [online], URL: https://www.isover.de/recycling-und-entsorgung-mit-isover [abgerufen am 31.05.2025].

[24] SAINT-GOBAIN ISOVER G+H AG: RÜCKNAHME NACH RÜCKBAU - Objektbezogene Herstellererklärung, www.isover.de [online], URL: https://www.isover.de/documents/broschure/herstellererklearung-eaSyeco-isover.pdf [abgerufen am 31.05.2025].

[25] SAINT-GOBAIN RIGIPS GmbH: Rücknahme nach Rückbau – versprochen!, www.rigips.de [online], URL: https://www.rigips.de/ruecknahme-nach-rueckbau-versprochen [abgerufen am 31.05.2025].

[26] AUSTROTHERM DÄMMSTOFFE GmbH: Austrotherm Recycling Service „come back", www.austrotherm.de [online], URL: https://www.austrotherm.de/kontakt/presse/austrotherm-recycling-service-come-back [abgerufen am 31.05.2025].

[27] Saint-Gobain Weber GmbH: weber.therm circle | Das erste sortenrein rückbaubare WDVS, www.de.weber [online], URL: https://www.de.weber/innovationen/fassade/circle [abgerufen am 29.05.2025].

[a] 3S Swiss Solar Solutions AG: Bild PV-Modul, www.3s-solar.swiss [online], URL: https://www.3s-solar.swiss/hubfs/TeraSlate%20Rendering%20Schatten%20transparent.png [abgerufen am 16.07.2025].

[b] Dornbracht GmbH & Co. KG: Bild Dornbach-ReCrafted Armatur, www. dornbracht-recrafted.shop [online], URL: https://dornbracht-recrafted.shop/products/xn-33500661 [abgerufen am 16.07.2025].

[c] DEUTSCHE ROCKWOOL GmbH & Co. KG: Bild Klemmrock 035, www.rockwool.com [online], URL: https://www.rockwool.com/de/produkte/produktuebersicht/klemmrock/#Downloads,ArbeitshilfenundVerarbeitung [abgerufen am 16.07.2025].

[d] Tarkett Holding GmbH: Bild Desso AirMaster Tierra Gold, www. boden.objekt.tarkett.de [online], URL: https://boden.objekt.tarkett.de/de_DE/bodenbelag-produktansicht-C001747-desso-airmaster-tierra-gold/airmaster-tierra-gold-ab48-9505 [abgerufen am 16.07.2025].

[e] BASF SE: Bild Styrodur® 2800 C, www.styrodur.de [online], URL: https://www.styrodur.de/portal/basf/de/dt.jsp?setCursor=1_1223462&seite=styrodur-2800 [abgerufen am 16.07.2025].

[f] Xella Deutschland GmbH: Bild Ytong Planblock, www.xella.de [online], URL: https://www.xella.de/de_DE/ytong/planblock [abgerufen am 16.07.2025].

[g] re:unit GmbH: Bild re:unit GK-Platte, www.builtworld.com [online], URL: https://www.builtworld.com/event/reunit-nachhaltiges-bauen-mit-100-wiederverwendbaren-gipsplatten [abgerufen am 16.07.2025].
[h] Saint-Gobain Ecophon AB: Bild Ecophon Solo™ Circle, www.ecophon.com [online], URL: https://www.ecophon.com/de/ecophon/free-hanging-units-and-baffles/solo/solo-circle/ [abgerufen am 16.07.2025].

[i] SAINT-GOBAIN ISOVER G+H AG: Bild Akustic SSP 1, www.isover.de [online], URL: https://www.isover.de/produkte/akustic-ssp-1-schalldaemmung-fuer-akustikdecken [abgerufen am 16.07.2025].

[j] AUSTROTHERM DÄMMSTOFFE GmbH: Bild Austrotherm XPS, www.austrotherm.de [online], URL: https://www.austrotherm.de/fileadmin/user_upload/DE/Homepageslider/Austrotherm_header_1080x400_2_8_.jpg [abgerufen am 16.07.2025].

[k] Saint-Gobain Weber GmbH: Bild weber.therm circle, www.de.weber [online], URL: https://www.de.weber/files/de/pictures/2021-08/weber.therm_circle_Systemaufbau.png
[abgerufen am 16.07.2025].

TEIL 2: GESTALTUNG

TEIL 2.1: AUS DER LITERATUR

2.1.1: COLLAGE CITY - COLIN ROWE UND FRED KOETTER - 1978

Rowe, Colin/Fred Koetter (1978): Collage City, Cambridge, MA: MIT Press.

Senakocakaya, Suna (2015): Collage City, WordPress, (online) https://senakocakaya.wordpress.com/2015/06/04/1225/ (abgerufen am 10.08.2025).
Looking@Cities (2018): The Plan Game – The Origins of Collage City, Looking@Cities, (online) https://lookingatcities.info/2018/09/05/the-plan-game-the-origins-of-collage-city/ (abgerufen am 10.08.2025).

Holmik, Kaja/Muminovic, Mimo (2023): A Critical Reappraisal of Collage City in Contemporary Urban Design, in: Athens Journal of Architecture, 9(2), S. 115–132, (online) https://www.athensjournals.gr/architecture/2023-9-2-1-Holmik.pdf (abgerufen am 10.08.2025)

2.1.2 DAS WILDE DENKEN - LEVI STRAUSS - 1973

Strauss, Levi (1973): Das wilde Denken, 20. Auflage: Suhrkamp Verlag

2.1.3 ARCHITEKTUR OHNE ARCHITEKTEN - Bernard Rudofsky 1964

Bernard Rudofsky: Architecture Without Architects 1964, Museum of Modern Art, New York

Bernard Rudofsky + Berta Rudofsky: Architektur Ohne Architekten 1989, Residenz Verlag

Jencks, Charles & Silver, Nathan (1972): Adhocism The case for improvisation, Digitalausgabe von 2013: The MIT Press

TEIL 2.2: AUS DER KUNST

Baunetz (2024): Marcel Raymaekers: Second-Hand-Häuser in Belgien, Baunetz, (online)
https://www.baunetz.de/meldungen/Meldungen-Marcel_Raymaekers-_Second-Hand-Haeuser_in_Belgien_8508521.html (abgerufen am 08.08.2025)

Detail (o. J.): Marcel Raymaekers – Pionier der zirkularen Architektur, Detail, (online)
https://www.detail.de/de_de/marcel-raymaekers-pionier-der-zirkularen-architektur (abgerufen am 10.08.2025)

Kunst-Zeiten (o. J.): Dada – Allgemein, Kunst-Zeiten, (online)
https://www.kunst-zeiten.de/Dada-Allgemein (abgerufen am 08.08.2025)

MoMA (2012): In Search of Lost Art: Kurt Schwitters's Merzbau, Museum of Modern Art, (online)
https://www.moma.org/explore/inside_out/2012/07/09/in-search-of-lost-art-kurt-schwitterss-merzbau/ (abgerufen am 08.08.2025)

Rotor (o. J.): Ad Hoc Baroque: Marcel Raymaekers' Salvage Architecture, Postwar Belgium, Rotor, (online)
https://rotordb.org/en/projects/ad-hoc-baroque-marcel-raymaekers-salvage-architecture-postwar-belgium (abgerufen am 08.08.2025)

Kunsthaus Artes (o. J.): Was ist Surrealismus?, Kunsthaus Artes Magazin, (online)
https://www.kunsthaus-artes.de/magazin/was-ist-surrealismus/ (abgerufen am 08.08.2025)

Tate (o. J.): Abject Art, Tate Glossary, (online)
https://www.tate.org.uk/art/art-terms/a/abject-art (abgerufen am 09.08.2025)

Akahane-Bryen, S. (2019): Architecture and Abjection, in: Journal of International Social and Political Anthropology, 4(1), S. 15–35, (online)
https://ojs.library.okstate.edu/osu/index.php/jispa/article/view/7874/7279 (abgerufen am 09.08.2025)
Reynolds, M. (1990). Earthship: How to build your own. Taos, NM: Solar Survival Press.

2.3 GESTALTUNGSGRUNDSÄTZE

ARCHDAILY 2015. HUB 67 / LYN ATELIER. ARCHDAILY. VERFÜGBAR UNTER: https://www.archdaily.com/769290/hub-67-lyn-atelier [abgerufen am 10.02.2026]

Beutelspacher, A. & Petri, B., 1996. Der Goldene Schnitt. 2. Aufl. Heidelberg; Berlin: Spektrum Akademischer Verlag.

Planet Wissen [o. J.], Mathematik: Der Goldene Schnitt, Planet Wissen. Online verfügbar unter: [https://www.planet-wissen.de/natur/forschung/mathematik/pwiedergoldeneschnitt100.html] [abgerufen am 10.07.2025]

Rainbowprint [o. J.], Komplementärfarben – Bedeutung & Wirkung einfach erklärt, Rainbowprint Blog, online verfügbar unter: [https://www.rainbowprint.de/blog/komplementaerfarben] [abgerufen am 10.07.2025].

2.4 GESTALTUNGSTECHNIKEN

6a architects – Cowan Court (o. D.): [online] https://www.6a.co.uk/projects/more/cowan-court. [aufgerufean am 12.08.2025]

Architects´Journal (2023): Case study: Roundhouse Works by Paddy Dillon, Reed Watts Architects and Allies and Morrison, The Architects' Journal, [online] https://www.architectsjournal.co.uk/specification/case-study-

roundhouse-works-by-paddy-dillon-reed-watts-architects-and-allies-and-morrison [abgerufen am 04.08.2025]

Barba, Federico García (2013): Nancy HLL, Arquiscopio - Archive, [online] https://arquiscopio.com/archivo/2013/01/13/vivienda-prefabricada-en-nancy/?lang=en [abgerufen am 08.08.2025]

Anton Gorlenko/Anton Gribanov (2019): REPLICA, in: Matthew Hearn/Emma Jones (Hrsg.), Archi-ru, [online] https://archi.ru/files/files_uploaded/1464.pdf [abgerufen am 22.10.2025]

Buur, Stine Liv (2022): The Maison Jean Prouvé: An interview with Catherine Prouvé, Vitra, [online] https://www.vitra.com/en-un/magazine/details/the-maison-jean-prouve?srsltid=AfmBOooMDp7OAOJPxgCp61dLeHoF5r0Xjifd2in4ijX7e6sWB5nTtPK_ [abgerufen am 05.08.2025]

Comi, Irene Sofia (2022): Jean Prouvé: "There is no
difference between building a piece of furniture and a building", [online] https://www.domusweb.it/en/biographies/jean-prouv.html. [abgerufen am 12.08.2025]

dezeen (2016): Wang Shu's Ningbo History Museum built from the remains of demolished villages, [Youtube] https://www.youtube.com/watch?v=lgSvdJxAy_0 [abgerufen am 01.08.2025]

Import.export Architecture - Stadmussen (2017): Divisare, [online] https://divisare.com/projects/339951-import-export-architecture-stadmussen [abgerufen am 22.10.2025]

Lendager Group (2020): sustainability upcycle studios & the resource rows, [online] https://nrep.com/wp-content/uploads/2020/11/200923_Upcycle-Studios-RR-LCALCC_NREP.pdf [abgerufen am 10.08.2025]

Merrick, Jay (2020): Is 6a architects' Cowan Court really timber Brutalism?, The Architects' Journal, [online] https://www.architectsjournal.co.uk/buildings/is-6a-architects-cowan-court-really-timber-brutalism. [abgerufen am 12.08.2025]

Milton, Matt (2025a): A new life for old railway sleepers: cladding a creative hub for young people, Timber Development UK, [online] https://timberdevelopment.uk/roundhouse-works-cladding/ [abgerufen am 12.08.2025]

Milton, Matt (2025b): RECLAIMED CLADDING AT ROUNDHOUSE WORKS, Roundhouse Works, Timber Development UK, [online] https://www.timberdevelopment.uk2 [abgerufen am 01.08.2025]

Raumlabor: Officina Roma (o. D.): raumlaborberlin.net, [online] https://raumlabor.net/officina-roma/ [abgerufen am 12.08.2025]

SDC (2025): Cowan Court - SDC, SDC, [online] https://www.sdc.co.uk/projects/cowan-court/ [abgerufen am 06.08.2025]

Smithson, Alison Margaret/Peter Smithson/Beatriz Colomina/Max Risselada/Dirk Van den Heuvel (2004): Alison and Peter Smithson : from the House of the Future to a house of today, Rotterdam, Niederlande: 010 Publishers, Bd. 2009, [online] https://books.google.de/books/about/Alison_and_Peter_Smithson.html?id=PbT8SWIOHNgC&redir_esc=y [abgerufen am 06.08.2025]

Tduk (2024): Cowan Court : Timber Development UK, Timber Development UK, [online] https://timberdevelopment.uk/case-studies/cowan-court-mussen [abgerufen am 22.10.2025]

Lendager Group (2020): sustainability upcycle studios & the resource rows, [online] https://nrep.com/wp-content/uploads/2020/11/200923_Upcycle-Studios-RR-LCALCC_NREP.pdf [abgerufen am 10.08.2025]

Merrick, Jay (2020): Is 6a architects' Cowan Court really timber Brutalism?, The Architects' Journal, [online] https://www.architectsjournal.co.uk/buildings/is-6a-architects-cowan-court-really-timber-brutalism. [abgerufen am 12.08.2025]

Milton, Matt (2025a): A new life for old railway sleepers: cladding a creative hub for young people, Timber Development UK, [online] https://timberdevelopment.uk/roundhouse-works-cladding/ [abgerufen am 12.08.2025]

Milton, Matt (2025b): RECLAIMED CLADDING AT ROUNDHOUSE WORKS, Roundhouse Works, Timber Development UK, [online] https://www.timberdevelopment.uk2 [abgerufen am 01.08.2025]

Raumlabor: Officina Roma (o. D.): raumlaborberlin.net, [online] https://raumlabor.net/officina-roma/ [abgerufen am 12.08.2025]

SDC (2025): Cowan Court - SDC, SDC, [online] https://www.sdc.co.uk/projects/cowan-court/ [abgerufen am 06.08.2025]

Smithson, Alison Margaret/Peter Smithson/Beatriz Colomina/Max Risselada/Dirk Van den Heuvel (2004): Alison and Peter Smithson : from the House of the Future to a house of today, Rotterdam, Niederlande: 010 Publishers, Bd. 2009, [online] https://books.google.de/books/about/Alison_and_Peter_Smithson.html?id=PbT8SWIOHNgC&redir_esc=y [abgerufen am 06.08.2025]

Tduk (2024): Cowan Court : Timber Development UK, Timber Development UK, [online] https://timberdevelopment.uk/case-studies/cowan-court-churchill-college-cambridge/ [abgerufen am 06.08.2025]

Wainwright, Oliver (2020): Cowan Court at Churchill College review – a treehouse in the dreaming spires, in: The Guardian, 23.09.2020, [online] https://www.theguardian.com/artanddesign/2016/nov/25/churchill-college-cowan-court-review-cambridge-university-6a-architects [abgerufen am 05.08.2025]

Yan, Grace Ong (o. D.): The infinite spontaneity of tradition, The Pritzker Architecture Prize, The Hyatt Foundation / The Pritzker Architecture Prize, [online] https://www.pritzkerprize.com/sites/default/files/file_fields/field_files_inline/2012_essay.pdf [abgerufen am 31.07.2025]

TEIL 3: KONSTRUKTION

3.1: HISTORISCHE TRAGWERKE

Mutter Fourage (2021): Das Zollingerdach der Mutter Fourage in Berlin-Wannsee, Mutter Fourage, [online] https://mutterfourage.de/zollingerdach/

Reinboth, Von Lutz (2024): Zollingerdach: Dachtragwerk mit langer Geschichte, Dach+Holzbau, [online] https://www.dach-holzbau.de/artikel/zollingerdach-dachtragwerk-mit-langer-geschichte-2591996.html.

Schnitzerund (o. D.): Studierende bauen Zollinger Lamellendach für Schulaula in Tansania | Schnitzer&, Schnitzer&, [online] https://sonst.schnitzerund.de/sonst/netzwerk/studierende-bauen-zollinger-lamellendach-fuer-schulaula-in-tansania.

3.2: KONSTRUKTIONSTECHNIKEN

Dezeen (2025): Slaatto Morsbøl creates pavilion for the Copenhagen Architecture Biennial, in: Dezeen, 18.09.2025, [online] https://www.dezeen.com/2025/09/18/slaatto-morsbol-copenhagen-architecture-biennial-pavilion/
[abgerufen am 14.02.2026]

STIRworld (2025): Slowness as metaphor and blueprint at

the Copenhagen Architecture Biennial, in: STIRworld, [online] https://www.stirworld.com/see-features-slowness-as-metaphor-and-blueprint-at-the-copenhagen-architecture-biennial
[abgerufen am 14.02.2026]

ArchUp (2025): Copenhagen Biennale 2025 and sustainable architecture pavilion, in: ArchUp, [online] https://archup.net/copenhagen-biennale-2025-sustainable-architecture/
[abgerufen am 14.02.2026]

TEIL 5: SEMESTERARBEITEN SOSE 2025
5.1 FORSCHUNG IM SOMMERSEMESTER 25

Jencks, C., Silver, N. (2013): ADHOCISM: The Case for improvisation, Cambridge: MIT Press, S. 73.

Lévi-Strauss, C. (2022): Das wilde Denken, 20. Auflage, Frankfurt am Main: Suhrkamp, S. 30.

Moravánszky, Á. (2021): Der Kreislauf der Bausteine – Stichworte zu einer Ökologie des Bauens, in: Stricker, E., Brandi, G., Sonderegger, A., Angst, M., Buser, B., Massmünster, M. (Hrsg.): Bauteile wiederverwenden. Ein Kompendium zum zirkulären Bauen, Zürich: Park Books, S. 23.

Nielsen, S. (2022): Re-Narrative Theory, in: Prof. Hillebrandt, A., Sonnborn, C. (Hrsg.): re-narrated, Wuppertal, S. 8, S. 93.

Renaud, F. (2021): Aus Mangel, in: Stricker, E., Brandi, G., Sonderegger, A., Angst, M., Buser, B., Massmünster, M. (Hrsg.): Bauteile wiederverwenden. Ein Kompendium zum zirkulären Bauen, Zürich: Park Books, S. 103.

Stutchbury, W.: Explanation, siehe: https://www.wycliffestutchbury.co.uk/explanation (Stand: 12.12.2025).

MATERIALMATRIX

1 Dachpfannen

BBSR, Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (2017): Nutzungsdauern von Bauteilen für Lebenszyklusanalysen nach Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen (BNB), Stand: 04.11.2025, S.14, Pos. 363 Dachbeläge, [online] https://www.nachhaltigesbauen.de/fileadmin/pdf/Nutzungsdauer_Bauteile/25.11.04_BBSR_Nutzungdsdauern_final.xlsx [abgerufen am 10.02.2026].

2 Rolladen

BBSR, Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (2017): Nutzungsdauern von Bauteilen für Lebenszyklusanalysen nach Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen (BNB), Stand: 24.02.2017, S.3, Pos. 334.319 Rolläden, [online] https://www.nachhaltigesbauen.de/fileadmin/pdf/Nutzungsdauer_Bauteile/BNB_Nutzungsdauern_von_Bauteilen_2017-02-24.pdf [abgerufen am 15.07.2025].

3 Umreifungsbänder

Eigene Angabe (2025): Die Nutzungsdauer von Umreifungsbändern variiert stark und liegt unter einem Jahr. In der Regel werden sie einmal zur Sicherung von Verpackungsgütern verwendet. Die tatsächliche Nutzungsdauer liegt meistens bei Stunden bis wenige Wochen. Danach werden sie entsorgt.

4 Tennisbälle

Willis, Zac (o.J.): How Long Do Tennis Balls Last?, TennisLovers, [online] https://tennislovers.com/how-long-tennis-balls-last/ [abgerufen am 08.08.2025].

3 Umreifungsbänder
Eigene Angabe (2025): Die Nutzungsdauer von Umreifungsbändern variiert stark und liegt unter einem Jahr. In der Regel werden sie einmal zur Sicherung von Verpackungsgütern verwendet. Die tatsächliche Nutzungsdauer liegt meistens bei Stunden bis wenige Wochen. Danach werden sie entsorgt.

4 Tennisbälle
Willis, Zac (o.J.): How Long Do Tennis Balls Last?, TennisLovers, [online] https://tennislovers.com/how-long-tennis-balls-last/ [abgerufen am 08.08.2025].

5 Teppichfliesen
Interface (o.J.): Composure, Interface, [online] https://shop.interface.com/EU/de-DE/carpet-tile/composure/4169C.html?dwvar_4169C_backing=CQuest%E2%84%A2Bio&dwvar_4169C_color=RETREAT&dwvar_4169C_size=50cm%20x%2050cm&quantity=1 [abgerufen am 09.08.2025].

6 Koservendosen
Schulz, Sven (2024): Haltbarkeit von Konservendosen: Das müssen Sie wissen, FOCUS online, [online] https://praxistipps.focus.de/haltbarkeit-von-konservendosen-das-muessen-sie-wissen_94945 [abgerufen am 09.08.2025].

7 Gitterverstärkte gewächshausfolie
Dmfolien (o.J.): Gewächshausfolien, dmfolien, [online] https://www.dm-folien.com/produkte/folien/gewaechshausfolien [abgerufen am 08.08.2025].

ERLÄUTERUNG: SCHÄTZUNG DER VERFÜGBAREN MENGE

1 DACHPFANNEN SCHÄTZUNG
In Deutschland fallen insgesamt rund 200 Millionen Tonnen Bau- und Abbruchabfälle pro Jahr an laut https://www.pp-deponie.de/deponien-in-der-abfallwirtschaft/entsorgungssicherheit/
Davon sind mineralische Bau- und Abbruchabfälle (wie Ziegel, Beton, Dachpfannen, Mauerwerk) vermutlich der größte Anteil
Ein grober Schätzwert: Wenn man annimmt, dass Dachpfannen etwa 5 % der mineralischen Abfälle ausmachen, könnte das bedeuten:
Mineral-Bauschutt insgesamt: ca. 180 Mio. t × 5 % = 9 Mio. t Dachpfannen/Jahr. Eine Betonpfanne wiegt ca. 3 kg. Dann wären 1 Million Tonnen ≈ 333 Millionen Stück. Für 9 Mio. t entspräche das:
9 Mio. t ÷ 0,003 t = 3 Milliarden Dachpfannen pro Jahr

2 ROLLADEN
Altfenster: Laut Branchenstudie fallen in Deutschland jährlich etwa 9–10 Millionen Altfenster an laut https://www.dds-online.de/bauelemente/fenster/zehn-millionen-im-jahr/
Geschätzt jedes 5. ausgebaute Fenster hat Rollladen
9-10 Mio x 0,2 = 1,8-2 Millionen Rolläden

3 UMREIFUNGSBÄNDER
Weltweit fallen ca 1 Millionen Tonnen Umreifungsbänder jährlich als Abfall an laut https://packaging-journal.de/neues-leben-fuer-umreifungsbaender-2/
Anteilig (nach Einwohnern) verteilt auf Deutschland 1 000 000 t · (83 Mio / 8 000 Mio) ≈ 10 000 t

4 TENNISBÄLLE
ca 12 Millionen laut https://www.tennis-point.de/advantage-earth-recycling/srsltid=AfmBOorfVVmnOsnvrpFKEACmwyw43ciyCsuWCHHpi1Lehah-0t2YO_0hw und https://www.nordkurier.de/regional/neustrelitz/gute-idee-fur-alte-tennisballe-1152408?
Durchschnittsgewicht eines Tennisballs liegt bei 58g
12.000.000 x 0,058 = 696.000 kg

5 TEPPICHFLIESEN
Die Gesamtmasse an Teppichböden liegt in Deutschland bei jährlich ca 400.000 Tonnen laut https://www.duh.de/presse/pressemitteilungen/pressemitteilung/unter-den-teppich-gekehrt-studie-der-deutschen-umwelthilfe-enthuellt-unoekologische-entsorgung-von-al/
Annahme, Teppichfliesen machen ca 20-30% aus
400.000t x 0.2-0.3 = 80.000-120.000 t jährlich

6 KONSERVENDOSEN
Im Jahr 2019 ca 4 Milliarden Dosen
4 Milliarden Dosen × ca. 16 g pro Dose (Alu oder Weißblech) = etwa 64 000 Tonnen laut https://www.deutsche-digitale-bibliothek.de/content/blog/die-konservendose-so-viel-mehr-als-nur-lebensmittelverpackung

7 GITTERVERSTÄRKTE GEWÄCHSHAUSFOLIE
Im Jahr 2018 fallen in Österreich 11.560 Tonnen Agrarfolie an laut https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/rep0749.pdf
Annahme: Verbrauch ist gleichbleibend und korreliert mit Landwirtschaftfläche Österreich 31,5% von 83.871 qkm = 26.419 qkm
Deutschland 47,5% von 357.592 qkm = 169.856 qkm
https://www.destatis.de/DE/Themen/Laender-Regionen/Internationales/Thema/Tabellen/Basistabelle_LWFlaeche.html
Also müssten in Deutschland ca 11.570 x (169.856/26.419) = 74.332 Tonnen Agrarfolie anfallen.
Wir nehmen an das etwa 10% der Agrarfolien gitterverstärkte Gewächshausfolien sind. 74.332 x 0.1 = 7433 Tonnen

5.3 TENNISBÄLLE

All England Lawn Tennis Club (o. D.): Official Wimbledon Website. [Online] Verfügbar unter: https://www.wimbledon.com (abgerufen am 04.07.2025).
Sky Sport (o. D.): Wimbledon – So viele Bälle werden beim Grand-Slam-Turnier verbraucht. [Online] Verfügbar unter: https://sport.sky.de/tennis/artikel/wimbledon-so-viele-baelle-werden-beim-grand-slam-turnier-verbraucht/13176492/34964 (abgerufen am 06.07.2025).
Tennisplanet (o. D.): Tennisball-Hinweise. [Online] Verfügbar unter: https://www.tennisplanet.de/tennisbaelle/tennisball-hinweise (abgerufen am 04.07.2025).

Tennis-Point AT [o. J.], Wie Du den richtigen Tennisball auswählst, Tennis-Point Blog (Österreich), online verfügbar unter: [https://blog.tennis-point.at/ratgeber/wie-du-den-richtigen-tennisball-auswaehlst] [abgerufen am 01.08.2025].

5.4 WEBEREI PAKETBÄNDER

Teufelberger (2024): Neues Leben für Umreifungsbänder. In: Packaging Journal. [Online] Verfügbar unter: https://packaging-journal.de/neues-leben-fuer-umreifungsbaender-2/ (23.04.2024, abgerufen am 10.08.2025).

Dierig, Carsten (2021): Der historische Palettenengpass erreicht den Alltag. In: Welt.de. [Online] Verfügbar unter: https://www.welt.de/wirtschaft/article235421310/Der-historische-Paletten-Engpass-erreicht-den-Alltag.html (03.12.2021, abgerufen am 20.07.2025).

5.5 DOSEN

DWR (o.J.) Deutsche Gesellschaft für Weißblechrecycling Available at: https://www.rdwr.de (Accessed: 11 August 2025)
L. Hennewig (2022) „Die Konservendose - soviel mehr als nur Lebensmittelverpackung", Deutsche Digitale Bibiothek (online) Available at: https://www.deutsche-digitale-bibliothek.de/content/blog/die-konservendose-so-viel-mehr-als-nur-lebensmittelverpackung (Accessed: 11 August 2025)

Thyssen-Krupp (o.J.) „Drei Fakten zum Recycling von Weißblech" Available at: https://www.thyssenkrupp-steel.com/de/newsroom/highlights/weissblech-recycling.html (Accessed: 11 August 2025)

5.7 ROLLÄDEN

Agethen, Ulrich/Karl-Joachim Frahm/Konrad Renz/Erik Peter Thees/Bund Technischer Experten e.V. (o. D.): Lebensdauer von Bauteilen, Zeitwerte, Bund Technischer Experten E.V., [online] https://www.bte-mitglieder.de/upload/bte75_Arbeitsblatt%20Lebensdauer%20von%20Bauteilen%20FG%20Bauwesen%20Agethen%20Frahm%20Renz%20Thees%20Stand%202008.pdf [abgerufen 04.08.2025].

Aluminium Deutschland (2023): Nachhaltigkeit und Recycling - Aluminium Deutschland, Aluminium Deutschland, [online] https://www.aluminiumdeutschland.de/themen/nachhaltigkeit-und-recycling/ [abgerufen am 10.07.2025]

aussenrollo.de (o. D.): zum Werkspreis Rolladen-Panzer aus Alu, Holz oder PVC., aussenrollo.de, [online] https://www.aussenrollo.de/rolladenpanzer/ [abgerufen am 13.07.2025]

Baunetzwissen (o. D.) Allgemeines zu Rollläden: [online] https://www.baunetzwissen.de/sonnenschutz/fachwissen/rolllaeden/allgemeines-zu-rolllaeden-166444 [abgerufen am 09.07.2025]

Baunetzwissen (O. D.) Normen zu Rollläden: [online] https://www.baunetzwissen.de/sonnenschutz/fachwissen/regelwerke/normen-zu-rolllaeden-780903 [abgerufen am 09.07.2025]

Brandschutzrollladen: diese Richtlinien sollten sie beachten (o. D.): [online] https://www.vor-dem-fenster.de/magazin/sicherheit/magazin-sicherheit-brandschutzrollladen [abgerufen am 10.07.2025]

DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABAU)/DIN deutsches Institut für Normung E. V. (2015): Abschlüsse aussen und Aussenjalousien – Leistungs- und Sicherheitsanforderungen; deutsche Fassung EN 13659:2015 [abgerufen am 12.07.2025]

DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABAU)/DIN deutsches Institut für Normung E. V. (2003): wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen - Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten mittels des Heizkastenverfahrens - Teil 4: Rollladenkästen; deutsche Fassung EN 12412-4:2003 [abgerufen am 12.07.2025]

Forum | nachhaltiges Bauen • Baustoffe • Ökobilanz PVC - Fenster (o. D.): 2000, 2002, 2005, 2007 phpbb group, [online] https://nachhaltiges-bauen.de/baustoffe/pvc%20-%20fenster [abgerufen am 12.07.2025]

Frerichs, Stefan (o. D.): problematisches Polyvinylchlorid | umwelthaushalt.de, [online] https://www.umwelthaushalt.de/problematisches-polyvinylchlorid/ [abgerufen am 10.07.2025]

Franco (2023b): Wie lange halten Rollläden?, Kroiher Fenster, [online] https://www.kroiher-fenster.de/ratgeber/wie-lange-halten-rolllaeden [abgerufen 04.08.2025]

Mühlbauer, Claudia (2024): Fensterrollläden als umfassender Schutz mit angenehmer Optik, [online] https://www.aroundhome.de/fenster/rolllaeden/ [abgerufen am 12.07.2025]

Multitalent Rollladen: die wichtigsten Arten (o. D.): [online] https://www.heimhaus.de/magazin/outdoor/sonnenschutz/rollladen-arten/ [abgerufen am 10.07.2025]

Nutzungsdauern von Bauteilen - Informationsportal Nachhaltiges Bauen (o. D.): [online] https://www.nachhaltigesbauen.de/austausch/nutzungsdauern-von-bauteilen/ [abgerufen 04.08.2025]

Potrykus, Alexander/Ferdinand Zotz/Joachim Felix Aigner/Jakob Weissenbacher/Maria Burgstaller/Veronika Abraham/Luca Merzoug/Ramboll Deutschland GmbH/Volker Thome/Sebastian Dittrich/Norbert Leiss/Fraunhofer-institut für Bauphysik (IBP) (2021): Prüfung möglicher Ansätze zur Stärkung des Recyclings, zur Schaffung von Anreizen zur Verwendung recycelbarer Materialien und zur verursachergerechten Zuordnung von Entsorgungskosten im Bereich der Bauprodukte, Abschlussbericht, Umweltbundesamt, [online] https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2021_01_11_texte_05-2021_bauprodukte_recycling.pdf [abgerufen am 31.07.2025]

PVC Polyvinylchlorid (o. D.): Energieinstitut Vorarlberg, [online] https://www.energieinstitut.at/privatpersonen/bauen-sanieren/gesund-und-oekologisch-bauen/planung/oekologisch-bauen-wegweiser-fuer-kostenbewusste-bauleute/oekologisch-bauen-die-relevanten-themen-von-a-bis-z/pvc-polyvinylchlorid [abgerufen am 14.07.2025]

Quervel, Celine (2023): PVC und Umwelt, Ceramin, [online] https://ceramin.de/magazin/pvc-und-umwelt [abgerufen am 09.07.2025]

Rollläden aus Aluminium oder Kunststoff? (o. D.): Schellenberg, [online] https://www.schellenberg.de/wissens-wert/detailansicht/rolllaeden-aus-aluminium-oder-kunststoff/ [abgerufen am 10.07.2025]

Rollläden: schützen nicht nur vor neugierigen Blicken (2025): Sanier, [online] https://www.sanier.de/fenster/fenster-ratgeber/rolllaeden-schuetzen-nicht-nur-vor-neugierigen-blicken [abgerufen am 11.07.2025]

Rolladen7 (o. D.) Rollladen: Alu oder Kunststoff? verfügbar unter: https://rolladen7.de/magazin/rollladen-alu-oder-kunststoff/ [abgerufen am 12.07.2025]

Rollladen Materialien: diese Möglichkeiten gibt es (o. D.): [online] https://www.vor-dem-fenster.de/rollladen-material [abgerufen am 10.07.2025]

Rollladenpanzer | alles über den beweglichen Teil des Rollladens (2025B): Letwork, [online] https://letwork.de/ratgeber/rolllaeden/technik-und-aufbau/rollladenpanzer/ [abgerufen am 13.07.2025]

Schäfer, Daniel (2025): Langlebigkeit von Rollladengetrieben | SchwörerBlog, SchwörerHaus, [online] https://www.schwoererhaus.de/blog/langlebigkeit-von-rollladengetrieben [abgerufen 04.08.2025]

Schanz Rollladensysteme GmbH (o. D.): Rollladenpanzer: worauf sie achten sollten, Schanz Rollladensysteme GmbH, [online] https://www.schanz.de/de-de/ratgeber/beschattung-planen/rollladenpanzer-worauf-sie-bei-der-auswahl-achten-sollten [abgerufen am 12.07.2025]

Tackmann, Undine (2025): Rollladen Materialien im Vergleich - Aluminium, Kunststoff und Holz, [online] https://www.aroundhome.de/rollladen/material/ [abgerufen am 11.07.2025]

7.2: CO_2 - BILANZIERUNG - RELIVANE

Ibu, Super (2023): Veröffentlichte EPDs | Institut Bauen und Umwelt E.V., IBU - Institut Bauen und Umwelt e.V., [online] https://ibu-epd.com/veroeffentlichte-epds/. [Abgerufen am 04.02.2026]

JID 27-111-1000 (o. D.): Joris Ide Deutschland, [online] https://www.joriside.com/de-de/produktubersicht-joris-ide/unsere-produkte/dachbleche/alle-dachbleche/wellblech-fur-dach/jid-27-111-1000--00000000000001569#specs. [Abgerufen am 04.02.2026]

Redaktion/Redaktion (2023b): Wie viel Strom verbraucht eine Kreissäge?, netconcept24.de, [online] https://netconcept24.de/2023/09/13/wie-viel-strom-verbraucht-eine-kreissaege/. [Abgerufen am 04.02.2026]

Stehfalz fassade aluminium - alu Stehfalz fassade (2025): Kalzip GmbH, [online] https://www.kalzip.com/produkte/fassadensysteme/stehfalz-fassade/. [Abgerufen am 04.02.2026]

TEIL 8: PROJEKTSTECKBRIEFE

Superuse Studios (o. J.): BlueCity Offices, in: Superuse Studios, [online] https://www.superuse-studios.com/projectplus/bluecity-offices/ [abgerufen am 08.08.2025]

Hidden Architecture (o. J.): St. Dimitrios Loumbardiaris Church, in: Hidden Architecture, [online] https://hiddenarchitecture.net/st-dimitrios-loumbardiaris-churc/ [abgerufen am 09.08.2025]

Religious Greece (o. J.): Kirche Agios Demetrios Lumpardiaris (Heiliger Demetrios Lumpardiaris), in: Religious Greece, [online] https://www.religiousgreece.gr/de/sehensw%C3%BCrdigkeiten/kirche-agios-demetrios-lumpardiaris-heiliger-demetrios-lumpardiaris [abgerufen am 09.08.2025]

Tecta (o. J.): Hexenhaus, in: Tecta, [online] https://www.tecta.de/aktuelles/hexenhaus/ [abgerufen am 09.08.2025]

HGESCH – Architekturführer (o. J.): Alison & Peter Smithson, in: HGESCH, [online] https://www.hgesch.de/architect/alison-peter-smithson/
[abgerufen am 09.08.2025]
WikiArquitectura (o. J.): Hexenhaus, in: WikiArquitectura, [online] https://en.wikiarquitectura.com/building/hexenhaus/
[abgerufen am 09.08.2025]

Bergische Universität Wuppertal (2025): Exkursion Dänemark 2025, in: Lehrstuhl TEAM ARCH – Universität Wuppertal, [online] https://team-arch.uni-wuppertal.de/de/exkursionen/daenemark-2025/
[abgerufen am 28.02.2026]

Vandkunsten Architects (2017): NBCR – Vandkunsten, in: Vandkunsten Architects, [online] https://vandkunsten.com/content/2019/01/NBCR-20170201-web.pdf
[abgerufen am 28.02.2026]

6a architects – Cowan Court (o. D.): [online] https://www.6a.co.uk/projects/more/cowan-court
[abgerufen am 04.08.2025]

afasia archzine (2024): Pascal Flammer,
afasia archzine [online] https://afasiaarchzine.com/2024/07/pascal-flammer-hobelwerk-house-d-winterthur/
[abgerufen am 03.08.2025]

Aleesha Callahan (2009): Rotunda, Architectuul, [online] https://architectuul.com/architecture/rotunda
[abgerufen am 03.08.2025]

Alexander Brodsky. Ein Architekt zwischen Kunst und Alltag | S AM Schweizerisches Architekturmuseum (2012): [online] https://www.sam-basel.org/de/ausstellungen/alexander-brodsky-ein-architekt-zwischen-kunst-und-alltag
[abgerufen am 22.10.2025]

Andreas Ferstl Architekten (2022): Alpenstadtmuseum Sonthofen
Andreas Ferstl Architekten [online] https://a-f-a.de/portfolio/alpenstadtmuseum/
[abgerufen am 07.08.2025]

archello (2022): Alpenstadtmuseum Sonthofen
archello [online] https://archello.com/de/project/alpenstadtmuseum-sonthofen
[abgerufen am 07.08.2025]

archi (2019): 1:8 Replica, archi, [online] https://archi.ru/files/files_uploaded/1464.pdf
[abgerufen am 03.08.2025]

Architects´Journal (2023): Case study: Roundhouse Works by Paddy Dillon, Reed Watts Architects and Allies and Morrison, The Architects' Journal, [online] https://www.architectsjournal.co.uk/specification/case-study-roundhouse-works-by-paddy-dillon-reed-watts-architects-and-allies-and-morrison
[abgerufen am 04.08.2025]

ARCHIWEB (2009): Villa Welpeloo,
archiweb [online] https://www.archiweb.cz/en/b/vila-welpeloo
[abgerufen am 04.08.2025]

Barba, Federico García (2013): Nancy HLL, Arquiscopio - Archive, [on-

line] https://arquiscopio.com/archivo/2013/01/13/vivienda-prefabricada-en-nancy/?lang=en
[abgerufen am 08.08.2025]

baubüro in situ (2021): K.118 - Kopfbau Halle 118, baubüro in situ [online] https://www.insitu.ch/projekte/196-k118-kopfbau-halle-118
[abgerufen am 01.08.2025]

baubüro in situ (2021): Umnutzung Elys kultur- & Gewerbehaus (Lysbüchelareal), insitu, [online] https://www.insitu.ch/projekte/229
[abgerufen am 03.08.2025]

baunetzwissen (2018): Upcycle Studios in Kopenhagen baunetzwissen [online] https://www.baunetzwissen.de/nachhaltig-bauen/objekte/wohnen/upcycle-studios-in-kopenhagen-7674826/gallery-1/5
[abgerufen am 07.08.2025]

Buckenmayer, Markus (2022): Recycling im Bauwesen - Zwei Wohngebäude in Kopenhagen gehen voran, nestbau AG [online] https://www.nestbau-ag.de/blog/recycling-im-bauwesen-zwei-wohngebaeude-in-kopenhagen-gehen-voran
[abgerufen am 07.08.2025]

Buur, Stine Liv (2022): The Maison Jean Prouvé: An interview with Catherine Prouvé, Vitra, [online] https://www.vitra.com/en-un/magazine/details/the-maison-jean-prouve?srsltid=AfmBOooMDp7OAOJPxg-Cp61dLeHoF5r0Xjifd2in4ijX7e6sWB5nTtPK_
[abgerufen am 05.08.2025]

Comi, Irene Sofia (2022): Jean Prouvé: "There is no difference between building a piece of furniture and a building", [online] https://www.domusweb.it/en/biographies/jean-prouv.html
[abgerufen am 04.08.2025]

Dailly — Mamout Architects (o. D.): [online] https://www.mamout.be/projects/dailly
[abgerufen am 18.11.2025]

DETAIL (2010): ein Neubau mit Vorgeschichte: Villa Welpeloo in Enschede, DETAIL [online] https://www.detail.de/de_de/ein-neubau-mit-vorgeschichte-villa-welpeloo-in-enschede-949?srsltid=afmboop5jzzu-u74yh7zgar1lpg6ya8hcd74lh1p5kii7z_jhyc9tfgzl
[abgerufen am 04.08.2025]

dezeen (2016): Wang Shu's Ningbo History Museum built from the remains of demolished villages, [Youtube] https://www.youtube.com/watch?v=lgSvdJxAy_0
[abgerufen am 01.08.2025]

Divisare (2016): Alexander Brodsky Rotunda, Divisare, [online] https://divisare.com/projects/322085-alexander-brodsky-yuri-palmin-rotunda
[abgerufen am 03.08.2025]

Divisare (2016): Alexander Brodsky Vodka Pavilion, Divisare, [online] https://divisare.com/projects/322692-alexander-brodsky-yuri-palmin-vodka-pavilion
[abgerufen am 03.08.2025]

e-genius (2010): Villa Welpeloo, e-genius [online], https://www.e-genius.at/lernfelder/energieeffiziente-gebaeudekonzepte/innovative-baukonzepte/innovative-beispiele-fuer-bauen-mit-recyclingmaterialien/villa-welpeloo
[abgerufen am 04.08.2025]

Englefield, Jane (2022): The Circus Canteen interior is a „collage of unwanted items", dezeen [online] https://www.dezeen.com/2022/10/21/circus-canteen-restaurant-interior-india-collage-unwanted-items/
[abgerufen am 12.08.2025]

Golden, E. (2012). Traditional materials optimized for the Twenty-First century. CHANGE, Architecture, Education, Practices - Barcelona - 66, 68,69. [online] https://www.acsa-arch.org/proceedings/International%20Proceedings/ACSA.Intl.2012/ACSA.Intl.2012.11.pdf
[abgerufen am 08.03.2026]

Heureux, Encore (2024): Le pavillon circulaire, Encore Heureux, [online] https://encoreheureux.org/fr/projets/pavillon-circulaire
[abgerufen am 18.11.2025]

Hobi, Sabrina (2024): Hobelwerk Haus D, swicc arc digital [online], https://www.swiss-arc.ch/de/projekt/hobelwerk-haus-d/13190363
[abgerufen am 03.08.2025]

Last, Katie (2023): Mamout reclaims materials from demolished warehouse for Belgian courtyard house, in: Dezeen, 26.12.2023, [online] https://www.dezeen.com/2023/12/26/mamout-dailly-house-reclaimed-materials/
[abgerufen am 18.11.2025]

Lendager Group (2020): SUSTAINABILITY UPCYCLE STUDIOS & THE RESOURCE ROWS, [online] https://nrep.com/wp-content/uploads/2020/11/200923_Upcycle-Studios-RR-LCALCC_NREP.pdf
[abgerufen am 10.08.2025]

Lendager (2018): Upcycle Studios
baunetzwissen [online] https://lendager.com/project/upcycle-studios/
[abgerufen am 07.08.2025]

Lissalde (2025): Resource Rows - Lendager, Lendager, [online] https://lendager.com/project/resource-rows/
[Abgerufen am 12.08.2025]

Loeliger Strub (2024): LysP8, Neubau Wohnhaus mit Gewerbe, Basel, Loeliger Strub, [online] https://loeligerstrub.ch/nproject/lysp8-neubau-wohnhaus-mit-gewerbe-basel/
[abgerufen am 03.08.2025]

Merrick, Jay (2020): Is 6a architects' Cowan Court really timber Brutalism?, The Architects' Journal, [online] https://www.architectsjournal.co.uk/buildings/is-6a-architects-cowan-court-really-timber-brutalism
[abgerufen am 06.08.2025]

Milton, Matt (2025a): A new life for old railway sleepers: cladding a creative hub for young people, Timber Development UK, [online] https://timberdevelopment.uk/roundhouse-works-cladding/
[abgerufen am 06.08.2025]

Milton, Matt (2025b): RECLAIMED CLADDING AT ROUNDHOUSE WORKS, Roundhouse Works, Timber Development UK, [online] https://www.timberdevelopment.uk2
[abgerufen am 01.08.2025]

Popp, Peter (2025): Re-Use-Kita in Kopenhagen, DETAIL Inspiration [online] https://inspiration.detail.de/de/artikel/re-use-kita-bei-kopenhagen-12591
[abgeufen am 22.02.2026]

Raumlabor: Officina Roma (o. D.): raumlaborberlin.
net, [online] https://raumlabor.net/officina-roma/
[abgerufen am 06.08.2025]

SDC (2025): Cowan Court - SDC, SDC, [online] https://www.sdc.co.uk/projects/cowan-court/
[abgerufen am 06.08.2025]

Smithson, Alison Margaret/Peter Smithson/Beatriz Colomina/Max Risselada/Dirk Van den Heuvel (2004): Alison and Peter Smithson : from the House of the Future to a house of today, Rotterdam, Niederlande: 010 Publishers, Bd. 2009, [online]

https://books.google.de/books/about/Alison_and_Peter_Smithson.html?id=PbT8SWIOHNgC&redir_esc=y
[abgerufen am 06.08.2025]

Tduk (2024): Cowan Court : Timber Development UK, Timber Development UK, [online] https://timberdevelopment.uk/case-studies/cowan-court-churchill-college-cambridge/
[abgerufen am 06.08.2025]

Valenzuela, Karen (2024): The Circular Pavilion / ENCORE HEUREUX Architectes, ArchDaily, [online] https://www.archdaily.com/778972/the-circular-pavilion-encore-heureux-architects
[abgerufen am 18.11.2025]

Wainwright, Oliver (2020): Cowan Court at Churchill College review – a treehouse in the dreaming spires, in: The Guardian, 23.09.2020, [online] https://www.theguardian.com/artanddesign/2016/nov/25/churchill-college-cowan-court-review-cambridge-university-6a-architects
[abgerufen am 05.08.2025]
Wells, Benjamin (2020): Upcycle Studios in Kopenhagen, bauwelt [online] https://www.bauwelt.de/rubriken/bauten/Upcycle-Studios-Kopenhagen-Lendager-ARC-3547843.html
[abgerufen am 07.08.2025]

Yan, Grace Ong (o. D.): The infinite spontaneity of tradition, The Pritzker Architecture Prize, The Hyatt Foundation / The Pritzker Architecture Prize, [online] https://www.pritzkerprize.com/sites/default/files/file_fields/field_files_inline/2012_essay.pdf
[abgerufen am 31.07.2025]

ZIRKULAR (2023): Hobelwerk Haus D, ZIRKULAR [online] https://zirkular.net/de/projekt/hobelwerk-haus-d/
[abgerufen am 03.08.2025]