

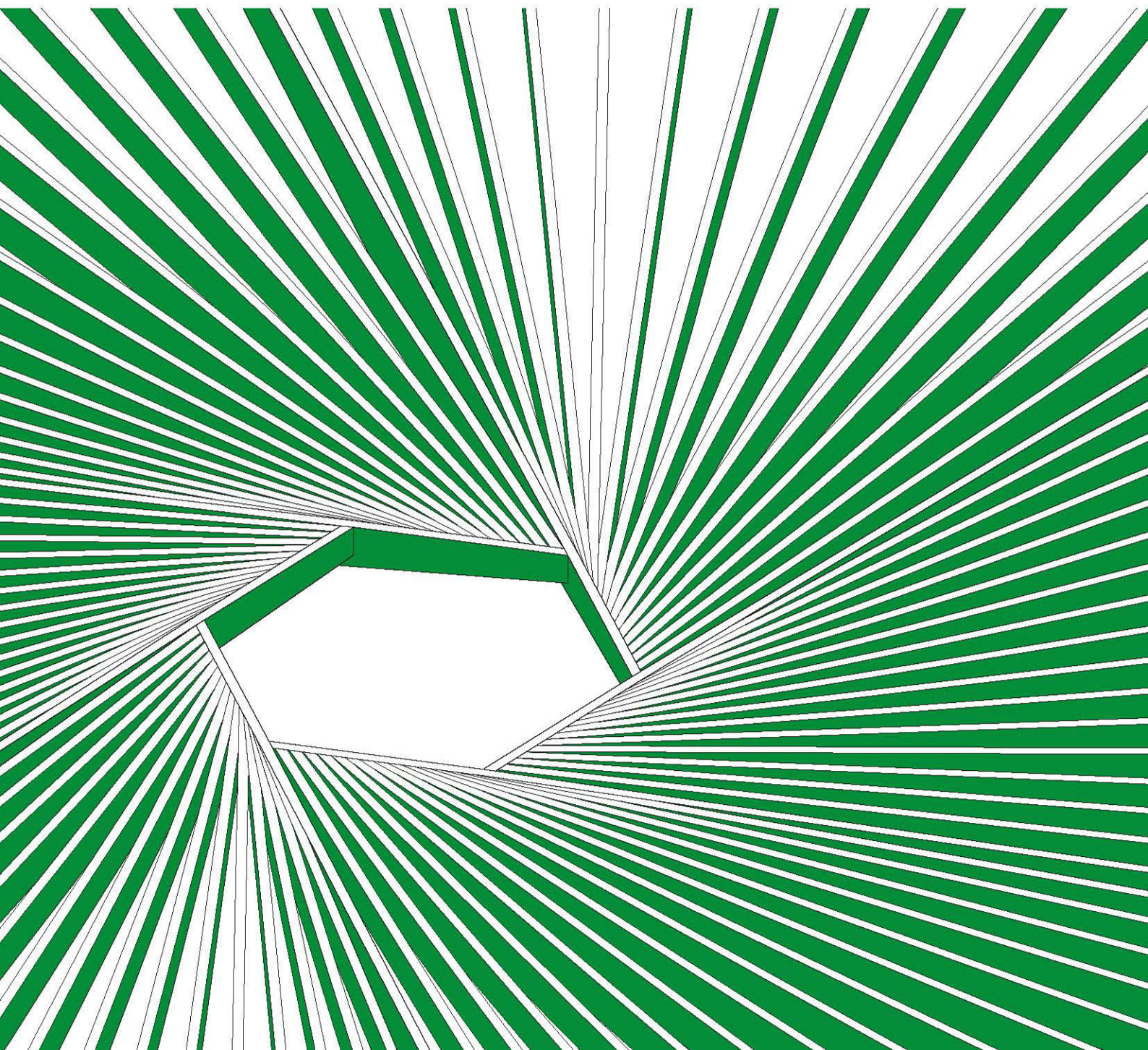
Research
Re-Use im Praxistest
Reuse in Practice

Interiors Special
selgascano in Madrid

10.2025

DETAIL

Dächer Roofs



Die Hochschulen aus Konstanz, Stuttgart und Karlsruhe haben Möglichkeiten erforscht, wie sich die Schalelemente für das Dach des Stuttgarter Tiefbahnhofs wiederverwenden lassen. The universities of applied sciences at Konstanz, Stuttgart and Karlsruhe have researched ways of reusing formwork from the roof of Stuttgart's new underground railway station.

Text: Stefan Krötsch, Andreas Kretzer, Roman Kreuzer

Stuttgart 210

Re-Use im Praxistest

Stuttgart 210

Reuse Put to Practical Test



Beim Bau des neuen Hauptbahnhofs in Stuttgart von Ingenhoven Associates und Werner Sobek kamen mehrfach gekrümmte Betonschalungen aus Brettspertholz zum Einsatz, um Stützen, Oberlichter und Gewölbe der Bahntunnel und Randanschlüsse herzustellen. Für die Kelchstützen wurden etwa 80 verschiedene Elemente benötigt, die als Wanderschaltung eingesetzt wurden. Die Schalungen der Tunnelausgänge und Seitenwände wurden teilweise nur einmal eingesetzt. Insgesamt kamen etwa 550 Elemente zum Einsatz, die bis zu acht Meter lang, bis zu vier Meter breit und je nach Krümmung bis zu 3,5 Meter hoch sind. Die meisten Schalungen wurden nach dem Betonieren nicht weiterverwendet, sondern als Sondermüll entsorgt.

Multiple-curvature cross laminated timber formwork was used in the construction of the new Stuttgart through station (Stuttgart 21) for the concrete columns, light eyes and vaulted roofs of the railway tunnel and connecting passageways. About 80 different elements were used as mobile formwork for the chalice-shaped columns. Some of the formwork for the tunnel exits and side walls was used only once. A total of 550 elements up to 8 metres long, 4 metres wide and, depending on

the curvature, up to 3.5 metres high were employed. Most of the formwork was disposed of as hazardous waste and not reused after concreting.

The Stuttgart 210 research project looked into the possibilities of reusing the formwork for a different purpose (upcycling) as the primary construction elements of new buildings. The project owes the 3D base data set and 84 formwork elements for the construction of four pilot projects to the close cooperation with

Das Forschungsprojekt Stuttgart 210 untersuchte daher Möglichkeiten, die Schalungen im Sinne des Upcycling als Primärkonstruktion neuer Gebäude zu verwenden. Der engen Kooperation mit der Deutschen Bahn sowie den Firmen Ed Züblin und Züblin Timber verdankt das Projekt nicht nur die 3D-Datengrundlage, sondern auch 84 Schalungselemente für den Bau von vier Pilotprojekten. In Reallaboren in Ingersheim, Marbach, Stuttgart und Mannheim werden die Forschungsergebnisse einem Praxistest unterzogen. Zu Beginn des Forschungsprojekts war bereits mehr als die Hälfte der Schalungen entsorgt. Die Sicherung der restlichen Elemente erwies sich wegen des Termindrucks und Platzmangels auf der Baustelle als sehr herausfordernd.

Reallabor Ingersheim:

Entwurfsprozesse auf den Kopf gestellt

2024 wurde das Reallabor in Ingersheim nördlich von Stuttgart als erstes Pilotprojekt fertiggestellt. Seither dient es als Jugendtreff am Neckar. Weil ein großer Teil der Schalelemente auf der Baustelle des Hauptbahnhofs verloren gegangen war, greift der Entwurf auf Elemente zurück, die aufgrund ihrer Geometrie eigentlich als ungeeignet für die Weiterverwendung eingeschätzt worden waren. Daraus ließ sich zwar ein skulpturaler Innenraum formen, allerdings ergeben die Betonschalungen keine geo-

Deutsche Bahn, Ed Züblin AG und Züblin Timber GmbH. The research results are being tested in practice in living labs in Ingersheim, Marbach, Stuttgart and Mannheim. At the start of the research project, more than half of the forms had already gone for disposal. Securing the rest of the elements proved very challenging due to the works programme and shortage of space on site.

Living Lab Ingersheim:

Design processes inverted

The first pilot project, the living lab in Ingersheim, north of Stuttgart, was completed in 2024 and now houses a youth club. With only a few of the formwork elements left on site, the design fell back on those that had initially been assessed as unsuitable for upcycling due to their geometry. Although it is possible to create a sculptural interior space with these forms, a geometrically workable building

envelope is beyond reach. Therefore a facade of structural timber, board sheathing and three-ply boards surrounds the building. It is attached to the formwork elements and presents an autonomous, elliptical external form. The spectacular geometry of the formwork and its fascinating timber surfaces are not revealed until the visitor enters the building.

The reuse of the elements turns the design process on its head: normally, the function and room schedule of a building are determined first and provide the basis for the design and its implementation. In this research project, the designs were based on the premise of reusing the formwork elements and then determining the most workable building types and uses that could be developed from them.

In Living Lab Ingersheim, the composition of twelve formwork elements creates an interior

metrisch sinnvolle Gebäudehülle. Daher umgibt eine Fassade aus Konstruktionsvollholz, Brettschalungen und Dreischichtplatten das Gebäude. Sie ist auf die Schalungselemente aufgesetzt und bildet nach außen eine autonome, elliptische Form. Die spektakuläre Geometrie der Schalungen und deren faszinierende Holzoberflächen offenbaren sich Besuchern erst beim Betreten des Bauwerks.

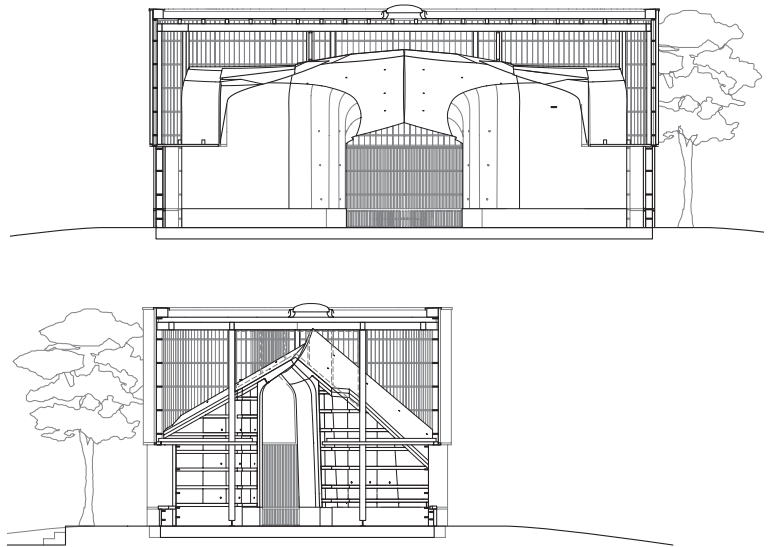
Die Wiederverwendung der Elemente stellte den Planungsprozess auf den Kopf: Üblicherweise werden zunächst Funktion und Raumprogramm bestimmt, die die Basis für den Entwurf und seine konstruktive Umsetzung bilden. Dagegen lag den Entwürfen des Forschungsprojekts stets die Wiederverwendung der Schalungselemente zugrunde, aus denen möglichst sinnvolle Gebäudetypen und Nutzungen zu entwickeln waren.

In Ingersheim bildet die Komposition aus zwölf Schalungselementen einen Innenraum mit zwei engen Zugängen im Osten und Westen und einem sich weitenden, kreuzförmigem Grundriss, der durch seine Raumhöhe und die Decke in Form eines Spitzgewölbes eine sakrale Anmutung erhält.

Baukonstruktion und Materialästhetik

Die Brettsperrholzelemente stehen auf einer Bodenplatte und Sockelwänden aus Stahlbeton, die den konstruktiven Holzschutz und den Hochwasserschutz sicherstellen. Um die Sockelwände an die Schalungselemente anpassen zu können, wurden Letztere mit 50 cm Abstand über der Bodenplatte positioniert.

Ein Aufsatz aus vier Holz-Tafelbauwänden trägt das Dach, das aus einer einfachen Balkenlage mit Beplankung aus Dreischichtplatten besteht. Der obere Fassadenbereich besteht aus vorgefertigten Elementen mit einer Schalung aus Fichtenbrettern, die von der Attika des Daches abgehängt sind. Die gesamte Hüllkonstruktion besteht ausschließlich aus Vollholz, das reversibel miteinander verschraubt ist. Außer der Dachabdichtung kommen keine Folien oder Unterspannbahnen zum Einsatz.



Schnitte
Maßstab 1:200

sections
scale 1:200

space with two narrow accesses in the east and west and a widening, cruciform floor layout, which is lent a sacred air by the high room height and the peaked-arch ceiling.

Construction and aesthetic

The formwork elements stand on a reinforced concrete floor slab and plinth walls, which protect the timber from moisture in the ground and flood water. The bottoms of the formwork elements are positioned approximately 50 cm above the floor slab to allow the supporting plinth walls to be adjusted to suit them.

A superstructure consisting of

four timber panel walls carries the roof, which is a simple framework of beams with three-ply board sheathing. The top part of the facade consists of prefabricated elements with spruce board sheathing, which are suspended from the roof parapet. The complete envelope construction consists exclusively of solid timber reversibly screwed together. Other than the roof waterproofing, no foils or breathable underlays are used. No adhesives or paint either: all the timber surfaces are left untreated.

The interior space is defined by the aesthetic of the three-dimensionally curved



Die Hülle des Jugendtreffs in Ingersheim besteht aus Holztafel-elementen mit Fichtenholzschalung. Von außen weist nichts auf den skulpturalen Innenraum hin.

The building envelope of the youth club in Ingersheim consists of timber panels with spruce sheathing. From outside, there is no indication of the sculptural space within.

Es wurden weder Klebstoffe noch Lacke verwendet. Sämtliche Holzoberflächen bleiben naturbelassen.

Der Innenraum ist geprägt von der Ästhetik der dreidimensional geschwungenen Holzoberflächen, deren Herstellung äußerst aufwändig war. Ein in acht Achsen beweglicher Roboterarm fräste meterdicke Schichten aus mehrfach blockverleimtem Brettsperrholz in die gewünschte Form. So entsteht ein textil anmutender Innenraum ganz aus Massivholz. Das Projektteam entfernte sämtlichen Bootslack, der die Schaloberfläche für das Betonieren gebildet hat, mit Elektrohobeln, Parkett- und Exzenterschleifern. Das brachte eine einzigartige Holzoberfläche zum Vorschein, die durch das dreidimensionale Abfräsen des Brettsperrholzes eine Struktur wie Damaszenerstahl zeigt.

Rechtliche Rahmenbedingungen

Am Beispiel der Reallabore erstellte die Kanzlei Franzen und Nusser ein juristisches Gutachten, das die rechtlichen Rahmenbedingungen für Re-Use-

Die einzigartige Oberflächentextur der Schalungselemente entstand, indem ein beweglicher Roboterarm meterdicke Schichten aus Brettsperrholz abfräste.

The unique surface texture of the formwork element surfaces was created by milling metre-thick layers of cross laminated timber with a moving 8-axis robotic arm.

timber surfaces, which were extremely complex to make. Metre-thick layers of multiply block-glued cross laminated timber were milled to the required shape with an eight-axis mobile robot arm. The result is an interior space suggestive of textile yet made completely out of solid wood. All the boat varnish that

had been applied to the form surface for concreting was removed using electric planers as well as belt and orbital sanders. This revealed a unique timber surface that shows a texture similar to Damascus steel achieved through the three-dimensional milling of the cross laminated timber.



Komponenten im Bauwesen untersucht und auch verallgemeinerbare Hinweise für mögliche Veränderungen der Gesetzeslage enthält. Zum einen bringen Beschädigungen oder Verwitterungen der Elemente werkvertragsrechtliche Probleme hinsichtlich Mangelfreiheit, Gewährleistung oder Haftung mit sich. Außerdem ergibt sich eine Reihe von Fragen bezüglich Bauordnungsrecht, Bauproduktrecht oder Abfallrecht. Bei den Reallaboren gelang es, die Abfalleigenschaft der Betonschalungen komplett zu vermeiden. Hierzu wurde ein neuer Verwendungszweck (etwa als Wand-/Deckenelemente eines bestimmten Neubaus) für die Elemente bestimmt, bevor diese zu Abfall im rechtlichen Sinn wurden.

Grundsätzlich ist Brettspertholz in Deutschland für die Anwendung als tragende Innenwand zugelassen. Allerdings verliert die Leistungserklärung nach der erstmaligen Nutzung des Produkts ihre rechtliche Wirkung. Damit fehlt die Grundlage, um die technischen Leistungen von wiederverwendetem Brettspertholz zu beurteilen. Mit der Gemeinde Ingersheim als Bauherrin wurde jedoch eine Beschaffenheit des Werks vereinbart, die explizit die Verwendung gebrauchten Materials vorsieht. Natürlich müssen dabei alle sicherheitsrelevanten Anforderungen erfüllt sein. Beim Reallabor Ingersheim war es jedoch auf Grund der geringen Anforderungen und des überdimensionierten Tragwerks einfach, etwaige Schäden aus der ersten Nutzung als irrelevant zu identifizieren. Für die Reallabore in Stuttgart und Mannheim, deren Umsetzung nicht vor 2026 zu erwarten ist, müssen voraussichtlich Zustimmungen im Einzelfall eingeholt werden.



Bei Re-use-Projekten gilt oft der Grundsatz „function follows form“. Auch in Ingersheim bestimmte die ungewöhnliche Tragwerksform die Nutzung der Innenräume.

The maxim "function follows form" often applies to reuse projects. In Ingersheim, the unusual structural form determines the use of the interior space.

Projektwebsite
Project website:
stuttgart210.de

Forschungsprojekt
Research project:
Hochschule Konstanz (HTWG), Fachgebiete Baukonstruktion und Entwerfen (Stefan Krötsch) sowie Energieeffizientes Bauen (Thomas Stark) Hochschule für Technik Stuttgart (HFT), Fachgebiet Entwerfen, Gestaltung und Darstellung (Andreas Kretzer) Hochschule Karlsruhe, Fachgebiet Baukonstruktion, Baustatik und Holzbau (Robert Pawlowski)

Juristisches Gutachten
Legal opinion:
Michael Halstenberg, Kanzlei Franßen und Nusser

Projektförderung
Project funding:
Holzbau-Offensive Baden-Württemberg

Projektbeteiligte
Reallabor Ingersheim
Project participants
Living Lab Ingersheim:

Bauherr Client:
Gemeinde Ingersheim

Entwurf Design:
Andreas Kretzer, Stefan Krötsch, Roman Kreuzer, Katharina Raabe, Maximilian Stemmler

Ausführungsplanung und Bauleitung
Construction planning and site management:
Klingelhöfer Krötsch Architekten

Tragwerksplanung
Structural engineering:
Faltlhauser Krapf Beratende Ingenieurgesellschaft

Holzbau
Timber construction:
Koch Holzbau Workshop mit Studierenden des Masterstudiengangs IMIAD (HFT Stuttgart)

Legal framework

Taking the example of the living labs, a legal opinion was obtained that examined the legal framework conditions for reuse components in construction and contained general advice for possible changes to the law. Damage or weathering of the elements risks contractual problems relating to warranty, liability and freedom from defects. In addition, there are a series of questions concerning laws governing building, construction products and waste. In the living lab projects, the classification of the concrete formwork as waste was completely avoided. A reuse for a new purpose (e.g. as wall/ceiling elements for a specific new build) was determined before they became classified as waste in the strict legal sense.

Cross laminated timber is generally permitted for use as

structural internal walls in Germany. A Declaration of Performance loses its legal effect after the first use of the product, which means that the basis of the assessment of the technical performance of reused cross laminated timber is no longer available. A specification involving a defined quality of work that explicitly provided for the use of used materials was agreed with the client, Ingersheim Council. Of course, all safety-related requirements still have to be met. The modest demands on the overdimensioned structure for the Living Lab Ingersheim made it easy to conclude that any damage from the first use would be irrelevant. Project-related approvals will probably need to be obtained for the living labs in Stuttgart and Mannheim, which are not expected to be completed before 2026.