

Zirkuläre Architektur Architecture circulaire Architettura circolare

2021



Bauten, Konzepte und Zukunftsstrategien
Bâtiments, concepts et stratégies d'avenir
Edifici, concetti e strategie per il futuro

TEC21
Sonderheft

TRACÉS
Hors-série

archi
Edizione speciale

DOSSIER KREISLAUFWIRTSCHAFT

Im Dossier Kreislaufwirtschaft stellen wir Gebäude vor, die durch zirkuläres Bauen entstanden sind, und lassen Baufachleute und Forschende zu Wort kommen:

espazium.ch/de/aktuelles/kreislaufwirtschaft

«BAURESSOURCE SCHWEIZ»

In der Kursreihe «Bauressource Schweiz» mit SIAinForm veranstalten wir Webinare und Exkursionen zum Thema.

www.sia.ch/de/dienstleistungen/sia-inform/nc/1/

«SIA-FACHTAGUNG RE-USE»

Ressourcen schonen, Klima schützen, 24.11.2021, 8.30–17.00 Uhr, Empa Dübendorf mit Livestream-Tagungsprogramm.

Anmeldung auf:

www.events.sia.ch/reuse-tagung

Ergänzende Informationen auf

www.events.sia.ch/themenmonat-klima

DOSSIER ÉCONOMIE CIRCULAIRE

Notre dossier sur l'économie circulaire présente les implications de celle-ci pour le bâti et donne la parole à des spécialistes et à des chercheurs:

espazium.ch/fr/actualites/economie-circulaire

«RESSOURCES BÂTIES SUISSE»

Dans le programme de cours «Ressources bâties Suisse» avec SIAinForm, nous organisons des webinaires et des excursions sur cette thématique.

www.sia.ch/de/dienstleistungen/sia-inform/nc/1/

«SIA: JOURNÉE THÉMATIQUE RE-USE»

Conserver les ressources, protéger le climat, le 24.11.2021, 8.30–17.00 h, Empa Dübendorf avec programme de conférence en livestream.

Enregistrement:

www.events.sia.ch/reuse-tagung

Informations supplémentaires

www.events.sia.ch/themenmonat-klima

DOSSIER ECONOMIA CIRCOLARE

Nel dossier sull'economia circolare, presentiamo gli edifici in relazione all'architettura circolare e diamo la parola ad esperti e ricercatori:

espazium.ch/it/attualita/economiacircolare

«BAURESSOURCE SCHWEIZ»

Nel programma di corsi «Bauressource Schweiz» proposti da SIA inForm organizziamo webinar e visite a tema.

www.sia.ch/de/dienstleistungen/sia-inform/nc/1/

«SIA-FACHTAGUNG RE-USE»

Conservare le risorse, proteggere il clima, il 24.11.2021, 8.30–17.00, Empa Dübendorf con programma della conferenza livestream.

Registrazione a:

www.events.sia.ch/reuse-tagung

Ulteriori informazioni

www.events.sia.ch/themenmonat-klima



Titelbild

Die Aufstockung der Halle 118 von Baubüro in situ auf dem Winterthurer Sulzerareal wurde mit Fassadenelementen einer in der Nähe abgebrochenen Druckerei verkleidet.

Photo de couverture

La surélévation de la halle 118 de Baubüro in situ sur le site de Sulzer à Winterthur a été habillée avec des éléments de façade provenant d'une imprimerie démolie à proximité.

Foto di copertina

La sopraelevazione del padiglione 118 di Baubüro in situ sull'area Sulzer a Winterthur è stata rivestita con elementiprovenienti dalla demolizione di una tipografia nelle vicinanze.

FOTO: MARTIN ZELLER, BAUBÜRO IN SITU

INHALT

SOMMAIRE

INDICE

- 4** Editorial – Kreislaufwirtschaft am Bau
Éditorial – L'économie circulaire du bâti
Editoriale – L'economia circolare nella costruzione
- 6** Schliessen und verknüpfen
Clore et relier
Collegare e rinnovare
Danielle Fischer
- 12** Labor für Re-use: von der Hypothese zur Realität
Laboratoire du réemploi: de l'hypothèse à la réalité
Laboratorio di riuso: dall'ipotesi alla realtà
Valentin Bourdon
- 18** Präzise Eingriffe, grosse Wirkung
Interventions précises pour grands effets
Interventi precisi di grande effetto
Simone Hübener
- 24** «Form follows availability»
Interview Danielle Fischer mit Jan Brütting
- 30** Ein rotes Tüpfelchen auf dem i
Un point rouge sur le i
Il puntino rosso sulla i
Paul Knüsel
- 36** «Das Konstrukt soll sich bewegen dürfen»
«Les concepts doivent bouger»
«Dinamismo e flessibilità»
Interview Danielle Fischer mit Tobias Luthe
- 42** Vordenken statt nachdenken
Prime à l'anticipation
Prevedere anziché provvedere
Anneke Bokern
- 48** Impressum



EDITORIAL | ÉDITORIAL | EDITORIALE

KREISLAUFWIRTSCHAFT AM BAU

L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE DU BÂTI

L'ECONOMIA CIRCOLARE NELLA COSTRUZIONE

■ Abfall ist das, was niemand braucht. Bis vor wenigen Jahren wurde er bei fast jeder Produktion als unvermeidbares Übel angesehen. Demgegenüber bleibt in der Natur alles im Fluss, nach dem Prinzip *Cradle to Cradle* ist der Prozess-Output des einen Vorgangs der Input des nächsten.

Genauso müssen wir den Produkten, die aus unseren Wirtschaftssektoren hervorgehen, regenerative, belastbare Systeme zugrunde legen, die biologische und technische Kreisläufe verbinden. Der zukünftige, verglichen mit heute reduzierte Abfall wird also zur Ressource – wobei seine Materialeigenschaften und die gespeicherte graue Energie weitergenutzt werden. Die Verlängerung der Lebensdauer von Materialien und Bauteilen trägt so dazu bei, dass weniger Primärressourcen verbraucht werden. Darüber hinaus muss das Motto «denke global, handle lokal» in einer konsequent umgesetzten Kreislaufwirtschaft soziale und kulturelle Zusammenhänge miteinbeziehen, um gleichzeitig einen regional basierten Mehrwert zu erzeugen. Um ein komplexes Nachhaltigkeitsproblem zu lösen, ist es naheliegend, die Welt aus einer integrativen, den gesamten Lebensraum umfassenden Perspektive zu betrachten –

■ Le déchet, c'est ce dont personne ne veut. Jusqu'à peu, il était vu comme le mal nécessaire à presque toute production. Dans la nature, en revanche, tout demeure en flux, selon le principe *Cradle to Cradle* où le résidu d'une transformation devient l'aliment de la suivante.

Nous devons, de la même façon, baser les produits de nos activités économiques sur des systèmes régénératifs et résilients, reliant les cycles biologiques et techniques. Après réduction de leur volume actuel, les déchets du futur deviennent ainsi des ressources, dont les caractéristiques matérielles et l'énergie grise sont réemployées. L'allongement de la durée de vie des matériaux et des composants contribue ainsi à réduire la consommation de ressources primaires. Et, en vertu du slogan «penser globalement, agir localement», une économie circulaire rigoureuse doit inclure des enjeux sociaux et culturels, afin de réaliser une plus-value ancrée dans la région. Pour résoudre un problème de durabilité complexe, il est évident qu'il faut adopter une vision intégrative de l'espace de vie dans son ensemble – car tout est lié. Pour qu'une économie circulaire déploie tous ses effets, elle doit donc s'appuyer sur les fondements

■ I rifiuti sono ciò che non serve a nessuno. Fino a pochi anni fa erano considerati un male inevitabile in quasi tutti i processi produttivi. Al contrario, in natura tutto segue un flusso secondo il principio *Cradle to Cradle*, l'output di un processo rappresenta l'input del processo successivo.

Dovremo basare allo stesso modo anche i prodotti che provengono dai nostri settori economici su sistemi rigenerativi e resilienti che legano cicli biologici e tecnici. I rifiuti futuri, ridotti rispetto a oggi, diventeranno così una risorsa – con le loro proprietà materiali e l'energia grigia immagazzinata che verrà ulteriormente utilizzata. Prolungare la vita utile dei materiali e dei componenti aiuta quindi a ridurre il consumo di materie prime. E un'economia circolare attuata coerentemente secondo il motto «pensa globalmente, agisci localmente» deve considerare anche i contesti sociali e culturali per generare così allo stesso tempo un valore aggiunto su base regionale. Se intendiamo risolvere un complesso problema di sostenibilità, è ovvio osservare il mondo da un punto di vista integrativo che comprenda l'intero spazio vitale – perché tutto è interconnesso. Se l'economia circolare vuole quindi sviluppare il suo effetto

denn alles ist miteinander verbunden. Damit zirkuläre Wirtschaft ihre volle Wirkung entfaltet, muss sie also auf der ökologischen, ökonomischen und sozialen Basis unserer Gesellschaft sämtliche Sektoren wie Verkehr, Textil, Landwirtschaft, Bauen und Dienstleistungen verbinden. Beim Bauen ist Kreislaufwirtschaft in der Schweiz, in Europa und weltweit ein Thema, das Bauindustrie, Planer und Planerinnen, Bauherrschaften, Konsumenten, Politik und Behörden beschäftigt.

Dieses Heft, entstanden im Auftrag des Bundesamts für Umwelt, soll einen Eindruck davon geben, wie umfassend das Thema ist. Unter den publizierten Architekturbeispielen gibt es Umbauten – wegen des Erhalts der grauen Energie sind sie oft die nachhaltigste Lösung –, aber auch Neubauten, die zeigen, wie kreislauffähige Architektur der Zukunft aussehen kann. Sie alle geben einen Einblick, wie unterschiedlich die Ergebnisse sind und wie viel kreativer Spielraum beim Entwurf besteht. Die Prinzipien und Umsetzungen schliessen einander keinesfalls aus, sondern ergänzen sich. Selbstverständlich spielen auch die Menschen und neue Arbeits- und Produktionsmodelle eine besondere Rolle, denn sie müssen Teil einer umfassenden Lösung werden, soll sich die Schere zwischen Arm und Reich nicht noch weiter öffnen. Neben den Architekturbeispielen zeigen zwei Interviews mit Forschenden auf, dass zur zirkulären Wirtschaft noch zahlreiche Erkenntnisse zu generieren sind. Das beinhaltet auch die über den Bau hinausgehenden planerischen, systemischen und digitalen Zusammenhänge – gerade Letztere bieten eine Möglichkeit, über Datenbanken Abfall zur Ressource zu machen und ihm einen Wert zuzuordnen. Die Beiträge vermitteln beispielhaft einen «Stand der Dinge» – und eine Idee, wohin der Weg in Zukunft führt.

Der Übergang von einer linearen in eine zirkuläre Wirtschaft gelingt nur, wenn die Grundlagen unserer Gesellschaft zu neuen, auf Veränderungen flexibel anpassbaren und resilienten Systemen verknüpft werden und wir alle unser Konsumverhalten verändern – eine gesellschaftliche und individuelle, komplexe und spannende Herausforderung, bei der dem Bauen eine Hauptrolle zukommt.

Karine Siegwart, Vizedirektorin BAFU,
karine.siegwart@bafu.admin.ch
Danielle Fischer, Redaktorin TEC21,
danielle.fischer@tec21.ch

écologiques, économiques et sociaux de nos communautés, en connectant un ensemble de secteurs tels que les transports, le textile, l'agriculture, la construction et les services. Dans le bâtiment, l'économie circulaire est un sujet qui, en Suisse, en Europe et dans le reste du monde, occupera à l'avenir l'industrie de la construction, les responsables de projets et de maîtrise d'ouvrage, les consommateurs, le monde politique et les pouvoirs publics.

Réalisé sur mandat de l'Office fédéral de l'environnement, ce cahier donne une idée de la globalité de la problématique. Parmi les réalisations présentées, on trouve des transformations – souvent la solution la plus durable en matière de préservation de l'énergie grise –, mais aussi des bâtiments neufs, qui montrent à quoi pourrait ressembler une future architecture circulaire. Elles sont un aperçu de la diversité des résultats et de la marge créative qu'offrent de tels projets. Loin de s'exclure mutuellement, les principes et mises en œuvre développés peuvent au contraire se compléter. Bien sûr, les intervenants et de nouveaux modes de travail et de production y jouent un rôle particulier, car ils doivent s'inscrire dans une solution inclusive si l'on veut éviter d'accroître encore le clivage entre riches et pauvres. À côté de ces propositions, deux entretiens menés avec des chercheurs montrent qu'à propos d'économie circulaire, de nombreuses questions restent à investiguer. Notamment, et au-delà de la construction, aux niveaux conceptuel, systémique et numérique – ce dernier offrant précisément la possibilité de transformer un déchet en ressource et de lui attribuer une valeur via des banques de données. Ces contributions ont ainsi pour but d'exemplifier un «état des lieux» et d'esquisser le parcours vers l'avenir.

Le passage d'une économie linéaire à des pratiques circulaires n'est envisageable que si les fondements de notre société se dotent de nouveaux systèmes résilients et ouverts aux changements, et si nous modifions nos habitudes de consommation – un défi sociétal et individuel aussi complexe que motivant, où le bâti jouera un rôle majeur.

Karine Siegwart, sous-directrice OFEV,
karine.siegwart@bafu.admin.ch
Danielle Fischer, rédactrice TEC21,
danielle.fischer@tec21.ch

massimo, essa deve collegare tutti i settori come il trasporto, il settore tessile, l'agricoltura, l'edilizia e i servizi su basi ecologiche, economiche e sociali della nostra società. Nel settore edile, l'economia circolare è un tema che in futuro occuperà l'industria edilizia, i progettisti, i committenti, i consumatori, i politici e le autorità, in Svizzera, in Europa e nel mondo.

Il presente dossier, commissionato dall'Ufficio federale dell'ambiente, ha lo scopo di mostrare quanto sia vasta la materia. Tra gli esempi architettonici pubblicati vi sono ristrutturazioni – a causa della conservazione dell'energia grigia spesso sono la soluzione più sostenibile – ma anche nuove realizzazioni che mostrano quale aspetto potrà avere l'architettura in un futuro basato sull'economia circolare. Tutti questi esempi mostrano quanto siano diversi i risultati e quanto margine di manovra vi sia per la creatività in un progetto. I principi e le applicazioni pratiche non si escludono affatto a vicenda, bensì possono essere complementari. Naturalmente, in alcuni casi, sono le persone e i modelli lavorativi e produttivi a rivestire un ruolo particolare, poiché questi dovranno diventare parte di una soluzione globale se non si vuole che il divario tra ricchi e poveri aumenti ulteriormente. Oltre agli esempi architettonici, due interviste con i ricercatori mostrano l'importanza di ampliare le nostre conoscenze sull'economia circolare. Vengono inoltre inclusi anche gli aspetti progettuali, sistemici e digitali che esulano dalla costruzione – proprio questi ultimi offrono l'opportunità di utilizzare le banche dati per trasformare i rifiuti in una risorsa e conferendo ad essi un valore. I contributi intendono fornire in modo esemplare uno «stato attuale delle cose» – oltre a una proiezione sugli sviluppi futuri.

La transizione da un'economia lineare a un'economia circolare può avere successo solo se le basi della nostra società verranno connesse con sistemi resilienti, adattabili ai cambiamenti e se noi tutti muteremo il nostro comportamento di consumo – una sfida sociale e individuale complessa ed entusiasmante in cui l'edilizia riveste un ruolo importante.

Karine Siegwart, vicedirettrice UFAM,
karine.siegwart@bafu.admin.ch
Danielle Fischer, redattrice TEC21,
danielle.fischer@tec21.ch



1 Die Grande Halle de Colombelles von Encore Heureux: Alte Schachttüren wurden zu Toilettentüren umgestaltet, indem man die Unebenheiten der alten Elemente abgeschliffen und diese entsprechend angepasst hat (vgl. «Labor für Re-use: von der Hypothese zur Realität», S. 12).

La Grande Halle de Colombelles de Encore Heureux: le détournement d'anciennes portes palières à destination des toilettes implique un nivellement des aspérités, par ponçage des objets singuliers (cf. *Laboratoire du réemploi: De l'hypothèse à la réalité*, p. 12).

La Grande Halle di Colombelles dello studio di architettura Encore Heureux: per il recupero delle vecchie porte nei servizi igienici si sono resi necessari adattamenti e un'accurata levigatura dei singoli oggetti (cfr. *Laboratorio di riuso: dall'ipotesi alla realtà*, p. 12).

FOTO: CYRUS CORNUT POUR ENCORE HEUREUX

SCHLIESSEN UND VERKNÜPFEN

CLORE ET RELIER

COLLEGARE E RINNOVARE

■ Weniger umweltschädlich bauen genügt nicht mehr, um die Klimaziele 2030 zu erreichen und noch bestehende Ökosysteme mit ihrer heute immer wichtiger werdenden Biodiversität zu erhalten. Mittels stringent umgesetzter zirkulärer Prinzipien sollen deshalb Millionen Tonnen Bauabfall schweiz- und weltweit reduziert und die Zerstörung der grauen Energie beim Abbruch vieler noch bewohnbarer Altbauten vermieden werden. Darüber hinaus muss der Verbrauch an Primärressourcen, zum Beispiel von Öl, Kies und Metallen, beim Bauen reduziert und in weiterer Zukunft sogar vermieden werden. Diese Güter werden oft so abgebaut, als wären sie unendlich verfügbar, was Landschaften in Mitleidenenschaft zieht und verschmutzt, besonders

■ Pour atteindre les objectifs climatiques 2030 et préserver les écosystèmes restants avec leur biodiversité de plus en plus essentielle, il ne suffit plus de bâtir en ménageant l'environnement. C'est par l'adoption de principes circulaires stricts qu'il s'agit de réduire les millions de tonnes de déchets de chantier générés en suisse et dans le monde et d'éviter la destruction d'énergie grise liée à la démolition de beaucoup de bâtiments encore habitables. Il faut en outre diminuer, voire supprimer à l'avenir, la consommation de ressources primaires telles que pétrole, graviers et métaux dans la construction. Souvent exploitées comme si elles étaient inépuisables, leur extraction atteint et souille aussi des paysages, dont des sites hors d'Europe. De plus, des masses

Kreislaufwirtschaft am Bau umfasst das Minimieren von Emissionen und Abfall, greift durch zukünftige zirkuläre Prozesse über das Materielle der Architektur hinaus und verknüpft Bereiche wie Ökonomie und Soziales zu Systemen, die sich gegenseitig stützen und erneuern.

Une économie circulaire du bâti ne se limite pas à la minimisation des déchets et des rejets, mais implique, au-delà de la matérialité de l'architecture, de futurs processus circulaires et relie des secteurs tels que l'économie et le social par des systèmes qui se soutiennent et se renouvellent mutuellement.

L'economia circolare nell'edilizia non consiste solo nel ridurre rifiuti ed emissioni, ma attraverso ulteriori processi circolari, va oltre gli aspetti materiali dell'architettura, unendo ambiti come economia e aspetti sociali in sistemi che si supportano e rinnovano a vicenda.

■ Costruire con un impatto ambientale minore non basta più per raggiungere gli obiettivi climatici 2030 e preservare gli ecosistemi esistenti con la loro biodiversità oggi sempre più importante. Con l'applicazione rigorosa dei principi circolari si dovrebbe riuscire a ridurre milioni di tonnellate di rifiuti edili in Svizzera e nel mondo ed evitare la distruzione di energia grigia dovuta alla demolizione di molti vecchi edifici ancora abitabili. In aggiunta, nell'edilizia il consumo di materie prime, come petrolio, ghiaia e metalli, dovrà essere ridotto e, in un futuro remoto, persino evitato. Tali materiali vengono spesso estratti come se fossero inesauribili, il che danneggia e inquina i paesaggi, soprattutto quelli extraeuropei. Inoltre, nella maggior parte delle fasi

auch solche ausserhalb Europas. Ebenso fließen Wasser und Energie extensiv in die meisten Produktionsschritte mit ein – Letztere sind zudem meist mit dem Ausstoss von klimaschädlichen Emissionen verbunden. Die Bauten, die wir nach aktuellen Standards erstellen, enden vermutlich in 30 bis 70 Jahren ebenso wie die heutigen. Die Tendenz verstärkt sich also in Zukunft, wenn Baumaterial nicht anders produziert und verbaut wird.

Das lineare Prinzip Produzieren–Konsumieren–Entsorgen unseres Wirtschaftsmodells muss durch geschlossene, schlanke Materialkreisläufe ersetzt werden. Dafür sind die vier Prozesse der Kreislaufwirtschaft zentral: den Konsum reduzieren, Gebrauchtes reparieren, Produkte wiederverwenden und erst im letzten Schritt recyklieren. Die Prinzipien sind alt, aber bei uns seit der Industrialisierung allmählich in Vergessenheit geraten. Zum Beispiel konnten früher Backsteinmauern, die nicht mit Zement-, sondern mit Kalkmörtel gemauert wurden, auseinandergebaut und die Backsteine wiederverwendet werden.

Der feine Ausdruck der Zirkularität

Bei der Architektur zeigen erste zeitgenössische Beispiele, dass die Resultate so vielfältig sind wie die eingangs erwähnten Prozesse der zirkulären Wirtschaft. Reduzieren–Wiederverwenden–Reparieren–Recyklieren ergänzen oder überschneiden sich je nach Projekt. Am effizientesten sind Umnutzungen, Reaktivierungen oder Adaptierungen von bestehenden Bauten, bei denen mit der Tragstruktur jener Teil erhalten bleibt, der am meisten graue Energie enthält. Dies kann im Rahmen des Prozesses Reduzieren zum sparsamen Umgang mit Ressourcen beitragen, indem der Lebenszyklus eines Baus verlängert wird. Auch durch Reparieren kann etwas Neues aufgeschoben werden, und Gebäude sollen so ihre Nutzer wieder überleben – früher eine Selbstverständlichkeit.

Recycling ist in der Schweiz bei Materialien wie Beton, Stahl oder Glas weit fortgeschritten und differenziert entwickelt. Dennoch genügt dies bei Weitem nicht, denn die Verfahren sind energieintensiv und meist mit einem Downcycling verbunden. Das Thema Re-use ist dabei, zum Markenzeichen der Kreislaufwirtschaft am Bau zu werden: Zunehmend selbstbewusst und innovativ vermitteln Neubauten aus wiederverwerteten Teilen ein noch ungewohntes Erscheinungsbild. Dieses zeigt jedoch, wie beständig, fein und qualitativ hochwertig Gebrauchtes sein kann.

d'eau et d'énergie entrent dans la majorité des étapes de production, dont la plupart sont liées à des rejets nuisibles au climat. Les ouvrages que nous édifions selon les standards actuels finiront probablement dans 30 à 70 ans comme ceux d'aujourd'hui. La tendance ne fera donc que se renforcer, si la production et la conception matérielle du bâti ne changent pas.

Le principe linéaire de production-consommation-élimination qui gouverne notre modèle économique doit donc être remplacé par des cycles de matériaux fermés, débarrassés du superflu. Dans cette optique, les fondamentaux de l'économie circulaire sont essentiels: réduction de la consommation, réparation ou réemploi de biens usagés et recyclage seulement en bout de chaîne. Les principes sont anciens, mais chez nous, malheureusement, ils sont peu à peu tombés dans l'oubli avec l'industrialisation. Autrefois, par exemple, un mur en briques qui n'était pas maçonné au ciment mais au mortier de chaux pouvait être démonté pièce par pièce, puis réemployé.

Subtile expression de la circularité

En architecture, de premières mises en œuvre montrent que les résultats sont aussi diversifiés que les processus d'économie circulaire décrits ci-dessus. Réduction-réemploi-réfection-recyclage se complètent ou se recoupent en fonction des projets. Les plus efficaces sont des réaffectations, des réactivations ou des adaptations de bâtiments existants où, avec la structure porteuse, la part renfermant le plus d'énergie grise est maintenue. Au niveau du processus de réduction, cela peut contribuer à l'économie de ressources puisque le cycle de vie d'un ouvrage se voit prolongé. De même, la réfection peut amener un renouveau avec des bâtiments qui survivent à leurs usagers – ce qui jadis allait de soi.

En Suisse, le recyclage de matériaux tels que le béton, l'acier ou le verre est très avancé et différemment développé. Mais cela est loin de suffire, car les procédés sont énergivores et le plus souvent liés à un décyclage. Ainsi, la thématique du réemploi est en passe de devenir l'emblème de l'économie circulaire appliquée au bâti: de nouvelles réalisations en éléments réutilisés revendiquent une image encore inédite avec une détermination et une créativité croissantes. Cela démontre le potentiel de durabilité, de raffinement et de qualité inhérent à l'offre de seconde main.

Des matières naturelles non collées et compostables telles que le bois, la paille ou la terre constituent des réponses locales au

di produzione si fa ampio uso di acqua e energia, con le conseguenti emissioni dannose per il clima. Probabilmente gli edifici che costruiamo secondo gli standard attuali tra 30 o 70 anni faranno la stessa fine. In futuro, quindi, se i materiali non verranno prodotti e utilizzati in modo diverso la tendenza non cambierà di segno.

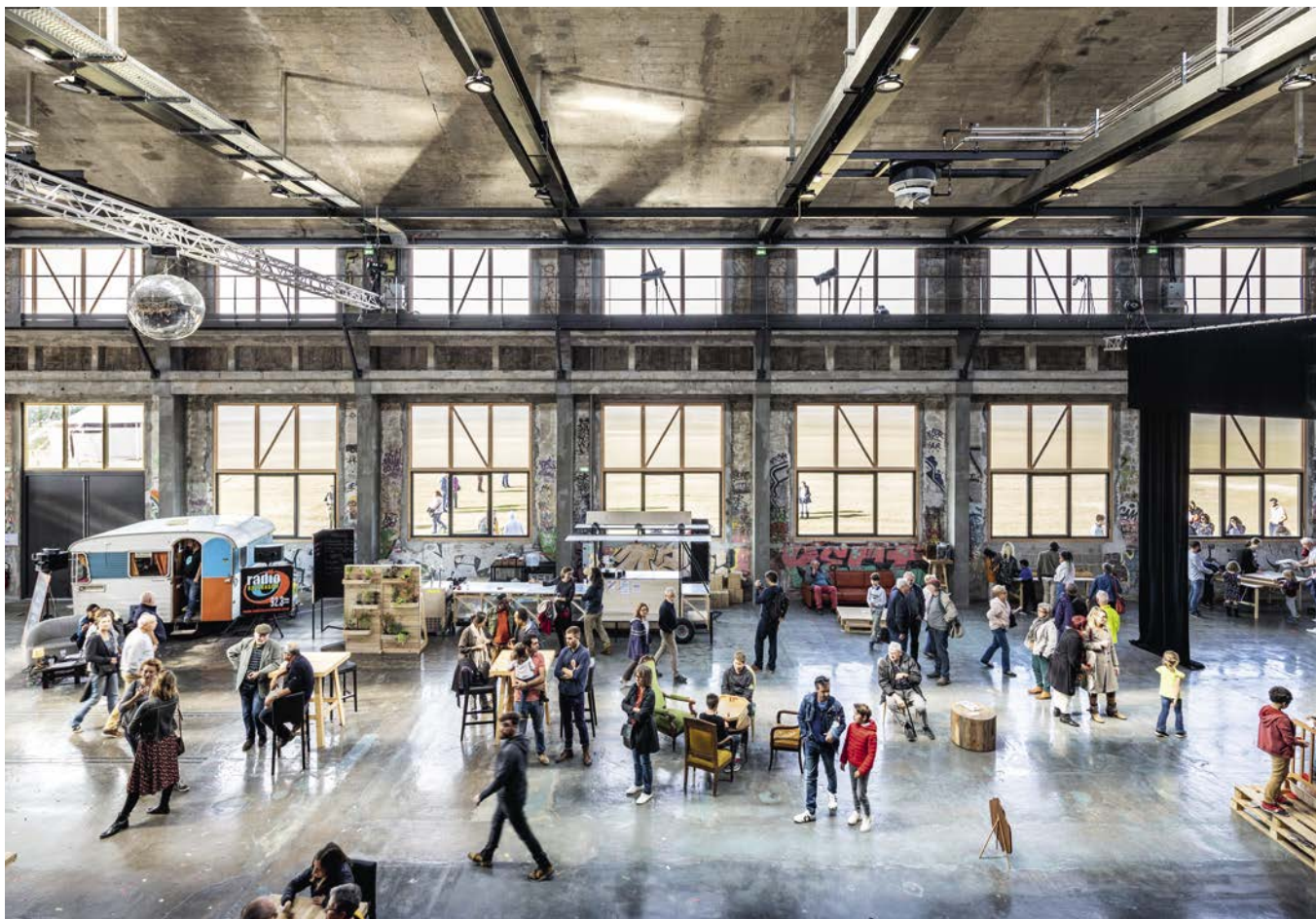
Il principio lineare produrre-consumare-smaltire del nostro modello economico dovrà essere sostituito da cicli dei materiali chiusi e agili. Sono quindi quattro i processi centrali dell'economia circolare: ridurre il consumo, riparare o riutilizzare i materiali usati e riciclare solo come ultima ratio. Tali antichi principi sono stati via via dimenticati. Ad esempio un tempo i mattoni dei muri costruiti con malta di calce piuttosto che con il cemento venivano smontati pezzo per pezzo e riutilizzati.

Espressione di una raffinata circularità

In architettura, i primi esempi mostrano che i risultati sono tanto eterogenei quanto i processi dell'economia circolare menzionati sopra. Ridurre-riutilizzare-riparare-riciclare sono processi che si completano o sovrappongono in base al progetto. I programmi più efficienti sono i cambiamenti di destinazione, le ristrutturazioni o le trasformazioni di edifici esistenti nei quali, con la struttura portante, si conserva quella parte che contiene più energia grigia. Questo può contribuire, nell'ambito della gestione parsimoniosa delle risorse, al prolungamento del ciclo di vita di un edificio. Mediante i rinnovamenti nuove realizzazioni potranno essere posticipate, gli edifici sopravviveranno allora ai loro utenti come un tempo.

In Svizzera, il riciclaggio di materiali come calcestruzzo, acciaio e vetro è molto sviluppato e differenziato. Tuttavia, ciò non basta perché i processi sono ad alta intensità energetica e di solito comportano il downcycling. Il tema del riuso sta per diventare il marchio di fabbrica dell'economia circolare nell'edilizia: i nuovi edifici, costruiti con parti riciclate, trasmettono in modo sempre più consapevole e innovativo un aspetto ancora poco familiare. Ciò dimostra però quanto il materiale riciclato possa essere resistente, fine e di qualità.

I materiali naturali biodegradabili e non incollati come il legno, la paglia, la canapa o l'argilla sono risposte locali alla questione globale di come gestire i rifiuti edili. Ci sono anche domande a cui rispondere su cosa dovrebbe succedere ai compositi di questi materiali naturali alla fine del loro ciclo di vita – perché non possono sempre



2 Im grossen Gebäudeschiff der Halle de Colombelles können rund 1100 Personen empfangen werden (vgl. «Labor für Re-use: von der Hypothese zur Realität», S. 12).

La grande Nef de la Halle de Colombelles permet d'accueillir jusqu'à 1100 personnes (cf. *Laboratoire du réemploi: de l'hypothèse à la réalité*, p. 12).

Nella grande navata dell'edificio della Halle di Colombelles possono essere accolte circa 1100 persone (cfr. *Laboratorio di riuso: dall'ipotesi alla realtà*, p. 12).

FOTO: CYRUS CORNUT POUR ENCORE HEUREUX

Biologisch abbaubare, unverklebte Naturmaterialien wie Holz, Stroh, Hanf oder Lehm sind lokale Antworten auf die globale Fragestellung, was mit ausgedientem Baumaterial geschehen soll. Dabei gilt es auch zu klären, was mit Kompositmaterialien dieser Naturstoffe am Ende des Lebenszyklus passiert – denn nicht immer können sie rein verwendet werden. Die Produktion und Verarbeitung von Naturstoffen kann zudem Arbeitsplätze in ländlichen Regionen oder ärmeren Ländern schaffen und bringt so einen sozialen Mehrwert über die Ökologie hinaus. Auch das ist ein Teil von Kreislaufwirtschaft.

Letztendlich müssen alle Massnahmen für jeden Bau und Kontext individuell aufeinander abgestimmt werden. Mit systemischem Blick ist von Fall zu Fall zu entscheiden – welche Vorteile Lowtech gegenüber Hightech hat, ob etwas Gebrauchtes toxisch ist oder ob es zu weit transportiert, zu stark zerschnitten werden muss und ob es sinnvoll in den lokalen Kontext einge-

défi global des déchets de chantier. Il s'agit également d'aborder le traitement en fin de cycle des composites de ces matériaux – car ils ne peuvent pas toujours être employés tels quels. De plus, la production et la valorisation de matériaux naturels peut générer des emplois dans des régions rurales ou des pays pauvres, avec une plus-value sociale ajoutée à l'atout environnemental. Cela fait aussi partie de l'économie circulaire.

Finalement, toutes les mesures appliquées à une construction et à son contexte doivent être harmonisées. Une approche systémique doit peser les options au cas par cas – confronter les avantages de choix *low-tech* vs *high-tech*, vérifier si un élément est toxique ou entraîne un trop long transport, voir s'il n'implique pas un découpage excessif et si son insertion est localement pertinente. Cela requiert de la détermination, un esprit d'innovation ainsi que de l'expérience et notre regard suisse habité par la perfection doit s'habituer aux évolutions esthétiques qui en découlent.

essere usati tali e quali. Inoltre, la produzione e la lavorazione di materiali naturali possono creare posti di lavoro nelle regioni rurali o nei paesi più poveri, aggiungendo così un valore sociale che va ben oltre l'ecologia. Anche questo fa parte dell'economia circolare.

Tutte le misure devono essere coordinate per ogni edificio e contesto. Con una visione sistemica, occorre decidere caso per caso quali vantaggi ha la bassa tecnologia rispetto a quella alta, se qualcosa di utilizzato è tossico o se deve essere trasportato troppo lontano e se è inserito in modo ragionevole nel contesto locale. Questo richiede il coraggio di tentare nuovi approcci ed esperienze; inoltre lo sguardo svizzero, avvezzo alla perfezione, dovrà abituarsi a questa nuova estetica.

Banche dati e decisioni politiche

Vi sono altre questioni che esulano dagli aspetti formali dell'architettura. I nostri vecchi edifici non sono progettati all'inse-

bettet ist. Das erfordert sowohl Mut, Neues auszuprobieren, als auch Erfahrung – und unser in Perfektion geübter Schweizer Blick muss sich an die damit verbundene neue Ästhetik gewöhnen.

Datenbanken und politische Entscheide

Doch es gibt zahlreiche wichtige Themen, die über das architektonisch Sichtbare hinausgehen. Unsere alten Bauten sind in der Regel nicht auf Zirkularität hin konzipiert. Darum ist bei neuen Gebäuden der Ansatz *Cradle to Cradle* zentral – unter anderem verbunden mit den Fragen nach den dafür nötigen digitalen Datenbanken,

Banques de données et volonté politique

Nombre d'enjeux vont toutefois au-delà de la réalité architecturale. Nos vieux bâtiments n'étant généralement pas conçus dans une optique circulaire, il importe donc que l'approche *Cradle to Cradle* gouverne les nouveaux projets – notamment grâce à des banques de données numériques indiquant quels matériaux sont disponibles, où, en quelle quantité et quand. Grâce à des éléments répertoriés jusqu'à la dernière vis, à la séparabilité des systèmes et à une déconstruction balisée, de tels ouvrages préfigurent un avenir où le réemploi du bâti ira de soi. Un autre aspect porte

gna della circolarità. Ecco perché l'approccio *Cradle to Cradle* è centrale per i nuovi edifici – in relazione, tra l'altro, con le questioni delle banche dati digitali necessarie che offrono una panoramica su quali materiali siano disponibili, dove, in quali quantità, qualità e quando. Nuovi edifici, con componenti registrate fino all'ultima vite, con la separazione dei sistemi e uno smontaggio semplice, aprono la strada verso un futuro in cui il riuso dei materiali da costruzione sarà una pratica ovvia. Un altro esempio sono i nuovi metodi per ottimizzare i bilanci di costi, trasporto, statica e consumo di materiale delle strutture costituite da vecchi elementi – in particolare se com-

3 Die Strohdämmung unter der Konterlattung und verschiedene Re-use-Fenster machen die Hülle der Halle 118 besonders energieeffizient (vgl. «Ein rotes Tüpfelchen auf dem i», S. 30).

L'isolation en paille sous les contre-lattes et les fenêtres réemployées rendent l'enveloppe de la halle 118 particulièrement efficiente sur le plan énergétique (cf. *Un point rouge sur le i*, p. 30).

L'isolamento in paglia dietro i listoni e il riutilizzo di finestre rendono l'involucro del padiglione 118 particolarmente efficiente dal punto di vista energetico (cfr. *Il puntino rosso sulla i*, p. 30).

FOTO: MARTIN ZELLER



die einen Überblick geben, welche Materialien wo, in welchen Mengen, Qualitäten und wann verfügbar sind. Solche Neubauten spannen mit den bis auf die letzte Schraube registrierten Bauteilen, der Systemtrennung und der einfachen Rückbaubarkeit den Bogen in die Zukunft, in der es selbstverständlich sein wird, Baumaterial wiederzuverwenden. Ein anderes Beispiel sind neue Methoden, um die Bilanz von Kosten, Transport, Statik und Materialverbrauch von Strukturen aus Altbauteilen zu optimieren – insbesondere wenn sie mit neuen Teilen kombiniert werden. Politische Entscheide wie jener des Europäischen Parlaments Ende 2020, das Recht des Verbrauchers auf Reparatur durch obligatorische Produktinformationen zu unterstützen, sollen dabei helfen, dass qualitativ nachhaltigere Dinge entstehen und Studierende und Lehrlinge wieder lernen, wie man Gegenstände repariert.

Kostenwahrheit neu denken

Darüber hinaus ist eine neue Betrachtung ökonomischer Zusammenhänge bedeutend. Wichtig ist anzuerkennen, dass in der aktuellen Rechnung der Kostenwahrheit ums Bauen das Ende ausgeblendet wird: Die im Neubau verwendeten Materialien und das ganze Gebäude werden nach Ablauf des Lebenszyklus zu Abfall oder in einen Downgrading-Prozess überführt, ohne dass ihr Restwert berücksichtigt wird. Diese Bilanz muss angepasst werden, indem kurzfristigen Renditen ökologische, langzeitige und resiliente Werte gegenübergestellt werden.

Kreislaufwirtschaft ist also nicht einfach eine andere Art zu bauen und zu konsumieren, sondern ein systemischer Ansatz, der in den kommenden Jahren strukturelle, planerische, wirtschaftliche, ja soziale Änderungen und neue Verknüpfungen mit sich bringen wird – nicht nur in der Architektur, sondern auch bei Verkehr, Tourismus, Textilien und Landwirtschaft. Das kann nur gelingen, wenn der menschgemachte Lebensraum mit all seinen Bereichen nach dem Vorbild der Natur, in der es keinen Abfall gibt, zyklisch, resilient und regenerativ umgestaltet wird. Kreislaufwirtschaft bedingt ein tiefgreifendes Umdenken in der Bauwirtschaft – bei allen Beteiligten.

Danielle Fischer, Redaktorin Architektur TEC21

sur de nouvelles méthodes pour optimiser le bilan des coûts, du transport, du concept statique et de la consommation de matériaux liés à des structures intégrant des éléments de seconde main – en particulier en combinaison avec des pièces neuves. Des décisions politiques, comme celle prise fin 2020 par le Parlement européen pour le droit du consommateur à une information obligatoire sur la réparabilité des produits, peuvent favoriser la fabrication de biens plus durables et réapprendre aux étudiants et aux apprentis comment on répare des objets.

Vérité des coûts

Au surplus, une nouvelle approche économique s'impose. Car force est d'admettre que, dans le calcul actuel des coûts liés à la construction, la fin est escamotée: les matières premières entrant dans le bâti neuf et les ouvrages eux-mêmes se transforment en déchets ou sont dégradés à la fin du cycle de vie, sans prise en compte de leur valeur résiduelle. Ce bilan doit être complété en confrontant les rendements à court terme à des valeurs relevant de l'écologie, de la durabilité et de la résilience.

L'économie circulaire n'est donc pas qu'une autre façon de construire et de consommer, mais une démarche systémique qui aura des effets structurels, conceptuels et commerciaux, voire sociaux, au cours des prochaines années – effets qui n'impacteront pas seulement l'architecture, mais également les transports, le tourisme, le textile et l'agriculture. Cela ne peut réussir que si tous les éléments de l'anthroposphère sont réorganisés selon les principes de circularité, de résilience et de régénération qui prévalent dans la nature, où il n'existe pas de déchets. Dans ce sens, l'économie circulaire implique une profonde remise en question de tous les acteurs de la construction.

Danielle Fischer, rédactrice architecture TEC21

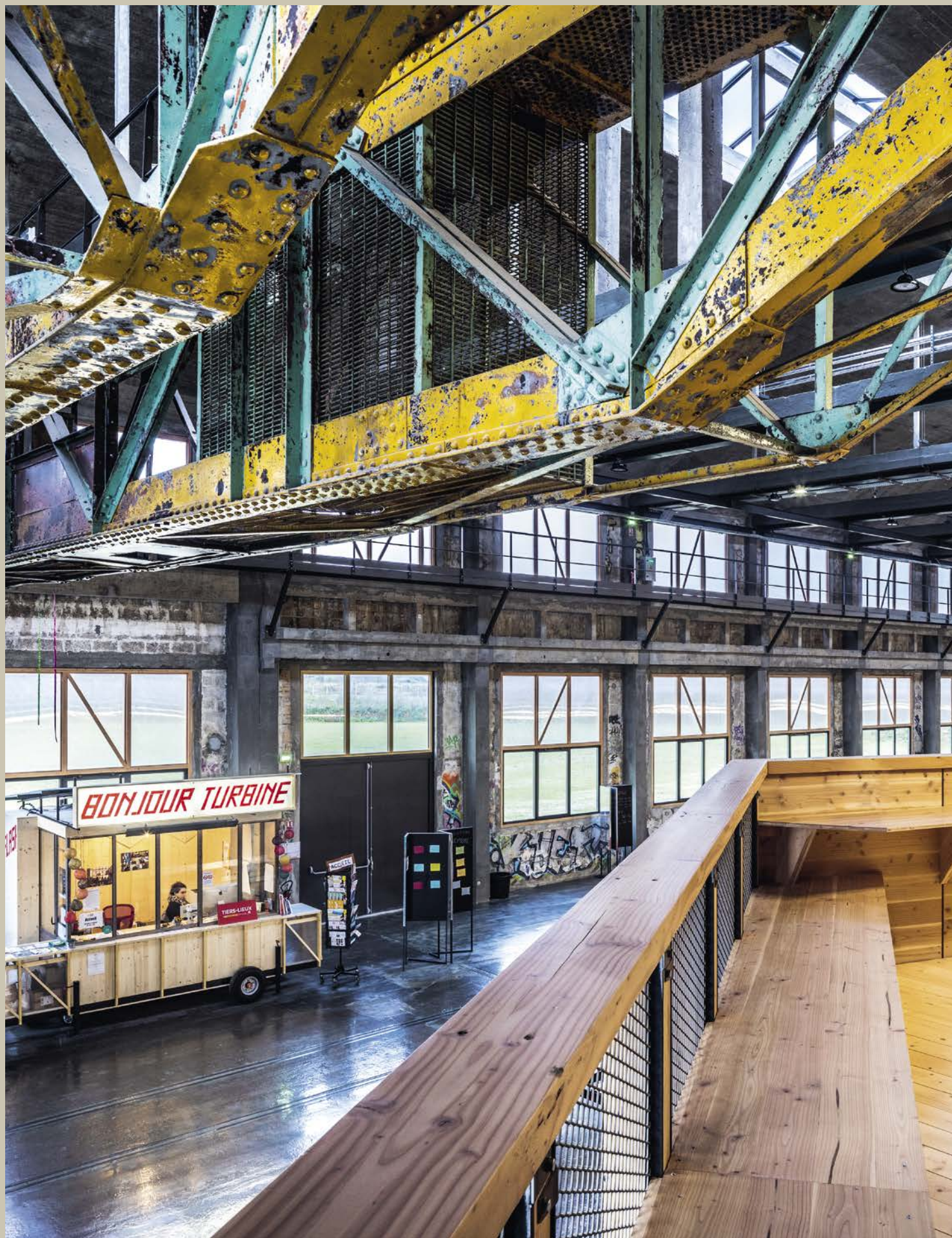
binati con elementi nuovi. Le decisioni politiche come quella del Parlamento europeo alla fine del 2020 di sostenere il diritto del consumatore alla riparazione con informazioni obbligatorie sui prodotti contribuiranno a creare articoli più sostenibili e aiutare studenti e apprendisti a imparare a ripararli.

I costi reali

È essenziale un nuovo modo di guardare alle relazioni economiche. Importante sarà riconoscere che nel calcolo attuale dei costi reali relativi all'edilizia, si trascura la fase finale: alla fine del ciclo di vita, i materiali utilizzati nella costruzione così come l'intero edificio diventano rifiuti o vengono declassati alla fine del loro ciclo di vita, senza che il loro valore residuo venga preso in considerazione. Tale bilancio deve essere adeguato contrapponendo ai rendimenti a breve termine i valori ambientali, resilienti a lungo termine.

L'economia circolare non è quindi solo un modo diverso di costruire e consumare, ma un approccio sistemico che nei prossimi anni porterà cambiamenti strutturali, di progettazione, economici e sociali e nuove connessioni, non solo nell'architettura, ma anche nei trasporti, nel turismo e nel settore tessile e agricolo. Ciò sarà possibile solo se lo spazio vitale creato dall'uomo verrà riprogettato in modo ciclico, resiliente e rigenerativo, prendendo come modello la natura, in cui non esistono rifiuti. L'economia circolare esige un profondo cambiamento del modo di pensare nel settore dell'edilizia da parte di tutte le parti in causa.

Danielle Fischer, redattrice architettura TEC21



1 Der standardisierte Charakter des industriellen Erbes mit seinen regelmässigen Profilen trifft in der Grande Halle auf grosszügige Massanfertigungen, die Freude am Original und die Zartheit der Handwerkskunst.

Le caractère standardisé du patrimoine industriel, aux profils réguliers, rencontre à la Grande Halle la générosité du sur-mesure, les plaisirs de l'originalité et la tendresse de l'artisanat.

La regolarità dei profili, caratteristica della standardizzazione del patrimonio industriale, incontra alla Grande Halle la generosità del su misura, il piacere dell'originalità e la delicatezza dell'artigianato.

ALLE FOTOS: © CYRUS CORNUT POUR ENCORE HEUREUX

LABOR FÜR RE-USE: VON DER HYPOTHESE ZUR REALITÄT

LABORATOIRE DU RÉEMPLOI: DE L'HYPOTHÈSE À LA RÉALITÉ

LABORATORIO DI RIUSO: DALL'IPOTESI ALLA REALTÀ

In den letzten Jahren gewinnt das Thema Re-use im französischen Bausektor an Bedeutung. Die Architekten des Kollektivs Encore Heureux stellten 2019 das Projekt Grande Halle in der Normandie fertig.

Depuis quelques années, les pratiques de réemploi gagnent du terrain dans le secteur français du bâtiment. Les architectes du collectif Encore Heureux, ont livré en 2019 le projet Grande Halle en Normandie.

Da qualche anno le pratiche di riuso guadagnano terreno nel settore francese della costruzione. In Normandia, nel 2019, gli architetti del collettivo Encore Heureux hanno portato a termine il progetto Grande Halle.

■ Dass man in Frankreich immer öfter Bauten aus Re-use-Teilen begegnet, lässt sich mit der zunehmenden Nachfrage seitens der Politik erklären, doch auch Vorreiter des gegenwärtigen ökologischen Umdenkens spielen eine wichtige Rolle. Das Architektenkollektiv Encore Heureux zählt mit seiner breiten, generalistischen Denkweise zu den Initianten dieser Bewegung in Europa. Im Jahr 2019 hat das Büro das Projekt «Grande Halle en Normandie» realisiert, das thematisch an seinen «Pavillon Circulaire» in Paris aus dem Jahr 2015 anknüpft.

Die Grande Halle in Colombelles, eine ehemalige Elektrowerkstatt, liegt an einer der höchsten Stellen am Stadtrand von Caen und zeugt als ein letztes Relikt im Industriebecken der Normandie von der im Jahr 1993 stillgelegten Metallverarbeitung. Nachdem der Bau mehr als 25 Jahre leer

■ L'extension des pratiques de réemploi est motivée par la demande croissante des politiques publiques, mais aussi par le rôle des modèles, aux avant-postes de la transition écologique. Les architectes «généreux généralistes» du collectif Encore Heureux ont livré en 2019 le projet Grande Halle en Normandie, dans la droite ligne du Pavillon Circulaire en 2015.

Située sur l'un des points les plus élevés de la périphérie de Caen, la Grande Halle est à Colombelles l'un des derniers vestiges du bassin industriel normand dédié à la métallurgie, depuis la fermeture en 1993. Après plus de 25 ans d'abandon, et sur proposition de Normandie Aménagement, le bâtiment laissé en marge d'une urbanisation massive et générique du plateau, fait l'objet d'une reconversion: porte-drapeau d'une modification des pratiques en matière d'aménagement et de modèle économique, à la lisière

■ Lo sviluppo della prassi del riutilizzo è stimolata dalla crescente domanda delle politiche pubbliche e come modello gioca un ruolo di rilievo nella transizione ecologica. Nel 2019 gli architetti «généreux généralistes» del collettivo Encore Heureux, in Normandia, hanno portato a termine il progetto Grande Halle, nel solco del precedente Pavillon Circulaire del 2015.

Situata alla periferia di Caen, la Grande Halle di Colombelles, dopo la chiusura nel 1993, è una delle ultime vestigia del bacino industriale normanno consacrato alla metallurgia. Dopo più di 25 anni di abbandono, e su proposta di Normandie Aménagement, l'edificio rimasto ai margini della densa e indistinta urbanizzazione dell'altopiano, è stato riconvertito: portabandiera di un cambiamento delle pratiche di pianificazione e di modelli economici, ai margini di una preoccupante espansione suburbana

gestanden hatte, regte die Organisation Normandie Aménagement an, ihn augenfällig umzugestalten: Er befindet sich am Rand der vorstädtischen Zersiedlung, die sich bedrohlich gegen die Ebene ausbreitet, und versinnbildlicht die sich verändernde Praxis architektonischer Konzepte und ein neues Wirtschaftsmodell. Genauso sinnbildlich wie der Bau ist der Entscheid in dieser Industriebranche, die Grundlagen zu schaffen, um aus diesem «tiers-lieu» ein Gemeinschaftswerk zu machen.

Schaufenster der Kreislaufwirtschaft

Der zentrale Auftrag lautete, das Gebäude durch eine Renovation wieder zum Leben zu erwecken – und nicht etwa, es durch einen Neubau zu ersetzen. Dieses Vorgehen wurde nie infrage gestellt, hatte aber an und für sich nichts mit «Re-use» zu tun, da die Bausubstanz auf dem Gelände einfach umgestaltet worden wäre – für eine ähnliche Nutzung wie vorher. Ein Richtungswechsel veränderte das Thema inhaltlich: Das brachliegende Gebäude sollte zu einem Schaufenster der Kreislaufwirtschaft werden. Auf die ehrgeizige Idee reagierte der Bauherr mit einer inhaltlichen Doppelung auf einer zweiten Ebene: Die Elektrowerkstatt sollte nicht nur als bestehender Bau einer Instandsetzung unterzogen werden, sondern mit eingefügten Bauelementen, die die Attribute der Re-use-Architektur aufweisen, ergänzt werden.

Den Vorschlag, den die Architekten als Initianten mit ihren kompetenten Planungsbüros machten, unterstützte der Bauherr, der hinter dem experimentellen Charakter des Projekts stand, voll und ganz.

d'un mitage pavillonnaire menaçant qui s'étend vers la plaine. C'est un choix délibéré et symbolique, celui de dégager les conditions nécessaires à la naissance, en ce lieu déclassé, d'un tiers-lieu à vocation collaborative.

Vitrine de l'économie circulaire

Le premier acte de récupération, à savoir la réhabilitation d'un bâtiment existant plutôt qu'une nouvelle construction, est l'objet même de la commande. Jamais écarté, cet objectif ne constitue pas en lui-même une pratique de réemploi puisqu'il induit une remise en état d'éléments déjà présents sur le site, et dans un usage relativement équivalent – en tant que contenant principalement. Il s'agit d'abord d'un changement de destination. L'enjeu est programmatique: faire endosser à ce bâtiment en friche le rôle de vitrine de l'économie circulaire. À l'imbrication portée par la commande, la maîtrise d'œuvre répond par une seconde mise en abîme. L'ancien atelier électrique sera non seulement réaffecté, mais son détournement portera en lui-même et dans ses éléments secondaires les marques affirmées d'une architecture du réemploi.

La proposition, menée de front par les architectes – initiés et initiateurs – et leurs bureaux d'études compétents, est appuyée par une maîtrise d'ouvrage décidée à soutenir le caractère expérimental du projet. Deux principales innovations en la matière définissent un cadre opérationnel capable de réunir l'ensemble des parties. En premier lieu, l'introduction d'un lot dédié dans la contractualisation du marché marque un engagement financier du commanditaire, soutenu ici à hauteur de 100 000 €. Environ

che si estende nella pianura. Una scelta deliberata e simbolica, in questo sito dismesso, per creare le condizioni necessarie alla nascita di un «terzo luogo», uno spazio a vocazione collaborativa.

Vetrina per l'economia circolare

Il mandato consisteva nel recupero dell'edificio esistente piuttosto che la costruzione di un nuovo fabbricato. Questo approccio non è mai stato messo in discussione, ma di per sé non ha nulla a che fare con il «riuso», poiché il manufatto esistente viene semplicemente convertito a un nuovo utilizzo simile a quello precedente, in quanto contenitore. È prima di tutto un cambio di destinazione. La sfida è programmatica: far assumere a questo edificio abbandonato il ruolo di vetrina dell'economia circolare. Il committente ha risposto alle ambiziose implicazioni che l'idea comportava con una seconda mise en abîme: l'ex officina elettrica non solo sarà ristrutturata, ma la sua riconversione dovrà dichiaratamente testimoniare, anche nelle singole componenti, i principi dell'architettura del riuso.

La proposta del team di architetti – iniziatori e promotori – con i loro competenti progettisti, è stata appoggiata dal committente, determinato a sostenere la natura sperimentale del progetto. Due innovazioni in materia definiscono il quadro operativo capace di far convergere le parti coinvolte. Innanzitutto, l'introduzione di un lotto dedicato all'interno del contratto denota un impegno finanziario del mandatario, per un importo, in questo caso, di 100 000 euro. Circa l'1,7 % del costo totale dei lavori è assegnato, attraverso di esso, a un partner

AM BAU BETEILIGTE

Bauherrschaft: SEM Normandie Aménagement, + EPFN Colombelles

Architektur: Encore Heureux, Paris

Tragwerksplanung: Ligne BE + T&E Ingénierie, Carquefou

FACTS & FIGURES

Grundstück: 25 927 m²

Restaurierte Fläche: rund 3700 m²

Das «Grosse Schiff»: 1100 m²

Konferenzräume: 16–115 m²

Büros: 500 m²

Baukosten: 5.8 Mio Euro

PARTICIPANTS AU PROJET

Maître d'ouvrage: SEM Normandie Aménagement, + EPFN Colombelles

Architecture: Encore Heureux, Paris

Statique: Ligne BE + T&E Ingénierie, Carquefou

FACTS & FIGURES

Terrain: 25 927 m²

Surface restaurée: env. 3700 m²

Grande nef: 1100 m²

Salles de conférences: 16–115 m²

Offices: 500 m²

Coûts du bâtiment: 5.8 Mio Euro

PARTECIPANTI AL PROGETTO

Committenza: SEM Normandie Aménagement, + EPFN Colombelles

Architettura: Encore Heureux, Parigi

Statica: Ligne BE + T&E Ingénierie, Carquefou

FACTS & FIGURES

Terreno: 25 927 m²

Superficie riconvertita: ca. 3700 m²

Grande navata: 1100 m²

Sale riunioni: 16–115 m²

Uffici: 500 m²

Costi edificio: 5.8 Mio Euro



2 Am Fuss des letzten Schornsteins der Industrieanlage Colombelles erwacht die Grande Halle zu neuen Aktivitäten.

Au pied de la dernière cheminée de refroidissement du site industriel de Colombelles, la Grande Halle reprend vie.

La Grande Halle torna alla vita ai piedi dell'ultima torre di raffreddamento del sito industriale di Colombelles.

Zwei Punkte gaben den Handlungsspielraum vor, in dem alle Parteien zusammenfanden. Erstens führte der Auftraggeber für die Vertragsgestaltung einen eigenen Kostenpunkt «Lot 01» von 100000 € ein. Mit dieser etwa 1,7 % der Baukosten umfassenden Summe wurde ein Experte bezahlt, der die Unternehmer bei Fragen um die Wiederverwendung unterstützte. Die Organisation Wip, die mit der Bauleitung beauftragt war, koordinierte die Position «Lot 01» prominent bei allen Schnittstellen jener Arbeiten, bei denen auch neue Materialien infrage kamen. Die Wiederverwendung alter Teile liess sich zweitens mittels des «cahier des clauses techniques et particulières» (CCTP) praktisch in Varianten umsetzen, indem jede vorgeschlagene Re-use-Leistung mit den Angeboten aus neuen Materialien verglichen wurde.

Kompetenzen erneuern

Die unterschiedlichen Varianten erlaubten es, die sonst üblichen Qualitäts- und Preiskriterien, aufgrund derer normalerweise entschieden wird, um vielschichtiger Quervergleiche aus Kosten, Haltbarkeit, ökologischem Fussabdruck und sozioökonomischen Auswirkungen zu erweitern.

1,7 % du coût total des travaux est attribué par son biais à un partenaire compétent chargé de l'accompagnement des entreprises dans leurs pratiques du réemploi. Coordonné par le gestionnaire du lieu (le Wip), sa dénomination emblématique en tant que «lot 01» le positionne au centre du projet, à l'intersection de tous les corps de métier, chaque poste étant potentiellement concerné par l'alternative au matériau neuf. L'ouverture au réemploi trouve ensuite une faisabilité pratique dans l'utilisation d'un cahier des clauses techniques et particulières à variantes. À chaque prestation proposée en réemploi, l'équivalent neuf est soumis à comparaison.

Restaurer les compétences

L'appréciation des gains offerts par chacune des variantes oblige à décentrer les cibles courantes du rapport qualité/prix, au profit d'une approche transversale entre coût, durabilité, empreinte environnementale et impact socio-économique. La récupération d'anciens radiateurs en fonte de services administratifs voisins est plus onéreuse qu'un achat d'équipement standard, mais plus écologique sur le plan de la distance, de l'extraction des métaux et de la

compétente responsable di accompagnare le imprese nelle loro pratiche di reimpiego. Coordinato dal Wip, il gestore del sito, l'emblematico «lotto 01» è centrale nel progetto, e trasversale a tutti i mestieri. Ogni posizione di capitolato implica una proposta alternativa al materiale nuovo. L'apertura al reimpiego trova poi una fattibilità pratica nell'utilizzo di un capitolato dalle clausole tecniche e speciali che prevede diverse varianti. Per ogni offerta di riutilizzo proposta, l'equivalente nuovo è sottoposto a confronto.

Rinnovare le competenze

La valutazione delle diverse varianti non si può più basare esclusivamente sul rapporto qualità e prezzo, a vantaggio di un approccio trasversale che tiene conto del costo, della durata, dell'impronta ecologica e dell'impatto socio-economico. Il riutilizzo dei corpi riscaldanti in ghisa, provenienti dai vicini locali dell'amministrazione è stato più oneroso dell'acquisto di nuovi radiatori, ma più ecologico in termini di trasporto, di recupero del metallo e della loro durata di vita ineguagliabile. Il reimpiego di porte d'entrata o di parti di carpenteria provenienti dagli alloggi degli

Wiederverwendete gusseiserne Heizkörper aus den nahen Verwaltungsabteilungen waren zwar teurer als der Kauf neuer Geräte, aber umweltfreundlicher bezüglich Transport, Metallgewinnung und ihrer konkurrenzlosen Lebensdauer. Die Nutzung alter Schachttüren oder Holzelemente aus den Arbeiterwohnungen war kein finanzieller Vorteil, aber die Bauteile sind gehaltvolle Erinnerungsstücke, konnten einfach installiert werden, die Transportwege waren kurz, und lobenswert war, dass kompetente lokale Handwerker Arbeit erhielten. Auf der Baustelle erzählen die Schreiner, dass ihre nahezu auf Montagearbeiten reduzierten handwerklichen Fähigkeiten endlich wieder gefragt waren.

Vorgefasste Meinungen entkräften

Für Valentin Blanlot von Wip und Morgan Moinet von Encore Heureux geht es beim Thema Re-use genauso um die Deonstruktion von Gebäuden wie um die von vorgefassten Meinungen. Die Umgestaltung der Grande Halle als Pilotprojekt ermöglichte es, die meisten der für die Wiederverwendungspraxis notwendigen Prozesse mit allen Beteiligten zu vereinheitlichen: von der Kommunikation mit dem Eigentümer bis zur Validierung der Versicherungen, die nach der Auftragserteilung und vor dem Ausbau der Re-use-Teile abgeschlossen werden mussten. Eine zentrale Aufgabe, die eine interdisziplinäre Zusammenarbeit und eine ständige Beobachtung der regionalen Bauaktivitäten erfordert, kommt dem Finden von «Lagerstätten» zu, also Bauten, die vor dem Abriss stehen und die ein Potenzial für die Rückgewinnung

durée de vie inégalable du matériel. L'utilisation de portes palières ou d'éléments de charpente issus de logements ouvriers n'est là encore pas avantageuse sur le plan financier, mais porteuse de sens sur le plan de la mémoire collective, économe en plantation, en transport, et vertueuse dans l'emploi de main d'œuvre locale compétente. Sur le chantier, les menuisiers déclarent renouer avec leur compétence artisanale, de plus en plus réduite à un travail de pose.

Déconstruire des idées reçues

Pour Valentin Blanlot de Wip et Morgan Moinet de Remix – Encore Heureux, le réemploi implique autant de déconstruire des bâtiments que des idées reçues. En tant que projet laboratoire, le projet de la Grande Halle a permis de banaliser une grande partie des démarches nécessaires à la pratique du réemploi avec l'ensemble des partenaires: des modalités de discussions avec la maîtrise d'ouvrage au processus de validation des assurances en amont de la dépose, une fois le diagnostic réemploi réalisé. La localisation des «gisements» – les lieux voués à démolition présentant des opportunités de récupération – est une étape clef nécessitant une coopération interprofessionnelle et un travail permanent de prospective, plus délicat dans les régions à faible rotation de démolitions et chantiers. À contrario, les situations de forte densité en roulement et cadence de chantiers permettent de faire l'économie d'une logistique du stockage, au bénéfice d'une déconstruction et construction simultanée facilitée entre des sites jumelés.

La Grande Halle se positionne en laboratoire du réemploi, portant l'hypothèse

operai non è stato economicamente vantaggioso, ma significativo per la memoria collettiva, per l'economicità del trasporto e dell'installazione e ha messo in valore l'impiego di competente manodopera locale. Durante il cantiere, i falegnami hanno affermato che in questo modo hanno potuto mettere in risalto le loro competenze, ormai sempre più ridotte a lavori di posa.

Sfatare i preconcetti

Per Valentin Blanlot di Wip Colombelles e Morgan Moinet di Remix Encore Heureux, il riuso implica non solo lo smontaggio di edifici quanto lo sfatare idee preconcette. La trasformazione della Grande Halle come progetto pilota ha permesso di semplificare molti dei processi necessari per il riutilizzo con tutti i partner coinvolti: dalla comunicazione con il committente alla convalida delle polizze assicurative che dovevano essere stipulate dopo la messa in servizio delle parti riutilizzate. Un ruolo essenziale, che richiede una cooperazione interdisciplinare e un monitoraggio continuo delle attività edilizie regionali, è quello di trovare «siti di stoccaggio», cioè edifici che stanno per essere demoliti e che offrono un potenziale per il recupero di parti. L'operazione risulta più difficoltosa nelle regioni con pochi cantieri e demolizioni. D'altra parte, nelle aree con un alto tasso di cantieri è possibile risparmiare nella logistica di stoccaggio, in questo caso il recupero e il riuso simultaneo dei pezzi tra i cantieri coinvolti diventa più facile.

L'impatto regionale della Grande Halle come laboratorio di riuso non è solo tecnica, ma anche morale. Il progetto fa parte di un approccio più ampio all'economia circolare:



3 Die Installation alter gusseiserner Heizkörper war teurer als der Kauf von Standardgeräten, aber umweltfreundlicher.

La récupération d'anciens radiateurs est plus onéreuse qu'un achat d'équipement standard, mais plus écologique.

Il recupero dei preesistenti corpi riscaldanti in ghisa è stato più oneroso rispetto all'acquisto di elementi standard, ma più ecologico.

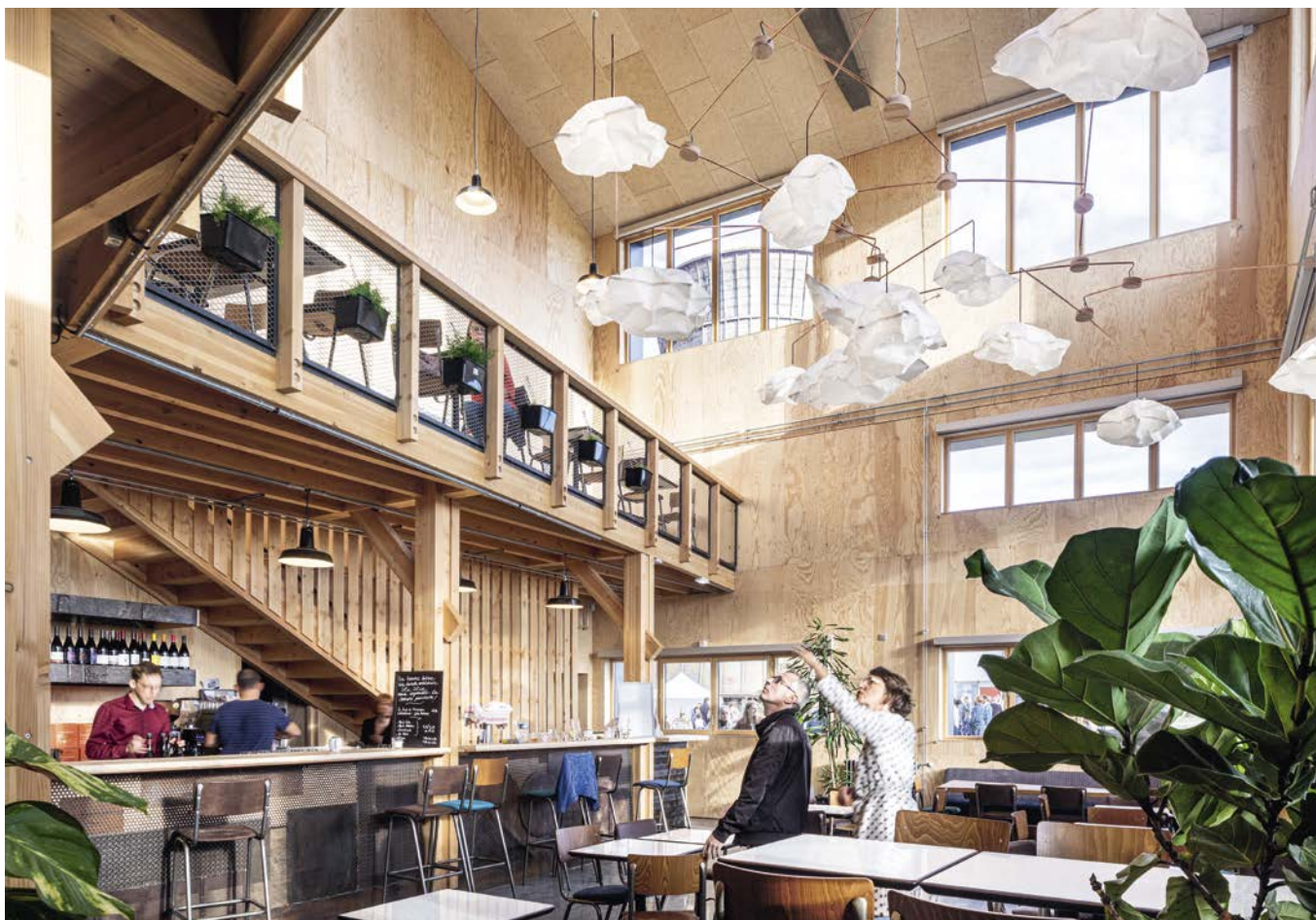


4 Querschnitt der Grande Halle mit den baulichen Eingriffen.

Coupe transversale de la Grande Halle après intervention.

Sezione trasversale della Grande Halle dopo l'intervento.

PLAN: ENCORE HEUREUX



5 Das kleinere der beiden Schiffe umfasst ein Café mit Restaurant, Ateliers sowie gemeinschaftliche Arbeitsräume auf zwei eingefügten Ebenen.

La plus petite des deux nefs accueille un café-restaurant et des ateliers ainsi que des espaces de travail collaboratifs sur deux niveaux de planchers ajoutés.

Nella più piccola delle due navate si trovano il caffè-ristorante e dei laboratori, i due nuovi livelli accolgono gli spazi di co-working.

gesuchter Teile bieten. Das ist in Regionen mit wenig Baustellen und Abbrüchen schwieriger. In Gebieten mit vielen Baustellen kann dies dagegen zu Einsparungen in der Lagerlogistik führen, da der gleichzeitige Rück- und Wiedereinbau von Teilen zwischen den beteiligten Orten einfacher wird.

Der regionale Einfluss, den die Grande Halle als Wiederverwendungslabor hat, ist nicht nur materieller, sondern auch kämpferischer Natur. Das Projekt ist ein Bekenntnis zur Kreislaufwirtschaft: mit dem auskommen, was man vor Ort hat, mit wiederverwendeten Ressourcen und Materialien aus der Nachbarschaft, aber auch mit erweiterten lokalen Fähigkeiten. Im Gebiet von Colombelles erweckt die Wiederverwendung sinnbildlich die Hoffnung, ein Baunetz mit seinem Potenzial an sozialen, wirtschaftlichen und produktiven Verflechtungen wiederzubeleben, das die Industriegebiete des letzten Jahrhunderts hatten.

Valentin Bourdon, Architekt, Lausanne

d'une généralisation à travers la région, et dans une dimension non seulement technique, mais aussi militante. Son projet s'inscrit dans une vocation plus large à l'économie circulaire: du faire avec ce qu'on a sur place, avec les ressources et matériaux voisins à revaloriser, mais aussi avec les compétences locales à prolonger. De manière hautement symbolique à Colombelles, le réemploi entretient l'espoir de pouvoir réimplanter un réseau de la construction dans le territoire auquel il est lié, en relais des bassins industriels du siècle précédent, et de leur capacité d'interdépendance sociale, économique et productive à l'intérieur d'un territoire donné.

Valentin Bourdon, architecte à Lausanne

impiegare ciò che si trova sul posto, con risorse e materiali da riutilizzare, ma anche con lo sviluppo di competenze locali. A Colombelles, il riuso risveglia simbolicamente la speranza di recuperare una rete di costruzioni presenti sul territorio con il suo potenziale di interconnessione sociale, economica e produttiva come i bacini industriali del secolo scorso.

Valentin Bourdon, architetto a Losanna



1 Die Ringanker, an denen die alte Fassade befestigt worden war, blieben erhalten und wurden für die Befestigung der neuen Holzelemente verwendet.

Les anneaux d'armature auxquels l'ancienne façade étaient fixée, arriment les nouveaux modules en bois.

Gli anelli di ancoraggio a cui era fissata la vecchia facciata sono stati conservati e utilizzati per agganciare i nuovi moduli in legno.

ALLE FOTOS: MATTHEW CRABBE

PRÄZISE EINGRIFFE, GROSSE WIRKUNG

INTERVENTIONS PRÉCISES POUR GRANDS EFFETS

INTERVENTI PRECISI DI GRANDE EFFETTO

■ Der Beginn dieses Projekts war erst einmal ganz gewöhnlich: Die Fassade des Skelett-Versuchsbaus Typ «SK Berlin» sollte erneuert werden, denn die dünnen Leicht-experimentalmodule waren die grösste Schwachstelle des Verwaltungsgebäudes des Berliner Tierparks. Die Module bestanden aus einem U-Profil-Stahlrahmen, in den ein Sandwich aus zwei Gipsschichten und eine «Kerndämmung» eingebaut waren, sowie einer Verkleidung aus asbesthaltigen Fassadenplatten. Durch sie hindurch konnte das Aussenklima quasi 1:1 ins Gebäude eindringen. Die Beschäftigten sprachen deshalb davon, sich wie in einem dünnwandigen Zelt vorzukommen und nicht wie in einem schützenden Haus. Aus diesem Grund wurde das Gebäude 2012 leergezogen, die Belegschaft wurde auf verschiedene Bauten auf dem 160 ha grossen Gelände des Tierparks verteilt – für ein effizientes

■ Au départ, le projet portait sur un problème on ne peut plus courant: la nécessité de rénover la façade d'un bâtiment original de type «SK Berlin», dont la composition en modules expérimentaux allégés constituait la principale déficience du centre administratif du zoo de Berlin. Dans un cadre acier profilé en U, ces modules associaient deux couches de plâtre et un «noyau isolant» à une plaque de revêtement extérieur amianté. Des éléments qui laissaient quasiment pénétrer le climat extérieur dans le bâtiment, où les usagers disaient se sentir comme sous une mince toile de tente. C'est pourquoi l'édifice a été vidé en 2012 et ses occupants répartis en différents endroits du zoo qui s'étend sur 160 ha – une option assez défavorable à une collaboration efficace. On n'avait alors guère prêté attention au dispositif interne du bâtiment, mais l'équipe de ZRS Architekten en a vite

**Das Verwaltungsgebäude
des Tierparks Berlin aus den
1960er-Jahren hatte eine schlecht
dämmende Leichtmodulhülle.
Dass das kein Grund für
einen Abriss war, zeigen ZRS
Architekten mit einer neuen
Holzfassade und wenigen
Anpassungen im Innern.**

**Datant des années 1960, le
bâtiment administratif du zoo
de Berlin était pourvu d'une
enveloppe modulaire peu iso-
lante. Une nouvelle façade bois
et quelques adaptations internes
conçues par ZRS Architekten
démontrent que cela ne justifiait
nullement une démolition.**

**L'edificio dell'amministrazione
dello zoo di Berlino, risalente
agli anni '60, aveva un involucro
modulare leggero poco isolante.
Con una nuova facciata in legno
e poche modifiche interne
lo studio ZRS Architekten ha
dimostrato come ciò non fosse
un motivo valido per la sua
demolizione.**

■ L'inizio del progetto è stato piuttosto usuale: la facciata dell'edificio sperimentale tipo «SK Berlin» doveva essere rinnovata, perché i sottili elementi sperimentali leggeri erano l'anello debole dell'edificio amministrativo dello zoo di Berlino. I moduli consistevano in un telaio d'acciaio con profilo a U, in cui era inserito un sandwich formato da due strati di gesso e un «nucleo isolante» e un rivestimento esterno contenente amianto. Attraverso essi, il clima esterno influiva praticamente senza barriere su quello interno. Per questo i dipendenti dicevano di sentirsi come in una tenda dalle pareti sottili. Nel 2012 l'edificio è stato svuotato e il personale trasferito in vari edifici sul sito di 160 ettari del Tierpark – piuttosto scomodo per una collaborazione efficiente. Anche gli interni erano stati poco considerati, ma il team di ZRS Architekten ha rapidamente intuito le qualità



2 Blick ins Treppenhaus: Die bestehende Akustikdecke durfte aufgrund des enthaltenen Asbests keinesfalls geöffnet werden. Wo nötig, wurde sie sorgfältig von Hand instand gesetzt.

Aperçu de la cage d'escalier: le plafond existant contenant de l'amiante, il ne devait en aucun cas être ouvert. Au besoin, il a été soigneusement rhabillé à la main.

Vista sul vano scala: il controsoffitto acustico esistente non ha potuto assolutamente essere toccato per la presenza di amianto. Ove necessario, è stato riparato con cura.

und teamorientiertes Arbeiten ziemlich ungünstig. Dem Innern wurde nur wenig Beachtung geschenkt. Das Team von ZRS Architekten spürte die Qualitäten des Bestands allerdings schnell auf und brachte diese seinem Auftraggeber schrittweise und erfolgreich näher.

Passgenau vom Erstbezug bis heute

Die Grösse und Raumaufteilung entsprachen auch nach rund 60 Jahren noch ziemlich genau den aktuellen Anforderungen: etwa 15 m² pro Büro, natürlich belichtet und gut als Doppelarbeitsplatz nutzbar. Viele bauzeitliche Elemente wie Einbauschränke, Terrazzoböden und eine hervorragend funktionierende Akustikdecke waren im Original und in gutem Zustand erhalten, und nicht zuletzt steckt in der Gebäudestruktur eine grosse Menge an grauer Energie. Deshalb zielte der Vorentwurf des

reconnu les qualités et a progressivement et patiemment su les faire reconnaître à son commanditaire.

Parfaitement dimensionné jusqu'à aujourd'hui

Après quelque 60 ans, la taille du bâtiment et ses locaux demeurent presque exactement conformes aux besoins actuels, avec des bureaux d'environ 15 m², bénéficiant de l'éclairage naturel et pouvant aisément accueillir deux postes de travail. Outre que ce bâti renferme une importante quantité d'énergie grise, nombre d'éléments originaux, tels que des armoires intégrées, des sols en granito et un plafond acoustique parfaitement fonctionnel étaient toujours en bon état. C'est pourquoi l'avant-projet présenté par le bureau berlinois, lors d'un processus d'adjudication à deux degrés, misait sur un large maintien de l'existant mais dans une enveloppe hautement isolante.

dell'edificio esistente, evidenziandole mano e con successo al committente.

Un adattamento perfetto dalla prima occupazione ad oggi

Anche dopo circa 60 anni, le dimensioni e la suddivisione degli spazi corrispondevano alle esigenze attuali: circa 15 m² per ufficio, luce naturale e facile utilizzo come doppia postazione di lavoro. Molti elementi, come gli armadi a muro, i pavimenti in terrazzo e un controsoffitto acustico perfettamente funzionante, erano stati conservati in buone condizioni. Nella procedura di aggiudicazione a due fasi, il progetto preliminare dello studio di Berlino ha ritenuto di trattare l'esistente nel modo meno invasivo possibile, preservandolo e avvolgendolo in un guscio esterno ben isolato termicamente.

Dopo che lo studio ZRS Architekten ha convinto il committente con il suo progetto

Berliner Architekturbüros für das zweistufige Verhandlungsverfahren auf einen möglichst schonenden und erhaltenden Umgang mit der Substanz, die in eine hochwärmegedämmte Aussenhaut gehüllt wurde.

Nachdem ZRS Architekten mit ihrem Vorkonzept überzeugt hatten, wurden sie 2017 mit Sanierung und Instandsetzung des Gebäudes beauftragt. Diese wurden in zwei Bauabschnitten durchgeführt: zuerst der komplette Austausch der maroden Fassade, danach die Aufarbeitung und wenige Anpassungen im Innern. Allen Beteiligten war zu diesem Zeitpunkt klar, dass mit der Entscheidung zu einem grösstmöglichen Bestandserhalt deutlich mehr Arbeit und häufig ein Ringen um die beste Lösung auf sie zukommen sowie mehr Verantwortung auf ihnen lasten würde. Ausserdem ist es insbesondere in Deutschland schwierig, Handwerker zu finden, die gern neue Wege gehen und sich den Herausforderungen eines solchen Bauvorhabens stellen. Während der Bauphase galt es, die ausführenden Teams engmaschig zu kontrollieren und regelmässig daran zu erinnern, mit den Innenausbauten pfleglich umzugehen. Das Brandschutzkonzept erforderte ebenfalls eine deutlich intensivere und detailliertere Planung als üblich – die Eigenarten des Vorhandenen immer im Blick. Hinzu kam, dass die finanziellen Auswirkungen vieler Entscheidungen aufgrund möglicher neuer Unwägbarkeiten nur schwer abzuschätzen waren.

Modulbauweise: Vorteile ausgenutzt

Im ersten Bauabschnitt wurde die bestehende Fassade demontiert, vorbildlich sortenrein getrennt und entsorgt. Die Ringanker, an denen die alte Gebäudehülle befestigt war, blieben erhalten und wurden für die Befestigung der neuen Holzmodule wiederverwendet. Ein wichtiger Aspekt bei der Wahl der neuen Fassadenkonstruktion war ihr Eigengewicht – sie sollte maximal so schwer sein wie die Originalfassade. Dadurch konnten die Planer auf einen statischen Nachweis der Bestandsbauteile verzichten. Damit die neuen Elemente der in Holztafelbauweise realisierten Fassade auch möglichst genau auf den Bestand mit erheblichen Toleranzen passten, wurde zum einen auf Basis eines Laserscans ein 3-D-Modell angefertigt, zum anderen der Betonrand manuell begradigt. Die Montage der neuen Fassade verschob sich in die Wintermonate, wodurch diese Konstruktion einen weiteren Vorteil ausspielen konnte: Die Elemente konnten ohne Unter-

Leur approche ayant convaincu, ZRS Architekten ont reçu en 2017 le mandat d'assainissement et de remise en état du bâtiment. L'opération s'est déroulée en deux phases: un remplacement intégral de la façade vétuste, suivi de la réhabilitation et de minimales adaptations de l'intérieur. Tous les intervenants étaient alors conscients que l'option de préserver un maximum de substance impliquait un volume de travail beaucoup plus important, de fréquentes controverses autour de la solution optimale et des responsabilités accrues sur leurs épaules. Par ailleurs, et notamment en Allemagne, il est difficile de trouver des artisans prêts à innover pour relever les défis que pose un tel chantier. Durant l'exécution, il a ainsi fallu maintenir un contrôle étroit sur les équipes engagées et régulièrement leur rappeler de traiter les aménagements intérieurs avec délicatesse. Le concept de protection incendie a également exigé des études plus poussées que d'habitude face aux particularités de l'existant. Enfin, les retombées financières d'éventuels impondérables n'étaient que difficilement estimables.

Atouts du bâti modulaire exploités

La première phase de travaux a vu le démontage de la vieille façade, puis le tri des matériaux la composant, avant leur élimination dans les règles de l'art. On a conservé les anneaux d'armature auxquels l'ancienne enveloppe était fixée pour y arrimer les nouveaux modules en bois. Un aspect crucial de ce remplacement était le poids propre du nouveau dispositif, qui ne devait pas excéder celui de l'ancien bâti pour éviter de devoir recalculer la statique. Afin d'insérer aussi exactement que possible les nouveaux panneaux de façade dans les fortes tolérances de l'existant, on a, d'une part, réalisé un modèle 3D basé sur un scan laser et, de l'autre, procédé au redressage manuel de la bordure en béton. L'exécution de la nouvelle enveloppe se prolongeant au cours de l'hiver, on a profité d'un autre atout constructif: l'assemblage a pu être poursuivi sans interruption et indépendamment des températures externes, car seul l'habillage vertical en mélèze était réalisé sur place par les ouvriers. L'approche durable des architectes a motivé le choix de matériaux entièrement biosourcés pour cette nouvelle peau, dont les éléments peuvent être déconstruits après usage et éventuellement réaffectés. Dans la zone des cages d'escalier, la nouvelle façade est crépie en blanc et ornée de silhouettes d'oiseaux, un clin d'œil à la sobriété du reste.

preliminare, nel 2017 è stato incaricato del risanamento e del ripristino dell'edificio. I lavori sono stati realizzati in due fasi, sostituendo dapprima completamente la facciata fatiscente e poi ristrutturando e attuando qualche aggiustamento all'interno. A quel punto era chiaro a tutti che la decisione di preservare il più possibile l'edificio avrebbe significato molto più lavoro e anche un grande impegno per trovare la soluzione migliore, oltre al peso di una maggiore responsabilità. Inoltre, soprattutto in Germania, è difficile trovare artigiani disposti a seguire nuovi metodi e ad affrontare le sfide di un tale progetto di costruzione. Durante i lavori, i team impegnati dovevano essere monitorati da vicino e costantemente resi attenti nel maneggiare con cura gli arredi interni. Anche il piano di protezione antincendio ha richiesto una progettazione molto più attenta e dettagliata del solito – tenendo sempre presente le peculiarità dell'edificio esistente. Inoltre, l'impatto finanziario di molte decisioni era difficile da stimare a causa di possibili elementi imponderabili.

Struttura modulare massimalizzata

Nella prima fase di costruzione, la facciata esistente è stata smontata, separata in base alla tipologia e smaltita in modo esemplare. Gli ancoraggi ad anello a cui era stato fissato il vecchio involucro dell'edificio sono stati conservati e riutilizzati per il fissaggio dei nuovi moduli in legno. Un aspetto importante nella scelta della nuova facciata era il suo peso proprio, che poteva equivalere al massimo al peso di quella originale. Ciò ha consentito ai progettisti di rinunciare a un'analisi strutturale degli elementi esistenti. Per assicurare che i nuovi elementi della facciata, costruita con pannelli di legno, si adattassero il più precisamente possibile alla struttura esistente con notevoli tolleranze, è stato creato un modello 3D con scansione laser, mentre il bordo di calcestruzzo è stato raddrizzato a mano. L'installazione della nuova facciata è stata rinviata ai mesi invernali, offrendo così alla costruzione un altro vantaggio: la possibilità di installare gli elementi senza interruzione e indipendentemente dalle temperature esterne. In loco, gli artigiani hanno installato solo il rivestimento verticale in larice. In linea con il concetto di sostenibilità degli architetti, la nuova facciata è costituita interamente da materiali sostenibili che, dopo la loro vita utile, potranno essere separati ed eventualmente riciclati. All'esterno il vano scale, intonacato di bianco e decorato con sagome a forma



3 Im Konferenzraum wurden die Akustikdecke und die Einbauschränke erhalten, so behielt er sein 1960er-Jahre-Ambiente.

Le maintien du plafond et des armoires encastrées a permis de conserver l'esprit années 1960 de la salle de conférences.

Nella sala riunioni, il controsoffitto acustico e gli armadi a muro sono stati conservati nello spirito degli anni '60.



4 Die vorgefertigten Holztafelelemente lassen sich nach ihrer Nutzung sortenrein in ihre Bestandteile trennen.

Les éléments de panneaux en bois préfabriqués peuvent être séparés en leurs composants en fonction de leur type d'utilisation.

Gli elementi prefabbricati in legno potranno in futuro essere separati in base a tipologia e componenti.

brechung und unabhängig von den Aussen-temperaturen angebracht werden. Vor Ort montierten die Handwerker lediglich die vertikale Verschalung aus Lärchenholz. Dem Nachhaltigkeitsverständnis der Architekten entsprechend besteht die neue Fassade komplett aus nachwachsenden Rohstoffen und lässt sich nach ihrer Nutzungsdauer sortenrein trennen, eventuell sogar wiederverwerten. Im Bereich der Treppenhäuser wurde die neue Hülle weiss verputzt und mit einem Vogelornament verziert, das den ansonsten schlichten Bau leicht verspielt akzentuiert.

Baukulturelles Potenzial erkannt

Im Innern blieben möglichst viele Elemente erhalten; sie wurden nur dort durch Neues ergänzt, wo es aufgrund der Sicherheit oder minimaler Umbauten nötig war. Dazu zählen sehr behutsam platzierte Brandschutztüren, die pragmatisch angegangene Verkabelung für die gesamte IT und die Räume, die im Bereich des verlegten Haupteingangs neu entstanden sind. Die bauzeitlichen, eichenfurnierten Einbauschränke konnten im ersten Obergeschoss grossteils erhalten werden, im Erdgeschoss dagegen leider nur einer. Hier bereitete eine Bodenabdichtung mit polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen, kurz PAK, Probleme, die auch unter den Einbauschränken eingebracht worden war. Aufgrund ihrer instabilen Konstruktion war es bei den meisten unmöglich, sie aus- und wieder einzubauen. Im Erdgeschoss blieb im «grünen Salon», der als Besprechungsraum genutzt wird, ein besonderes dieser Schmuckstücke erhalten. Dort bauten die Handwerker auf

Potentiel patrimonial reconnu

L'intérieur conserve le plus possible d'éléments originaux, ceux-ci n'étant remplacés que lorsque la sécurité ou les transformations minimales l'exigeaient. Parmi les modifications, citons des portes coupe-feu soigneusement placées, un câblage informatique conçu avec pragmatisme et les nouveaux locaux créés près de l'entrée principale déplacée. Tandis que les armoires plaquées chêne, encastrées d'origine, ont largement pu être préservées au premier étage, il n'en reste en revanche qu'une seule au rez-de-chaussée. À ce niveau, un revêtement de sol contenant des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) qui allait jusque sous les armoires posait problème; or, la structure de celles-ci excluait un démontage et une remise en place de la plupart d'entre elles. Ainsi, seul le «salon vert» du rez, qui sert de salle de conférence, conserve aujourd'hui un exemplaire particulier de ces bijoux. Les artisans y ont soigneusement dégagé le fond des armoires pour revêtir le plancher, ainsi que tous ceux des pièces de séjour, d'un film faisant barrière aux émanations nocives, lequel a ensuite été recouvert d'une chape fluide. La pertinence de cette solution a été confirmée par les mesures de qualité de l'air effectuées après travaux.

Les économies d'énergie résultant de l'assainissement ne peuvent être détaillées pour ce projet, car le centre administratif est, avec l'ensemble des autres bâtiments du plus grand zoo d'Europe, raccordé à un réseau de chauffage local équipé de son propre bloc de cogénération. Jusqu'à la réhabilitation, la fourniture interne de chaleur à l'administration ne pouvait donc être me-

di uccello, dona all'edificio, per il resto assai semplice, un tocco frivolo.

Il potenziale culturale

All'interno la maggior parte degli elementi è stata mantenuta e completata solo se necessario per motivi di sicurezza o all'occorrenza solo con minimi interventi di ristrutturazione. Questi includono porte antincendio posizionate con cura ove necessario, il cablaggio IT (realizzato in modo pragmatico), e le nuove stanze ricavate nella ridisposizione dell'ingresso principale. Al primo piano, gli armadi a muro originali in quercia sono stati in gran parte conservati, mentre al piano terra, purtroppo, ne è rimasto solo uno. Qui, l'impermeabilizzazione dei pavimenti contenente idrocarburi policiclici aromatici (IPA), applicata anche sotto gli armadi a muro, ha causato problemi. Il loro precario stato di conservazione ha reso per quasi tutti impossibile lo smontaggio e il rimontaggio. L'unico di questi gioielli al piano terra è stato conservato nel «salotto verde», utilizzato come sala riunioni. Lì, gli operai hanno rimosso, con fatica, i fondi degli armadi, posando sotto di essi e su tutti i pavimenti dei locali comuni un manto come barriera per isolare gli inquinanti, protetta da un massetto fluido. Le analisi dell'aria dopo il completamento dei lavori hanno dimostrato che questa soluzione ha sortito un esito positivo.

Nel progetto non è possibile misurare il risparmio energetico derivante dalla ristrutturazione della facciata perché l'edificio amministrativo è collegato a una rete locale di riscaldamento con un proprio impianto di cogenerazione, insieme a tutti gli altri edifici del più grande giardino zoologi-

wendig die Böden der Schränke aus und verlegten darunter sowie auf allen Böden der Aufenthaltsräume eine Folie, die die Schadstoffe abschottet. Geschützt wird sie durch einen Fliessestrich. Dass auch diese Sonderlösung gut funktioniert, zeigten Raumluftmessungen, die nach den Arbeiten durchgeführt worden waren.

Wie gross die Energieeinsparungen durch die Fassadensanierung sind, lässt sich bei diesem Projekt nicht messen, denn der Verwaltungsbau ist gemeinsam mit allen anderen Bauten des grössten Landschaftstierparks Europas an ein Nahwärmenetz mit einem eigenen Blockheizkraftwerk angeschlossen. Bis zum Umbau konnte die interne Wärmeenergieabgabe an die Verwaltung nicht einzeln erfasst werden, daher gibt es keine Werte aus der Zeit vor der energetischen Fassadensanierung. Die vergleichende Analyse zwischen dem durchgeführten Teilabriss mit Sanierung der Innenräume und einem Komplettabriss mit Neubau spricht allein schon in Sachen Nachhaltigkeit Bände. Ganz gleich, ob beim CO₂-Äquivalent oder bei der Gesamtpri-märenergie: Die Einsparungen liegen bei rund 75 % und sind damit enorm.

Zur äusserst positiven Energiebilanz dieser Sanierung kommt ein zweiter, ebenso wichtiger Aspekt hinzu: Den Beschäftigten blieb «ihr» Verwaltungsbau, den sie trotz seinen Nachteilen sehr schätzen, erhalten, und er bietet ihnen nun eine weit-aus höhere Aufenthaltsqualität, verbunden mit altbekannten Werten.

Simone Hübener, Architekturjournalistin, Berlin

surée séparément, d'où l'absence de don-
nées précédant le renouvellement de la fa-
çade. Mais l'analyse comparative entre
cette démolition partielle avec rénovation
de l'intérieur et une démolition totale avant
construction à neuf est sans équivoque:
que l'on parle d'équivalents CO₂ ou d'éner-
gie primaire totale, à raison de quelque
75 %, les gains sont énormes.

Outre ce bilan énergétique extrême-
ment réjouissant, un aspect tout aussi im-
portant mérite d'être relevé: le personnel
administratif, resté très attaché à «son»
bâtiment, malgré ses défauts, y a retrouvé
les valeurs appréciables dans un climat d'une
bien meilleure qualité.

*Simone Hübener, journaliste spécialisée
en architecture, Berlin*

co d'Europa. Fino alla ristrutturazione, non
era possibile registrare individualmente
l'energia termica interna rilasciata nell'edi-
ficio, per cui non vi sono valori del periodo
precedente. L'analisi comparativa tra la de-
molizione parziale con risanamento degli
interni e una demolizione completa con
una nuova costruzione parla molto chiaro
in termini di sostenibilità. Indipendente-
mente dal fatto che si tratti dell'equivalente
di CO₂ o dell'energia primaria totale: il ri-
sparmio è di circa il 75 %, un valore enorme.

Oltre al bilancio energetico estrema-
mente positivo del risanamento, vi è però
un secondo aspetto altrettanto importante:
i dipendenti hanno conservato il «loro» edi-
ficio amministrativo che, nonostante i suoi
svantaggi, apprezzano molto e che ora offre
loro un comfort assai maggiore, combinato
con i valori di una volta.

*Simone Hübener, giornalista specializzata
in architettura, Berlino*

AM BAU BETEILIGTE

Bauherrschaft: Tierpark Berlin-Friedrichs-
felde, Berlin

Architektur: ZRS Architekten, Berlin

Tragwerk: ZRS Ingenieure, Berlin

Projektleitung: IBPM, Gesellschaft für
interdisziplinäres Bauprojektmanagement,
Berlin

Holzbau: Zimmerei Sieveke, Lohne/
Oldenburg

FACTS & FIGURES

Bruttogeschossfläche: 3345 m²

Nutzfläche: 2256 m²

Fertigstellung Renovation: 2019

Baujahr: 1960er-Jahre

PARTICIPANTS AU PROJET

Maître d'ouvrage: Tierpark
Berlin-Friedrichsfelde, Berlin

Architecture: ZRS Architekten, Berlin

Statique: ZRS Ingenieure, Berlin

Gestion de projet: IBPM, Gesellschaft
für interdisziplinäres Bauprojekt-
management, Berlin

Construction en bois: Charpenterie
Sieveke, Lohne/Oldenburg

FACTS & FIGURES

Surface de plancher: 3345 m²

Surface utile: 2256 m²

Livraison rénovation: 2019

Année de construction: années 1960

PARTECIPANTI AL PROGETTO

Committenza: Tierpark Berlin-Friedrichsfelde,
Berlino

Architettura: ZRS Architekten, Berlino

Struttura: ZRS Ingenieure, Berlino

Gestione del progetto: IBPM, Gesellschaft
für interdisziplinäres Bauprojektmanage-
ment, Berlino

Costruzione in legno: Carpenteria Sieveke,
Lohne/Oldenburg

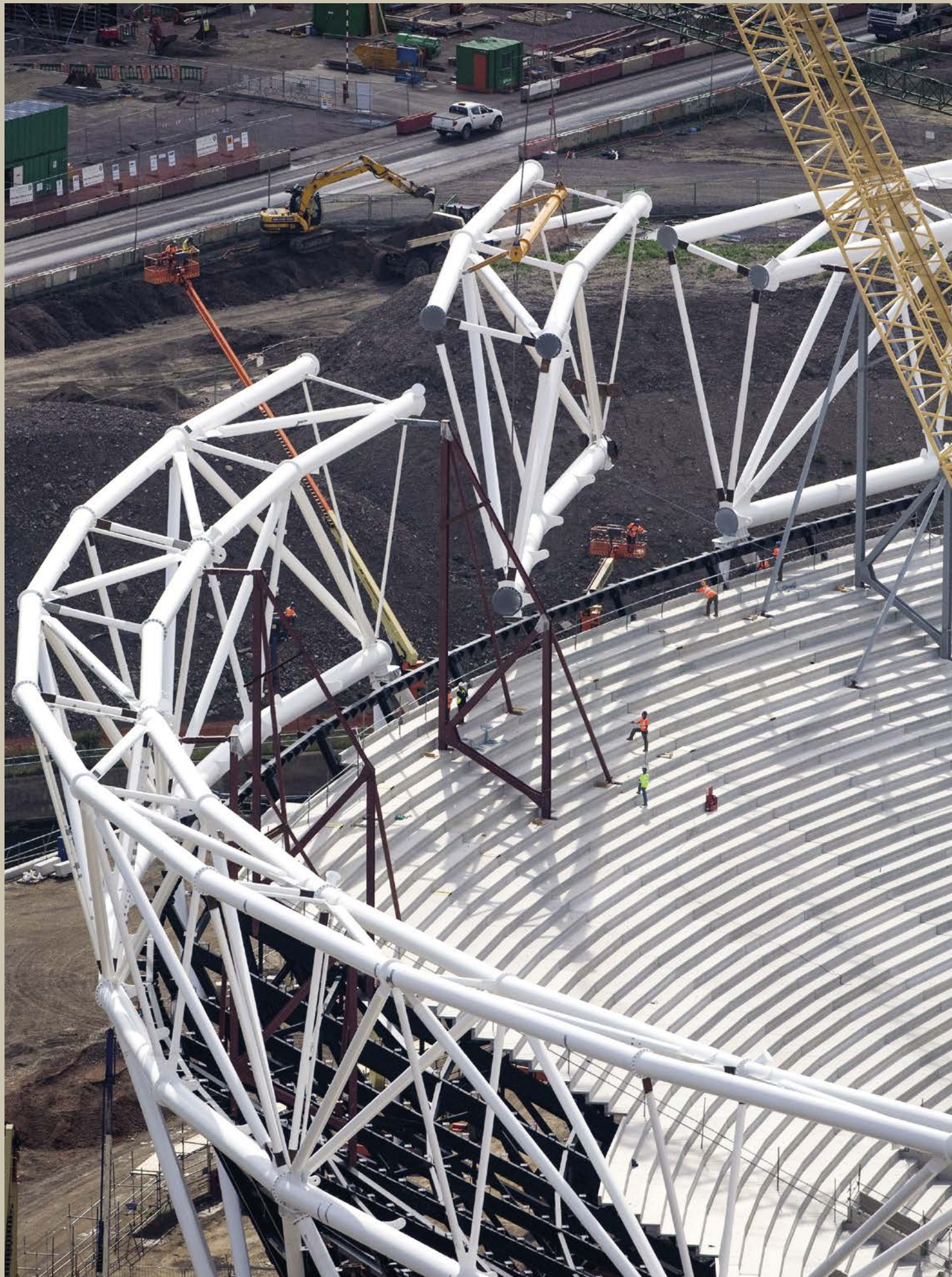
FACTS & FIGURES

Superficie di piano: 3345 m²

Superficie utilizzabile: 2256 m²

Completamento rinnovazione: 2019

Anno di costruzione: anni 1960



1 Das Stadion im Olympiapark in London für die Spiele 2012 wurde aus gebrauchten Pipelineröhren erstellt.

Le stade du parc olympique de Londres pour les Jeux de 2012 a été construit à partir de tubes usagés.

Lo stadio nel Parco Olimpico di Londra per i giochi del 2012 è stato realizzato con tubi di recupero.

FOTO: CROWN CREDIT



Dr. Jan Brütting ist Bauingenieur und Postdoktorand am Structural Xploration Lab der EPF Lausanne bei Prof. Corentin Fivet.

Dr Jan Brütting est post-doctorant au Structural Xploration Lab de l'EPFL, dirigé par le Pr Corentin Fivet.

Dr. Jan Brütting è un post-dottorando allo Structural Xploration Lab dell'EPF di Losanna diretto dal prof. Corentin Fivet.

Jan Brütting hat am Structural Xploration Lab der EPF Lausanne computerbasierte Methoden entwickelt, um Tragwerke aus wiederverwendeten und neuen Bauteilen zu entwerfen und die Varianten auf ihre Umwelteinwirkungen zu überprüfen.

Au sein du Structural Xploration Lab de l'EPFL, Jan Brütting a développé des méthodes numériques pour concevoir des structures intégrant des éléments de réemploi ou du neuf et examiner l'impact des diverses variantes.

Allo Structural Xploration Lab dell'EPF di Losanna, Jan Brütting ha sviluppato metodi computerizzati per progettare strutture portanti da elementi strutturali riutilizzati o nuovi e per testare le varianti in merito al loro impatto ambientale.

«FORM FOLLOWS AVAILABILITY»

■ **TEC21:** Herr Brütting, was meinen Sie, wenn Sie vom Paradigmenwechsel im Entwurfsprechen – «form follows availability»?

Jan Brütting: Heute wird immer mehr gebaut und nach wenigen Jahren wieder abgerissen und der Wert der Bauten so nur partiell ausgeschöpft. In diesem Zusammenhang haben wiederverwendete Bauteile grosses Potenzial, die grauen Umwelteinwirkungen¹ von Tragstrukturen zu reduzieren, da sie gegenüber neuen Materialien den Energieverbrauch, Emissionen und Abfall reduzieren. Das Prinzip ist im Bauwesen nicht neu, dennoch bedeutet die Anwendung ein Umdenken. Am Institut setzen wir uns mit dem konzeptuellen Tragwerksentwurf auseinander. Da war es naheliegend, sich zu fragen, wie man Tragwerke nach den Kriterien der Kreislaufwirtschaft entwickeln kann, sodass Bauteile wiederver-

■ **TEC21:** Monsieur Brütting, qu'entendez-vous par changement de paradigme pour une forme découlant de la disponibilité dans l'étude de projets ?

Jan Brütting: Aujourd'hui, on construit toujours plus et on démolit avant d'avoir exploité toute la valeur d'un ouvrage. Dans ce contexte, le réemploi offre un fort potentiel de réduction des impacts environnementaux gris¹ imputables aux structures porteuses, car il réduit la consommation d'énergie ainsi que les rejets et les déchets par rapport à des matériaux neufs. Le principe n'est pas nouveau, mais il présuppose un changement d'optique dans la construction. Au sein d'un institut axé sur la conception de structures, il était logique que nous l'abordions aussi sous l'angle de l'économie circulaire – en investiguant les critères du réemploi et leur influence sur le processus

■ **TEC21:** Signor Brütting, cosa intende quando parla del cambiamento di paradigma nel progetto – «La forma al servizio della disponibilità» (Form follows availability)?

Jan Brütting: Oggi si costruisce per demolire pochi anni dopo, sfruttando così solo parzialmente il valore degli edifici. In questo senso, gli elementi strutturali riutilizzati hanno un grande potenziale per ridurre l'impatto ambientale¹ dell'energia grigia delle strutture portanti, poiché rispetto ai materiali nuovi riducono il consumo energetico, le emissioni e i rifiuti. Il principio non è nuovo nell'industria delle costruzioni, ma la sua applicazione comporta un cambiamento di mentalità. All'istituto ci occupiamo di progettazione strutturale concettuale. È quindi naturale chiedersi come sia possibile sviluppare le strutture secondo i criteri dell'economia circolare in modo da

wendbar sind, und wie das den Entwurfsprozess beeinflusst. Die Ergebnisse sollen helfen, Umwelteinflüsse zu reduzieren. Wenn man zum Beispiel, statt Stahl zu recyklieren, die Komponenten als Ganzes wiederverwendet, kann das ökologische und auch ökonomische Vorteile haben. Der Tragwerksentwurf muss Bezug auf die Dimensionen und mechanischen Eigenschaften der verfügbaren Bauteile nehmen. In dem Sinn bedeutet das einen Paradigmenwechsel, und man kann von «form follows availability» sprechen.

Welche Ausgangsfragen führten zum Forschungsprojekt?

Unsere Berechnungsmethoden geben eine Hilfestellung beim Tragwerksentwurf. Sie zeigen zum Beispiel, ob das entworfene Tragwerk mit den verfügbaren Re-use-Elementen gebaut werden kann. Das Programm berechnet, wie vorhandene Bauteile zugeschnitten werden müssen, damit das neue Tragwerk in der gewünschten Geometrie realisierbar ist – und zwar so, dass die Elemente am effizientesten genutzt werden, also zum Beispiel wenig Verschnitt entsteht. Man erfährt auch, ob die Stabkräfte von den Bauteilen aufgenommen werden können. In Zukunft sollen auch Schnittstellen zu Datenplattformen mit Bauteilen entstehen. Solche Methoden gab es vorher noch nicht.

Sie suchen nach dem optimalen Ergebnis mit den Variablen Geometrie, Topologie, Zuschnitt und Menge an Re-use-Teilen?

Genau. Sind die Lasten, die ein neues Tragwerk aufnehmen muss, bekannt und die Elemente aus einem Rückbau erfasst, kann das Programm mit unterschiedlichen Parametern die besten Alternativen berechnen. Man kann zum Beispiel 100 % wiederverwendete Bauteile als Bedingung festlegen und den Verschnitt optimieren oder Re-use und neue Bauteile kombinieren und die Masse des Tragwerks minimieren. Des Weiteren kann die Tragwerksgeometrie den verfügbaren Bauteillängen angepasst werden. Eine integrierte Lebenszyklusanalyse der Struktur erlaubt die Minimierung der Umweltbelastung. Dabei wird eine Aussage über graue Energie und CO₂-Emissionen gemacht. Die Analyse umfasst die Umwelteinwirkungen aus Rückbau und Transport und die der Herstellung nötiger neuer Elemente. Sie schreibt den selektiven Rückbau dem wiederverwendeten Element zu. Um das auszugleichen, wird für neue Elemente der Abbruch und das Schmelzen des Stahlschrotts dem neuen Bauteil zugeordnet.

d'étude, dans le but de minimiser les retombées environnementales. Si, au lieu de recycler de l'acier, par exemple, on réutilise des éléments entiers, cela peut amener des gains écologiques et économiques. Le projet de structure doit prendre en compte les dimensions et les propriétés mécaniques des éléments disponibles. Dans ce sens, on change effectivement de paradigme et on peut parler de «form follows availability».

Quelles sont les questions préliminaires ayant motivé ce projet de recherche ?

Nos méthodes de calcul fournissent une assistance pour l'élaboration de structures. Elles montrent par exemple si la structure envisagée est réalisable avec des éléments de réemploi. Le logiciel calcule comment ceux qui sont disponibles doivent être façonnés pour obtenir la géométrie désirée – tout en veillant à leur utilisation efficiente, notamment en minimisant le découpage. Il indique aussi si les efforts en jeu peuvent être repris par ces éléments. Le développement d'interfaces avec des banques de données listant les éléments de construction est également prévu. De telles méthodes n'existaient pas auparavant.

« Pour assurer un impact environnemental minimal, la meilleure solution est souvent un mix de vieux et de neuf. »

Vous cherchez la solution optimale à partir des variables données par la géométrie, la topologie, la découpe et la quantité d'éléments disponibles ?

Exactement. Si les charges que doit reprendre une nouvelle structure sont connues et que les éléments d'une déconstruction sont répertoriés, le logiciel va calculer les meilleures options en fonction de divers paramètres. On peut par exemple poser l'exigence d'un réemploi exclusif et optimiser la découpe, ou combiner du neuf avec des pièces usagées et minimiser le volume de la structure. De plus, la géométrie de celle-ci peut être adaptée aux dimensions des éléments disponibles. Une analyse intégrée du cycle de vie de l'ouvrage permet de réduire son impact environnemental. Cela implique

potere riutilizzare gli elementi strutturali, e come questo influenzi il processo di progettazione. I risultati dovrebbero aiutare a ridurre le ricadute ambientali. Se invece di riciclare l'acciaio, riutilizziamo i componenti nel loro insieme, si ottengono vantaggi ecologici ed economici. La progettazione deve tenere conto delle dimensioni e delle proprietà meccaniche degli elementi disponibili. Questo porta a un cambio di paradigma, e si può parlare di «forma al servizio della disponibilità» (forms follows availability).

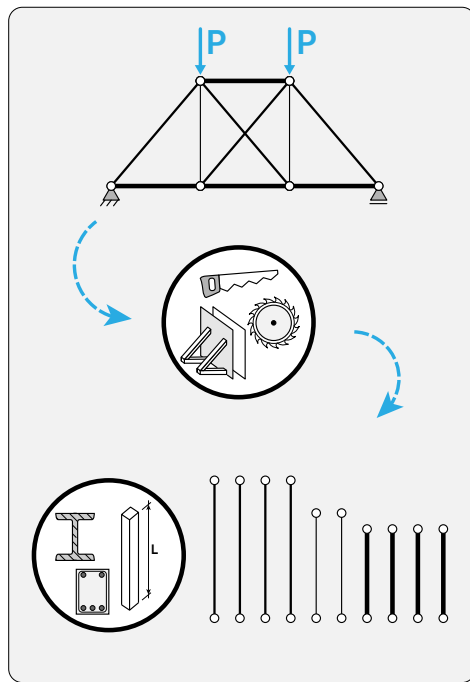
Quali sono le domande di partenza che hanno portato al progetto di ricerca?

I nostri metodi di calcolo offrono supporto nella progettazione. Per esempio, mostrano se la struttura portante progettata può essere costruita riutilizzando elementi disponibili. Il programma calcola come i componenti devono essere tagliati a misura per far sì che la nuova realizzazione abbia la geometria desiderata – e in modo più efficiente, in maniera tale che vi siano pochi scarti. Si scopre anche se le forze possono essere assorbite dagli elementi strutturali. In futuro è prevista la creazione di interfacce con le piattaforme di dati sugli elementi strutturali. Tali metodi prima non esistevano.

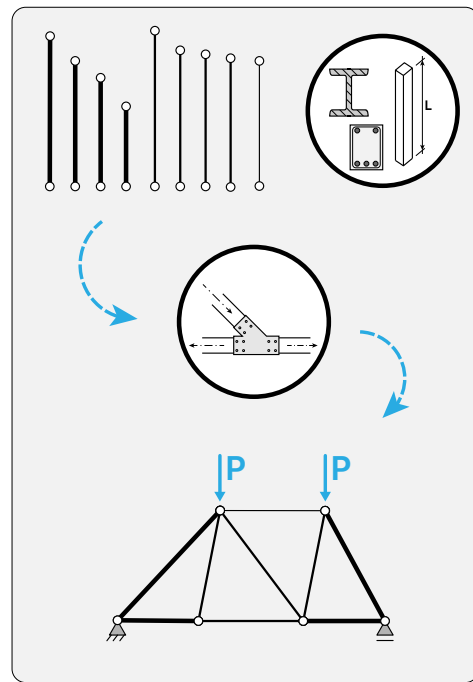
Sta cercando il risultato ottimale con le variabili geometria, topologia, taglio e quantità di pezzi riutilizzabili?

Esattamente. Una volta noti i carichi che una nuova struttura portante deve sostenere e registrati gli elementi relativi a uno smontaggio, il programma è in grado di calcolare le migliori alternative utilizzando diversi parametri. Per esempio, si può fissare come condizione che il 100% dei componenti vengano riutilizzati e ottimizzare gli scarti, o combinare i nuovi elementi strutturali e quelli riutilizzati e minimizzare la massa della struttura portante. Inoltre, la geometria della struttura portante può essere adattata alle lunghezze degli elementi disponibili. Un'analisi integrata del ciclo di vita consente di minimizzare l'impatto ambientale della struttura. Viene quindi stilata una dichiarazione sull'energia grigia e sulle emissioni di CO₂. L'analisi comprende l'impatto ambientale dovuto allo smontaggio, al trasporto e alla produzione dei nuovi elementi. Essa attribuisce lo smontaggio selettivo al componente riutilizzato, al nuovo elemento strutturale vengono invece computate demolizione e fusione del rottame di acciaio.

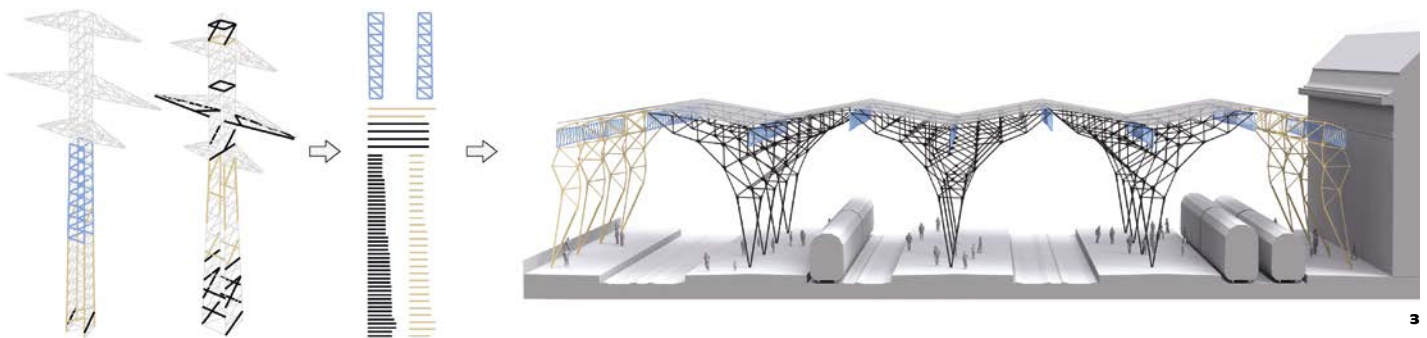
Konventioneller Entwurf



Form follows availability



2



3

2 Bei einer neuen Konstruktion werden Standardteile auf Mass eingesetzt. Bei einer Konstruktion mit Gebrauchtteilen muss der Entwurf an das Vorhandene angepasst werden.

Une construction neuve repose sur des éléments standards calibrés. Pour une structure en éléments usagés, le projet doit être adapté aux pièces disponibles.

Per una nuova costruzione vengono utilizzati elementi standard su misura. In una costruzione con parti usate, il progetto deve essere adattato a quello da cui prende origine.

GRAFIK: BRÜTTING, DESRUELLE, G. SENATORE AND V. FIVET, DESIGN FOR TRUSS STRUCTURES THROUGH REUSE, STRUCTURES VOL 18, 2019

3 Aus den Stahlträgern eines Strommasts wurde eine Bahnhofshalle mit den Massen 70 × 200 m gestaltet.

Les porteurs d'un pylône électrique ont été réaffectés en un hall de gare de 70 × 200 m.

Con le travi in acciaio di un traliccio dell'alta tensione è stato realizzato un padiglione dalle dimensioni di 70 × 200 m.

GRAFIK: OPTIMUM DESIGN OF TRUSS STRUCTURES THROUGH REUSE

4 Oft ist eine Kombination von alten und neuen Teilen ökologisch am vorteilhaftesten.

D'un point de vue écologique, un mix de pièces neuves et usagées constitue souvent l'option la plus avantageuse.

Spesso una combinazione di parti vecchie e nuove è quella ecologicamente più vantaggiosa.

GRAFIK: J. BRÜTTING ET AL., ENVIRONMENTAL IMPACT MINIMIZATION OF STRUCTURES MODE OF REUSED AND NEW ELEMENTS, ENERGY AND BUILDINGS (...) 2020

Neu



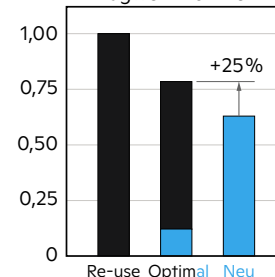
Optimal



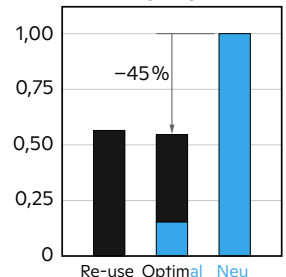
Re-use



Masse gesamtes Tragwerk normiert



Umwelteinwirkungen normiert



4

Für welche Konstruktionen und Materialien lässt sich das Programm anwenden?

Aktuell lassen sich Stabtragwerke berechnen, also Fachwerke und Rahmen, und wir haben vor allem mit Stahl gearbeitet. Das Programm kann aber auch für Holztragwerke angewendet werden. Bei Beton ist es schwieriger, weil die Elemente oft monolithisch verbunden sind oder es sich um Platten handelt. Beton und Flächenelemente haben also weiteres Forschungspotenzial.

Holz ist nicht homogen. Lassen sich die Ergebnisse aus der Studie, die für Stahl gemacht wurde, dennoch auf Holz übertragen?

Für die Berechnungsmethode macht das keinen grossen Unterschied. Wichtig ist, zuerst die Qualität des Materials zu prüfen. Bei Stahl muss man die mechanischen Eigenschaften und die Stahlgüte kennen. Beim Holz muss man vorsichtiger sein und gegebenenfalls bei einigen Elementen zerstörende Prüfungen oder eine Einteilung in die Holzklassen vornehmen. Da stellt sich auch die Frage, wer im Projekt das Risiko übernimmt. Es lässt sich jedoch minimieren, indem man zum Beispiel mit grösseren Sicherheitsfaktoren arbeitet.

«Für das Erreichen der geringsten Umweltbelastung ist oft eine Kombination aus Alt und Neu die beste Lösung.»

Das zieht grössere Dimensionierungen nach sich, und damit braucht man mehr Material?

Die Ausnutzung ist projektabhängig. Die untersuchten Stahlprojekte haben gezeigt, dass die limitierte Verfügbarkeit von Bauteilen zu überdimensionierten Systemen führen kann. Wenn also nicht genügend Elemente mit kleinen Querschnitten vorhanden sind, wird die Konstruktion, verglichen mit dem, was mit neuen Elementen gemacht würde, mehr Material erfordern. Doch wir haben auch die Relation zwischen Masse und Umwelteinwirkungen untersucht. Letztere sind bei einem Tragwerk, das ganz oder teils aus Re-use-Teilen besteht und das zum Beispiel 20 % mehr Masse hat gegenüber einem neuen, immer noch 40 bis 60 % geringer. Die Wiederverwendung zeichnet sich also durch eine signifikante Reduktion der grauen Energie und des CO₂-Ausstosses aus. Bei Stahltrag-

werke eine déclaration sur l'énergie grise et les rejets de CO₂, qui englobe les retombées de la déconstruction et du transport, ainsi que celles de la fabrication de nouveaux éléments nécessaires. Elle impute les impacts de la déconstruction sélective à l'élément réemployé, tandis que ceux de la démolition et de la fonte de ferraille sont portés au compte de l'élément neuf.

À quels types de structures et de matériaux s'applique le logiciel ?

Actuellement, il est possible de calculer des structures en barres, soit des charpentes et des cadres, et nous avons principalement travaillé avec de l'acier. Mais le logiciel peut aussi être appliqué à la construction en bois. Pour le béton, c'est plus compliqué, vu que les composants y sont souvent liés de façon monolithique ou qu'on a affaire à des éléments de surface. Béton et éléments plans représentent donc encore de futurs objets de recherche.

Le bois n'étant pas homogène, ses caractéristiques affichent des variations ponctuelles. Peut-on dès lors faire le lien avec l'acier ?

Pour la méthode de calcul, cela ne fait pas de grande différence. L'essentiel est de vérifier la qualité du matériau au préalable. Pour l'acier, il faut en connaître les propriétés mécaniques et le grade. Avec le bois, il s'agit d'être plus prudent, en menant éventuellement quelques tests destructifs ou en le classifiant selon les catégories définies pour ce matériau. Cela soulève aussi la question de qui endosse la responsabilité du projet. On peut toutefois pallier au problème en adoptant des paramètres de sécurité plus élevés.

Cela impliquerait des dimensionnements augmentés, donc un besoin accru de matériaux ?

La réponse dépend du projet. Les réalisations en acier que nous avons étudiées ont montré que la disponibilité limitée d'éléments peut se traduire par un surdimensionnement. Si l'offre d'éléments de petit calibre n'est pas suffisante, la structure nécessitera donc plus de matériaux en comparaison de ce qu'on aurait fait à neuf. Mais nous avons aussi examiné le ratio entre le volume et les impacts environnementaux. Or, pour une structure entièrement ou partiellement constituée d'éléments usagés, mais par exemple de 20 % plus volumineuse qu'un bâti neuf, les impacts restent encore de 40 à 60 % inférieurs. Le réemploi se distingue en effet par une réduction significative de l'énergie grise et des rejets

A quali costruzioni e materiali può essere applicato il programma?

Attualmente si possono calcolare le strutture reticolari, ossia i tralicci e i telai, e abbiamo lavorato soprattutto con l'acciaio. Tuttavia, il programma può essere utilizzato anche per le strutture portanti in legno. Con il calcestruzzo è più difficile poiché spesso gli elementi sono collegati monoliticamente oppure si tratta di lastre. Il calcestruzzo e gli elementi piani possiedono quindi un ulteriore potenziale di ricerca.

«Per il minor impatto ambientale, spesso la soluzione è una combinazione di vecchio e nuovo»

Il legno non è omogeneo, bensì le sue proprietà possono variare in modo puntuale. Ciò può essere applicato all'acciaio?

Per il metodo di calcolo questo non fa molta differenza. L'importante è controllare la qualità del materiale. Con l'acciaio, occorre conoscerne la qualità e le proprietà meccaniche. Con il legno, si deve stare più attenti e, se necessario, classificarlo secondo le categorie predefinite o effettuare prove distruttive. Inoltre, si pone anche la domanda di chi si assume il rischio nel progetto, che può però essere minimizzato lavorando, per esempio, con fattori di sicurezza maggiori.

Questo comporta dimensionamenti maggiori e quindi anche un quantità maggiore di materiale?

L'utilizzo dipende dal progetto. Quelli in acciaio hanno dimostrato che la disponibilità limitata di elementi strutturali può portare a sistemi sovradimensionati. Se non vi sono sufficienti elementi con sezioni piccole, la costruzione richiederà, in confronto a una nuova, più materiale. Abbiamo anche studiato la relazione tra la massa e gli impatti ambientali: per una struttura portante, realizzata interamente o parzialmente con parti riutilizzate, e che presenta il 20 % di massa in più rispetto a una nuova, gli impatti ambientali sono ancora inferiori dal 40 al 60 %. Il riutilizzo è quindi caratterizzato da una significativa riduzione dell'energia grigia e delle emissioni di CO₂. Nelle strutture portanti in acciaio, anche se sovradimensionate, il peso

werken kommt hinzu: Selbst wenn sie überdimensioniert sind, ist das Eigengewicht verglichen mit den äusseren Lasten klein. Angrenzende Bauteile wie Stützen und Fundamente müssen deshalb nicht zwangsweise auch grösser ausfallen.

Auf welche Bauwerke konnten Sie die Methoden anwenden?

Wir haben einige theoretische Fallstudien an realistischen Bauteilinventaren durchgerechnet. Ein Beispiel war jenes der Stahlträger, die das Baubüro in situ für die Halle 118 verwendete (vgl. «Ein rotes Tüpfelchen auf dem i», S. 30). Wir inventarisierten auch Längen und Querschnitte von Trägern in Strommasten und haben daraus eine Bahnhofshalle konzipiert. Kombiniert mit neuen Standardprofilen gestalteten und berechneten wir Variantentragwerke: Das interaktive Programm zeigt grafisch und rechnerisch, dass an bestimmten Stellen neue Elemente notwendig sind, zum Beispiel, weil die Elemente aus dem Inventar zu kurz oder nicht ausreichend tragfähig sind. Das kann bedeuten, dass 100 % Re-use unmöglich ist oder dass man den Entwurf anpassen muss. Für die geringste Umweltbelastung ist oft eine Kombination aus Alt und Neu die beste Lösung – zum Beispiel dann, wenn es aufwendig ist, Teile aus bestehenden Strukturen auszubauen, können neue sinnvoll sein. Hingegen tragen weite Transportdistanzen nur geringfügig zur Umwelteinwirkung bei.

Lässt sich das Programm bereits in der Praxis anwenden?

Es handelt sich um ein Plug-in für das parametrische CAD-Programm Rhino/Grasshopper, das in den nächsten Monaten fertig wird und dann von jedem frei verwendet werden kann.

Anmerkung

- 1 Umwelteinwirkungen sind durch menschliches Handeln hervorgerufene stoffliche und strukturelle Eingriffe, die Menschen oder Umwelt beeinflussen. Beispiele sind Immissionen aus Verbrennungsprozessen oder strukturelle Veränderungen von Böden durch Rohstoffgewinnung.

Weiterführende Literatur

(Alle drei Publikationen sind frei über den DOI-Link)

- The reuse of load-bearing components, Jan Brütting, Catherine De Wolf, Corentin Fivet, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 225 012025 DOI: 10.1088/1755-1315/225/1/012025
- Design of truss structures through reuse, Jan Brütting, Joseph Desruelle, Gennaro Senatore, Corentin Fivet, Structures, vol. 18, 2019, DOI: 10.1016/j.istruc.2018.11.006
- Optimum design of frame structures from a stock of reclaimed elements, Jan Brütting, Gennaro Senatore, Mattias Schevenels, Corentin Fivet, Frontiers in Built Environment, vol. 6, 57, 2020, DOI: 10.3389/fbuil.2020.00057

de CO₂. En outre, dans des structures porteuses en acier, même surdimensionnées, le poids propre est faible en regard des charges externes. Des éléments de support et de fondation adjacents ne devront donc pas nécessairement être plus grands.

À quels ouvrages ces méthodes peuvent-elles s'appliquer?

Nous avons calculé quelques cas théoriques à partir d'inventaires d'éléments réels, dont les porteurs acier que Baubüro in situ a employés pour la halle 118 (cf. *Un point rouge sur le i*, p. 30). Nous avons aussi répertorié les dimensions et les profils des porteurs de pylônes électriques avec lesquels nous avons conçu un hall de gare. En combinaison avec des profilés neufs, nous avons développé et calculé diverses variantes: le logiciel interactif indique graphiquement et mathématiquement qu'à des endroits précis, de nouveaux éléments sont nécessaires, soit parce que ceux de l'inventaire sont trop courts ou pas assez performants. Cela peut signifier qu'un réemploi à 100 % est impossible ou qu'il faut adapter le projet. Pour assurer un impact environnemental minimal, la meilleure solution est souvent un mix de vieux et de neuf – par exemple lorsque la récupération d'éléments de structures existantes s'annonce coûteuse. En revanche, les distances de transport n'influent que marginalement le bilan environnemental.

Le logiciel est-il déjà utilisable dans la pratique?

Il s'agit d'un plugin pour le logiciel de paramétrage CAD Rhino/Grasshopper, qui sera complété dans les mois à venir pour être proposé en libre accès.

Note

- 1 Les impacts environnementaux sont des retombées matérielles et structurelles, dues à l'activité humaine, qui influencent les personnes ou leur milieu. Les rejets de processus de combustion ou la modification de sols résultant de l'extraction en sont des exemples.

Bibliographie complémentaire

(Publications en libre accès sous DOI-Link)

- The reuse of load-bearing components, Jan Brütting, Catherine De Wolf, Corentin Fivet, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 225 012025 DOI: 10.1088/1755-1315/225/1/012025
- Design of truss structures through reuse, Jan Brütting, Joseph Desruelle, Gennaro Senatore, Corentin Fivet, Structures, vol. 18, 2019, DOI: 10.1016/j.istruc.2018.11.006
- Optimum design of frame structures from a stock of reclaimed elements, Jan Brütting, Gennaro Senatore, Mattias Schevenels, Corentin Fivet, Frontiers in Built Environment, vol. 6, 57, 2020, DOI: 10.3389/fbuil.2020.00057

proprio, a confronto con i carichi esterni, è piccolo. Pertanto, i componenti adiacenti come le colonne e le fondazioni non devono necessariamente essere più grandi.

A quali costruzioni è stato in grado di applicare tali metodi?

Abbiamo calcolato alcuni casi di studio teorici sulla base di inventari di elementi strutturali realistici. Un esempio è stato quello dei supporti in acciaio utilizzati dai progettisti di Baubüro in situ per il padiglione 118 (cfr. *Il puntino rosso sulla i*, p. 30). Abbiamo anche inventariato le lunghezze e le sezioni trasversali dei profili dei tralicci dell'alta tensione progettando con essi il padiglione di una stazione. In combinazione con i nuovi profili standard, abbiamo progettato e calcolato le varianti strutturali: il programma interattivo mostra graficamente e sulla base dei calcoli che in certi punti sono necessari nuovi elementi, per esempio perché nell'inventario sono troppo corti o perché non hanno una portanza sufficiente. Ciò può significare che non è possibile un riutilizzo al 100 %, o che il progetto deve essere adattato. Per il minor impatto ambientale, spesso la soluzione è una combinazione di vecchio e nuovo – per esempio, quando rimuovere le parti da strutture esistenti è dispendioso, il nuovo può avere senso. Per contro, distanze di trasporto lunghe peggiorano di poco l'impatto ambientale.

Il programma può già essere usato concretamente?

Si tratta di un plugin per il programma CAD parametrico Rhino/Grasshopper che verrà terminato nei prossimi mesi e che potrà poi essere usato da tutti liberamente.

Nota

- 1 Gli impatti ambientali sono interventi materiali e strutturali causati dall'attività umana che colpiscono le persone o l'ambiente. Esempi sono le immissioni dovute ai processi di combustione o i cambiamenti strutturali dei suoli causati dall'estrazione di materie prime.

Bibliografia complementare

(Tutte e tre le pubblicazioni sono disponibili liberamente tramite il link DOI in lingua inglese)

- The reuse of load-bearing components, Jan Brütting, Catherine De Wolf, Corentin Fivet, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 225 012025 DOI: 10.1088/1755-1315/225/1/012025
- Design of truss structures through reuse, Jan Brütting, Joseph Desruelle, Gennaro Senatore, Corentin Fivet, Structures, vol. 18, 2019, DOI: 10.1016/j.istruc.2018.11.006
- Optimum design of frame structures from a stock of reclaimed elements, Jan Brütting, Gennaro Senatore, Mattias Schevenels, Corentin Fivet, Frontiers in Built Environment, vol. 6, 57, 2020, DOI: 10.3389/fbuil.2020.00057



1 Hinter den auffälligen roten Aluplatten, die von einer Druckerei in Oberwinterthur stammen, verbergen sich Strohballen aus konventioneller Getreideernte.

Derrière les tôles rouges en alu récupérées d'une imprimerie à Oberwinterthur, se cachent des balles de paille issues de la production céréalière conventionnelle.

Dietro agli appariscenti pannelli rossi di alluminio, in origine appartenenti a una tipografia di Oberwinterthur, si celano balle di paglia provenienti dalla raccolta del grano.

ALLE FOTOS: MARTIN ZELLER, BAUBÜRO IN SITU

EIN ROTES TÜPFELCHEN AUF DEM I **UN POINT ROUGE SUR LE I** **IL PUNTINO ROSSO SULLA I**

■ Es wurde gezimmert, geschraubt und gebaut wie auf vielen Baustellen landauf und landab. Doch statt dabei den üblichen Abfall zu erzeugen, genügte eine einzige Mulde vor Ort. Am Westrand des Sulzerareals in Winterthur praktizierten Handwerker das Gegenteil der Wegwerfgesellschaft: Sie haben in den letzten Monaten eine ehemalige Industriehalle zum Atelierturm umgebaut – mit möglichst wenig neuem Roh- und Baustoff. Was sich als neuer Kopfbau über dem massiven Mauerwerk eines mehr als hundert Jahre alten Gebäudes erhebt, war schon einmal in Wohn-, Büro- oder Gewerbehäusern andernorts verbaut.

Die rote Fassade ist ein auffallendes Merkmal der Aufstockung und das Wahrzeichen dieser Recyclingidee: Die gewellten Aluplatten waren zuvor die schützende Hülle einer Druckerei in Oberwinterthur.

■ Comme sur nombre de chantiers à travers le pays, on a assemblé, vissé et bâti – mais au lieu de générer le volume habituel de déchets, une seule benne a suffi. À la lisière ouest du périmètre Sulzer à Winterthur, les artisans ont pris le contrepied du tout jetable: au cours des derniers mois, ils ont converti une ancienne halle industrielle en tour d'ateliers avec un minimum de matériaux et d'éléments neufs. Le nouveau faite coiffant un édifice en maçonnerie plus que centenaire réunit des éléments déjà employés auparavant dans divers contextes.

Détail saillant de la surélévation, la façade rouge est un symbole du réemploi: ces tôles ondulées en alu constituaient auparavant l'enveloppe d'une imprimerie d'Oberwinterthur.

Das ehemalige Sulzerareal in Winterthur ist Standort einer behutsamen Transformation. Einige Industriebauten werden punktuell um- und weitergebaut oder nur repariert. Nun hat das Baubüro in situ die Halle 118 mit gebrauchten Bauteilen aufgestockt.

À Winterthour, l'ancien périmètre Sulzer est le lieu d'une transformation douce engageant le redéveloppement ponctuel ou la simple réparation de bâtiments industriels. Baubüro «in situ» vient ainsi de surélever la halle 118 avec des éléments de seconde main.

L'ex area Sulzer a Winterthur è oggetto di un'attenta trasformazione. Alcuni edifici industriali sono ristrutturati e ampliati o solo rinnovati con cura. Baubüro in situ ha ampliato il padiglione 118 con elementi di seconda mano.

■ Sono stati realizzati lavori di falegnameria, si è avvitato e costruito come in molti cantieri in tutto il paese. Però, invece di generare i soliti rifiuti, sul posto è bastata una sola benna. A ovest dell'area Sulzer a Winterthur, gli artigiani hanno operato al contrario rispetto alla società dello spreco: negli ultimi mesi hanno convertito un ex capannone industriale in una torre di atelier – usando meno materie prime e materiali da costruzione nuovi. Le parti della nuova testata posta sopra la massiccia muratura di un edificio ultracentenario erano già state utilizzate altrove nelle costruzioni di edifici residenziali, commerciali o uffici.

La facciata rossa è una caratteristica appariscente della sopraelevazione e l'emblema di questa idea di riciclaggio: in passato, i pannelli di alluminio ondulato sono stati l'involucro di una tipografia di Oberwinterthur.

Vorhandenes verwendet

Die Stiftung Abendrot gab als Eigentümerin der Immobilie ein solches Kreislaufexperiment in Auftrag. Für die Aufstockung des dreistöckigen Kopfbaus sollte vor allem Vorhandenes verbaut werden. Was üblicherweise der Baustoffmarkt an hochwertigen Werkstoffen für Konstruktion, Hülle und Innenausbau bereithält, war vom Basler Baubüro in situ sonst wie zu organisieren. Fündig wurden die Architekten dort, wo Altes Neuem weichen muss. Abbruchobjekte wurden nach funktionstüchtigem Baumaterial durchforstet: Nicht nur die Fassade, sondern auch Stützen, Wände, Treppen sowie einige Komponenten für den Innenausbau und die Haustechnik wurden vor dem Abbruchhammer gerettet. Gemäss Co-Projektleiter Marc Angst fand man viel Weiterverwendbares in Winterthur und Umgebung.

Einige Fenster waren zuvor auf dem Sulzerareal selbst, an stadtbildprägender Lage, im Einsatz. Die Radiatoren des aufgestockten Atelierhauses beheizten früher eine Genossenschaftssiedlung in Sichtdistanz; auch die Riemenböden aus Massivholz stammen von dort. Und weil der Ersatzneubau in Zürich West populär ist, erfolgte die Anlieferung weiterer unversehrter Fenster, geschliffener Marmorplatten und der ausser liegenden Treppe auf ebenso kurzen Wegen. Ihr zweites Leben in Winterthur beginnen auch eine PV-Anlage und ein Trapezblechdach, Letzteres als Blindschalung der Zwischendecken aus Recyclingbeton.

Das tragende Stahlskelett der Aufstockung war einst ein Warenlager in Basel. Derweil trennen Holzwände die Atelierräume ab, deren Erstzweck temporären Bühnen und Pavillons zugeordnet war. Auch Kabeltrassen, ein Elektroverteilkasten und das Lüftungsgerät sind statt Recyclingware nun Güter zur 1:1-Weiterverwendung.

Goldgruben für Bauteiljäger

Bauen nach dem Re-use-Prinzip geht offenbar einfacher als gedacht. Das Angebot an einwandfrei funktionierenden Bauteilen sei gross, bestätigt Angst. Vor allem Bürobauten von Banken oder Finanzdienstleistern seien Goldgruben an hochwertigen Baumaterialien, die «sofern einfach demontierbar» ein reichhaltiges Second-Life-Arsenal bilden. Neuartig ist die Jagd nach solchen Bauteilen: Beginne die Suche frühzeitig, «lässt sich das Gewünschte fast immer finden», so Angst. «Gemessen am Gesamtvolumen ist die Halle 118 zu mehr als der Hälfte aus Re-use-Materialien gebaut.»

Allerdings verursacht das Bauteil-Scouting einen Mehraufwand (vgl. Interview

Utilisation de ce qui est disponible

Propriétaire de l'ouvrage, la fondation Abendrot a commandité cette expérience circulaire. La surélévation de trois étages devant prioritairement intégrer des éléments existants, il revenait au Baubüro «in situ» à Bale de suppléer à l'offre usuelle du marché en matière de bâti, d'enveloppe et d'équipements. Les architectes ont trouvé leur bonheur là où le vieux doit faire place à du neuf. Les projets de démolition ont été scrutés à la recherche d'éléments fonctionnels: non seulement la façade, mais encore des piliers, des parois, des escaliers et quelques équipements et installations techniques ont ainsi été soustraits aux démolisseurs. Selon Marc Angst, coresponsable du projet, beaucoup de pièces réemployables ont été trouvées dans les environs.

Des fenêtres récupérées sur place faisaient déjà partie du paysage urbain local, tandis que les radiateurs et les parquets massifs de la surélévation viennent d'une coopérative d'habitation voisine. Et vu que le remplacement a le vent en poupe à Zurich Ouest, on a aussi obtenu à brève distance d'autres fenêtres en parfait état, des plaques de marbre, ainsi que l'escalier extérieur. Une seconde vie a également commencé à Winterthur pour une installation photovoltaïque et une toiture en bac acier, cette dernière devenant coffrage perdu pour les planchers en béton recyclé.

L'ossature de la surélévation vient d'un dépôt de marchandises bâlois et les parois séparant les ateliers étaient à l'origine des éléments de scène et de pavillons mobiles. De même, plutôt que de partir au recyclage, des chemins de câbles, un tableau électrique et l'appareil de ventilation sont réutilisés tels quels.

Mines d'or pour chasseurs d'éléments

Dans la construction, le principe du réemploi s'avère manifestement plus simple que prévu. D'après Angst, l'offre d'éléments de construction parfaitement fonctionnels est vaste. Les sièges de banques ou d'instituts financiers en particulier représentent selon lui des mines d'or de matériaux de haute valeur qui, lorsqu'ils sont aisément démontables, constituent une riche offre de seconde main. La recherche de tels éléments est une nouveauté, mais pour Angst, si la chasse démarre assez tôt, on trouve presque toujours ce qu'on veut. Par rapport au volume global, la halle 118 est ainsi pour plus de moitié faite de matériaux réemployés.

Cela étant, le repérage d'éléments engendre un surcoût (cf. interview de Dario

Riutilizzo dei materiali

La Fondazione Abendrot, proprietaria dell'immobile, ha commissionato l'esperimento di riciclaggio. Per la sopraelevazione della testata a tre piani, dovevano essere utilizzati soprattutto materiali esistenti. Ciò che il mercato offre come componenti edili di qualità per costruzione, involucro e rifiniture interne, doveva essere organizzato in altro modo dallo studio basilese Baubüro in situ. Gli architetti hanno trovato quello che cercavano dove il vecchio doveva fare posto al nuovo. Il materiale da costruzione è stato cercato in edifici da smantellare: non solo la facciata, anche i pilastri, le pareti, le scale e alcuni componenti per le finiture interne e l'impiantistica sono stati salvati dalla demolizione. Secondo il co-capoprogetto Marc Angst, molto materiale riutilizzabile è stato trovato nei dintorni.

In passato, alcune delle finestre erano in uso nella stessa area Sulzer, posta in una posizione dominante nel paesaggio urbano. I termosifoni del nuovo ampliamento riscaldavano una vicina cooperativa residenziale, così come le doghe in legno massiccio dei pavimenti. E poiché a Zurigo Ovest il riuso degli edifici è popolare, anche la fornitura di altre finestre, di lastre di marmo levigato e della scala esterna ha approfittato della prossimità. A Winterthur hanno trovato una seconda vita anche un impianto fotovoltaico e un tetto in lamiera trapezoidale, quest'ultimo utilizzato quale cassero a perdere per il controsoffitto in calcestruzzo riciclato.

La struttura in acciaio della sopraelevazione era in passato un magazzino a Basilea. Analogamente, le pareti di legno che separano gli spazi degli atelier, in origine erano palchi o padiglioni temporanei. Anche le canaline portacavi, il quadro elettrico e l'impianto di ventilazione sono componenti riutilizzati tali e quali invece che destinati al riciclaggio.

Una vera e propria miniera d'oro

Costruire secondo il principio del riuso è evidentemente più facile del previsto. L'offerta di componenti perfettamente funzionanti è grande, conferma Angst. Soprattutto gli edifici bancari o di servizi finanziari sono miniere d'oro di materiali da costruzione di qualità che, «se smontabili facilmente», rappresentano un ricco arsenale per una seconda vita. La caccia a tali elementi è nuova: se la ricerca inizia per tempo, «ciò che si desidera può quasi sempre essere trovato», afferma Angst. «In rapporto al volume totale, oltre la metà del padiglione 118 è in materiale riutilizzato».



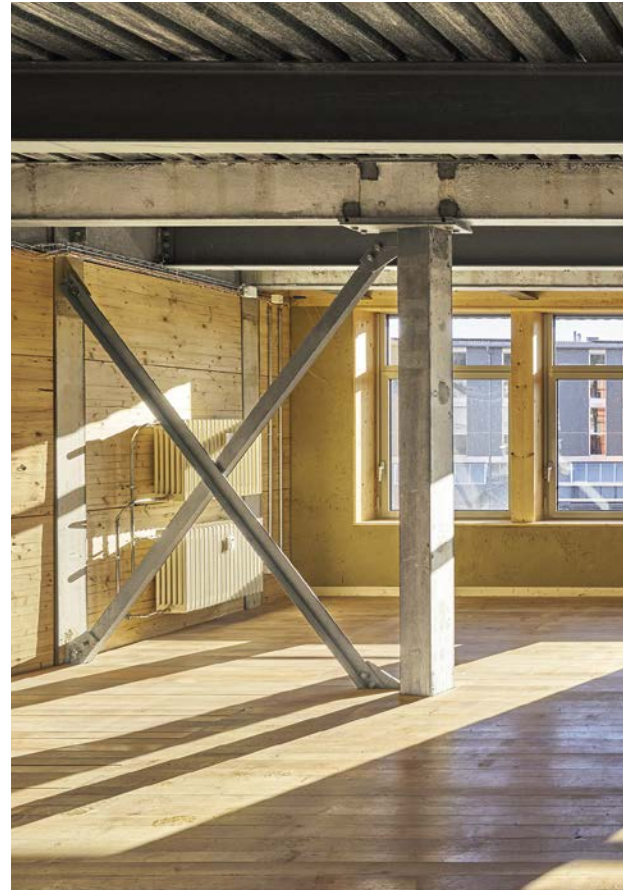
2 Die Höhe der Obergeschosse gab die Masse der verfügbaren Aussentreppe vor, die auf einen kleinen Sockel gestellt wurde und so genau passte.

La hauteur des étages supérieurs a été dictée par les dimensions de l'escalier externe qui, placé sur un petit socle, y correspond exactement.
La scala esterna si adatta perfettamente all'altezza dei piani superiori grazie a una nuova pedana.

4 Da die Aluplatten der Fassade unterschiedliche Wellenprofile aufweisen, ist die Aussenhülle gegen oben mit jedem Stockwerk überlappend geschuppt.
Étant donné les différences de profils des tôles ondulées de façade, l'enveloppe externe est décalée sur le haut à chaque étage.

I pannelli di alluminio della facciata hanno diversi profili ondulati, l'involucro esterno aggetta quindi a ogni piano.

PLAN: BAUBÜRO IN SITU



3 Die Radiatoren im aufgestockten Atelierhaus beheizten früher eine Genossenschaftssiedlung in Sichtdistanz.

Les radiateurs de la surélévation chauffaient auparavant une coopérative d'habitation voisine.

I termosifoni della sopraelevazione riscaldavano una cooperativa residenziale poco lontana.



mit Dario Vittani, Baubüro in situ, Bauteiljäger: bit.ly/vittani-insitu). Zudem hat die Planung Leerstellen in Kauf zu nehmen, damit allfällige Zufallsfunde verbaut werden können. Selbst das Gegenteil passiert: Eine einwandfrei funktionierende Liftanlage wäre bereits organisiert gewesen; «nur mangelnder Wille der dafür Verantwortlichen verhinderte den Wiedereinbau», ergänzt Co-Projektleiter Angst. Dies umfasst auch die Frage nach der Garantie, die die Wiederverwendung verhindert hat.

Ansonsten sind die neuen Teile möglichst kreislaufgerecht: Strohballen aus konventioneller Getreideernte bilden die Warmfassaden der Obergeschosse. Innen sind sie mit Lehm aus einer nahen Baugrube verputzt. Wo möglich, wurde handelsüblicher Recyclingbeton für die massiven Bauteile eingesetzt, etwa für Bohrfähle, Fundament und Decken.

Konstruktives Geschick gefragt

Gut für das Anwendungsspektrum für Rezyklate, Second-Life-Baustoffe und Baustoffe aus nachwachsenden Rohstoffen ist, wenn sie vorhandene Baustandards und Normen erfüllen. Zum Re-use-Aufwand gehört jedoch dazu, «die Qualitätsnachweise für Sicherheit, Statik oder Energieeffizienz selbst nachzuprüfen und zu dokumentieren», ergänzt Marc Angst. Nur ausnahmsweise klappte dies nicht, zum Beispiel aus Brandschutzgründen: An sichtbaren Stellen kommt Ortbeton zum Zug, «weil wir so wiederverwendete Stahlträger unverkleidet lassen konnten». Um den strengen Dämmvorschriften gerecht zu werden, half konstruktives Geschick: Schlecht dämmende Fenster fügte man zu einem zweischichtigen Kastensystem zusammen, das ausreichend vor Wärmeverlusten schützt.

Die Planungsreihenfolge macht einen weiteren Unterschied zwischen herkömmlicher Gebäudeplanung und Kreislaufarchitektur. Weil die Geometrie der gescouteten Bauteile kaum vorhersehbar ist, «beeinflusst das verfügbare Angebot die Gestaltung stärker als beim konventionellen Entwurf», sagt Marc Angst. Den Kopfbau gliedern folglich unterschiedliche Fensterformate. Die Höhe der Obergeschosse gab die verfügbare Aussentreppe vor. Auch die prominente Fassade zeigt, wie eine Tugend aus Not entsteht: «Da die Aluplatten unterschiedliche Wellenprofile aufweisen, haben wir die Aussenhülle bei der Neukomposition geschuppt», so Angst. Grösserer Aufmerksamkeit bedürfen die Anschlüsse von Second-Life-Bauteilen auf jeden Fall. Im Voraus sind tolerantere Verbindungen vorzusehen; und in der Ausfüh-

Vittani, Baubüro in situ, chasseur de pièces: bit.ly/vittani-insitu). Et l'étude de projet doit ménager des blancs pour permettre l'emploi d'éventuelles trouvailles de hasard. L'inverse arrive aussi, comme l'explique le codirecteur de projet Angst: la reprise d'un ascenseur en parfait état de marche s'est heurtée à l'absence de volonté des responsables. Cela englobe aussi les questions de garantie qui ont empêché le réemploi.

Quant aux ajouts, ils obéissent autant que possible au principe de circularité: faites de balles de paille issues de céréales conventionnelles, les façades thermiques des étages supérieurs sont crépies à l'intérieur de terre tirée d'une excavation voisine. Pour les éléments en dur, tels que pieux forés, fondations et planchers, on a privilégié du béton recyclé disponible dans le commerce.

Doigté constructif indispensable

Pour le réemploi, l'atout des pièces recyclées et des matériaux de seconde main serait d'être entièrement conformes aux standards et normes de construction. Leur réutilisation implique toutefois de vérifier et de documenter soi-même les exigences de qualité, de sécurité, de performance statique ou énergétique, comme le souligne Marc Angst. Mais les échecs, notamment pour la protection incendie, ont été peu nombreux: aux endroits visibles, on a ainsi opté pour du béton coulé sur place afin de laisser à nu des porteurs acier réemployés. Pour satisfaire aux strictes exigences d'isolation, il a fallu un certain doigté: des fenêtres peu isolantes ont été réunies dans un système de cadres double couche qui réduit suffisamment les pertes de chaleur.

Une opération d'architecture circulaire diffère aussi d'un processus de projet habituel dans le déroulement des études. Vu que la géométrie des éléments récupérés n'est guère prévisible, l'offre disponible impacte davantage la conception que pour un objet conventionnel, comme l'explique Angst. La surélévation est ainsi rythmée par différents formats de fenêtres et la hauteur des étages supérieurs a été dictée par l'escalier externe à disposition. De même, la façade emblématique montre comment nécessité fait loi: les différents profils des tôles ondulées ont motivé la recomposition en écailles de l'enveloppe extérieure. L'assemblage d'éléments de seconde main exige dans tous les cas une attention accrue: il faut d'emblée prévoir des tolérances plus importantes et, comme pour la rénovation de bâtiments anciens, parfois improviser lors de l'exécution. Au niveau de l'expression architecturale et

Tuttavia, tale ricerca di elementi (cfr. intervista a Dario Vittani, Baubüro in situ, cercatore di componenti: bit.ly/vittani-insitu) richiede un lavoro extra. Inoltre, la progettazione deve tenere conto di fasi intermedie per la trasformazione del materiale trovato. Succede persino il contrario: il recupero di un ascensore perfettamente funzionante sarebbe stato possibile; «solo la mancanza di volontà da parte dei responsabili ne ha impedito la reinstallazione», aggiunge il co-capoprogetto Angst, ma anche questioni legate alla garanzia ne hanno impedito il riuso.

Per il resto, i nuovi elementi rispettano il più possibile il principio di circolarità: le balle di paglia provenienti dalla raccolta del grano formano l'isolamento e le pareti dei piani superiori che, all'interno, sono intonacate con l'argilla di uno scavo vicino. Quando possibile, è stato utilizzato il calcestruzzo riciclato disponibile in commercio per gli elementi massicci dell'edificio, come palificazioni, fondazioni e solai.

Un'indispensabile abilità costruttiva

Un aspetto positivo per i materiali riciclati e gli elementi di costruzione usati è quando soddisfano senza problemi le norme e i regolamenti edilizi imposti. Tuttavia, l'aspetto oneroso connesso con il riuso è che occorre «controllare e documentare personalmente i certificati di qualità per la sicurezza, la statica o l'efficienza energetica», precisa Marc Angst. Solo in casi eccezionali ciò non è stato possibile, ad esempio per ragioni di protezione antincendio: ove necessario il calcestruzzo in opera è utilizzato a vista «perché così possiamo lasciare le travi in acciaio riutilizzate senza rivestimento». Per rispettare le norme di isolamento sono state necessarie delle astuzie costruttive: le finestre poco isolanti sono state accoppiate per garantire una protezione termica sufficiente.

La fasi progettuali sottolineano un'altra differenza tra edifici convenzionali e architettura circolare. Data l'imprevedibilità della geometria degli elementi della costruzione, «l'offerta disponibile influenza di più la realizzazione rispetto a un progetto convenzionale», afferma Marc Angst. La sopraelevazione è stata condizionata dai formati delle finestre, l'altezza dei piani superiori dalle dimensioni della scala esterna. Lo sbalzo della facciata mostra come si fa di necessità virtù: «dato che i pannelli di alluminio hanno diversi profili ondulati, nel nuovo volume abbiamo scalato l'involucro esterno», spiega Angst. In ogni caso, le connessioni degli elementi strutturali di secon-

rung vor Ort gilt es, ab und zu wie bei einer Altbausanierung zu improvisieren.

Was den architektonischen Ausdruck und das Handwerk betrifft, scheint wenig dem Zufall überlassen. Ausser wirkt der rote Metallaufsatz sogar derart elegant, dass die Aufstockung ein i-Punktchen auf die patinierte Industriesilhouette setzt. Dem rohen Werkstattcharakter im Innern tun ablesbare Tragstruktur, Aufputzinstallationen und unterschiedliche Fensterformate gut.

Graue Energie sinkt fast auf null

Ist die Aufstockung auch ein ökologischer Gewinn? Und wie viele Ressourcen werden gespart, verglichen mit herkömmlichen Neubauten? Mit dem Architektur-Departement der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften rechnet das Baubüro die CO₂-Bilanz seines Werks nach. Die Resultate zeigen einen im Vergleich zu ökologisch konzipierten Neubauten schmalen Fussabdruck: Dank der umfangreichen Wiederverwendung sinkt der Ausstoss von Treibhausgasen beträchtlich und unterbietet den Zielwert des SIA-Effizienzpfads Energie sogar um 45 %. Was bleibt, sind der kumulierte Energieaufwand für nicht ersetzbare Neumaterialien und die Re-use-Lieferkette. Dazu gehören Demontage, Transport, Lagerung und Aufbereitung sowie neuerliche Montage.

Und hierbei gilt: Je einfacher trennbar Bauteile sind, umso besser funktioniert die Kreislaufwirtschaft. Die dreht sich auch für den roten Atelierturm weiter. Seine ungewöhnlichen Zutaten sind derart verschraubt und zusammengefügt, dass das meiste für ein weiteres Leben anderswo zur Verfügung stehen dürfte.

de la mise en œuvre, peu semble avoir été laissé au hasard. De l'extérieur, l'élégance de la surélévation métallique rouge évoque un point sur le i de la vénérable silhouette industrielle, tandis qu'à l'intérieur, l'ossature visible, les équipements sur crépi et les fenêtres disparates confèrent aux ateliers leur aspect brut.

Energie grise presque réduite à zéro

La surélévation offre-t-elle un gain écologique? Et quelle est l'économie de ressources par rapport à un bâti neuf classique? Avec le département d'architecture de la HES zurichoise en sciences appliquées, le bureau d'études a fait le bilan CO₂ de son œuvre. Par rapport à du neuf écologiquement conçu, les résultats indiquent une faible trace carbone: grâce au réemploi massif, les rejets de gaz à effet de serre diminuent fortement et battent même de 45 % les valeurs cibles fixées par les barèmes SIA. La consommation d'énergie restante est due aux matériaux neufs non substituables et à la logistique du réemploi, qui inclut le démontage, le transport, l'entreposage et la préparation, ainsi que la remise en œuvre.

La règle maîtresse veut que plus la séparation d'éléments de construction est aisée, plus l'économie circulaire est opérante. Celle-ci se poursuit d'ailleurs dans la tour rouge des ateliers, dont les composantes particulières sont vissées et assemblées de telle manière que la plupart seraient disponibles pour un nouveau réemploi.

da mano richiedono più attenzione. Connessioni più tolleranti vanno previste prima; e nell'esecuzione in loco, occorre talvolta improvvisare.

Per quanto riguarda l'espressione architettonica e la messa in opera, poco è lasciato al caso. All'esterno, la sopraelevazione in metallo rosso è così elegante che nella silhouette patinata appare come il puntino rosso sulla i. All'interno il carattere sobrio degli atelier viene esaltato dalla struttura portante, da installazioni e dai diversi formati delle finestre.

L'energia grigia al minimo

La sopraelevazione presenta anche vantaggi ecologici? E quante risorse vengono risparmiate rispetto alle nuove costruzioni? Assieme al Dipartimento di Architettura della Scuola universitaria professionale di Zurigo, il progettista ha calcolato il bilancio di CO₂ dell'opera. A confronto con i nuovi edifici ecologici, i risultati mostrano un'impronta ecologica ridotta: grazie al vasto riutilizzo, le emissioni di gas serra diminuiscono considerevolmente, con valori persino inferiori rispetto al 45 % indicato da *La via SIA verso l'efficienza energetica*. Rimangono i costi per l'energia cumulati per i nuovi materiali non sostituibili e la catena di riuso che comprende smontaggio, trasporto, immagazzinamento, lavorazione e riasssemblaggio.

E qui vale la regola: più i componenti sono facili da separare, meglio funziona l'economia circolare. Quest'ultima si applica anche alla torre rossa. Infatti, i suoi insoliti componenti sono avvitati e assemblati per permettere alla maggior parte di essi un nuovo riutilizzo altrove.

AM BAU BETEILIGTE

Bauherrschaft: Stiftung Abendrot, Basel

Architektur und Technologie:

Baubüro in situ, Zürich

Tragwerksplaner:

Oberli Ingenieurbüro, Winterthur

Planung Holzbau / Fassade:

Josef Kolb, Winterthur

Bauphysik: 3D Bauphysik Huth,

Glashütten

FACTS & FIGURES

Gebäudevolumen (SIA 416): 5809 m³

Geschossfläche (SIA 416): 1534 m²

Energie-Standard: SIA 2040

Bausumme: CHF 4.9 Mio Grundausbau

PARTICIPANTS AU PROJET

Maître d'ouvrage: Stiftung Abendrot, Bâle

Architecture et technologie:

Baubüro in situ, Zurich

Conception statique:

Oberli Ingenieurbüro, Winterthur

Conception bois / façade: Josef Kolb,

Winterthur

Physique du bâtiment:

3D Bauphysik Huth, Glashütten

FACTS & FIGURES

Volume bâtiment (SIA 416): 5809 m³

Surface de plancher (SIA 416): 1534 m²

Standard énergétique: SIA 2040

Coûts: CHF 4.9 Mio travaux de base

PARTECIPANTI AL PROGETTO

Committenza: Stiftung Abendrot, Basilea

Architettura e tecnologia:

Baubüro in situ, Zurigo

Ingegneria civile:

Oberli Ingenieurbüro, Winterthur

Costruzione in legno / facciate:

Josef Kolb, Winterthur

Fisica della costruzione:

3D Bauphysik Huth, Glashütten

FACTS & FIGURES

Volume dell'edificio (SIA 416): 5809 m³

Superficie di piano (SIA 416): 1534 m²

Standard energetico: SIA 2040

Costo: CHF 4.9 Mio costruzione grezza



1 Das «Doppio», ein Plusenergiehaus des MonViso Instituts, ist ein Realwelt-Labor für systemisches Design.

Le bâtiment à énergie positive «Doppio» de l'institut MonViso est un laboratoire de design systémique grandeur nature.

Il «Doppio», una casa Energy Plus dell'Istituto MonViso, è un laboratorio sperimentale nel contesto reale, per il design sistemico.

FOTO: MONVISO INSTITUT



Dr. Tobias Luthe ist Professor für Regeneratives Design an der Oslo School of Architecture and Design in Norwegen. Er forscht und lehrt u. a. an der ETH Zürich zur Resilienz sozial-ökologischer Systeme in Berggebieten und ist Mitgründer des MonViso Instituts im Piemont.

Dr. Tobias Luthe enseigne le design régénératif à l'École d'architecture et de design d'Oslo en Norvège. Au sein de l'EPFZ, il s'occupe de la résilience de systèmes socio-écologiques en régions de montagne et il a cofondé l'institut MonViso dans le Piémont.

Dr. Tobias Luthe, professore di design rigenerativo alla Oslo School of Architecture and Design in Norvegia. Svolge ricerche e insegna anche al Politecnico di Zurigo la resilienza di sistemi socio-ecologici nelle regioni di montagna. È cofondatore dell'Istituto MonViso in Piemonte.

«DAS KONSTRUKT SOLL SICH BEWEGEN DÜRFEN»

«LES CONCEPTS DOIVENT BOUGER»

«DINAMISMO E FLESSIBILITÀ»

■ **TEC21:** Herr Luthe, wie definieren Sie Kreislaufwirtschaft als Teil von systemischem Design?

Tobias Luthe: Generell sind kreislaufwirtschaftliche Systeme so verknüpft, dass kein Abfall entsteht. So wie in der Natur – der Output eines Prozesses ist der Input eines neuen Prozesses. Doch das genügt nicht. Es müssen Mehrwerte darüber hinaus generiert werden. Kreislaufwirtschaft hat nach aktuellem Forschungsstand mehrere Währungen: Neben Material ist das CO₂ im Kreislauf zu halten. Hanf zum Beispiel speichert deutlich mehr CO₂ pro m³ als Holz, da es schneller wächst. Eine andere betrifft das Wasser: Primär wird bei uns am Institut Regenwasser genutzt; das Grauwasser geht nicht in die Kläranlage, sondern wird am Haus für das WC rezykliert und am Ende biologisch aufbereitet dem Ökosystem zugeführt.

■ **TEC21:** Monsieur Luthe, comment définissez-vous l'économie circulaire dans le design systémique?

Tobias Luthe: En principe, les systèmes économiques circulaires sont conçus pour ne pas produire de déchets. À l'instar de la nature, où le résidu d'un processus alimente le suivant. Mais cela ne suffit pas, car il faut aussi générer de la plus-value. En l'état actuel de la recherche, l'économie circulaire recouvre différents enjeux: outre les matériaux, il faut maintenir le CO₂ dans le système. Le chanvre, par exemple, capte nettement plus de CO₂ par m³ que le bois, car il croît plus vite. L'eau est un autre défi: chez nous l'eau de pluie est utilisée en priorité et les eaux usées ne vont pas à la station d'épuration, mais sont recyclées dans les sanitaires de la maison avant d'être traitées pour être rendues à l'écosystème.

Am MonViso Institut im Piemont experimentieren Tobias Luthe und sein Team mit «Systemischem Regenerativem Design», das zirkuläre und revitalisierende Systeme nach dem Vorbild der Natur schafft und sie sozial, ökonomisch und ökologisch verknüpft.

À l'institut piémontais MonViso, Tobias Luthe et son équipe expérimentent le «design régénératif systémique» qui, comme la nature, crée des systèmes clos revitalisants et les relie aux niveaux social, économique et écologique.

All'istituto MonViso Tobias Luthe e il suo team sperimentano il «design rigenerativo sistemico» che crea sistemi circolari e rivitalizzanti, sul modello della natura, e interconnessi dal punto di vista sociale, economico ed ecologico.

■ **TEC21:** Signor Luthe, come definisce l'economia circolare in quanto parte del design sistemico?

Tobias Luthe: Generalmente i sistemi di economia circolare sono interconnessi così da non generare rifiuti. Proprio come in natura, gli scarti di un processo sono la base del successivo. Ciò però non basta. Deve essere creato anche valore aggiunto. Allo stato attuale della ricerca, l'economia circolare ha diverse implicazioni: oltre al materiale, occorre mantenere nel circolo il CO₂. La canapa, per esempio, immagazzina molto più CO₂ al m³ rispetto al legno, poiché cresce più in fretta. Un altro caso è l'acqua: qui all'istituto, principalmente si utilizza quella piovana; le acque grigie non confluiscono negli impianti di depurazione, ma vengono riciclate per i WC e, alla fine, trattate biologicamente e restituite all'ecosistema. Un'altra implicazione è la

Eine weitere Währung ist die ökonomische Zirkularität – die meines Erachtens spannendste ist die Sozialzirkularität.

Weshalb ist die so interessant?

Zum Beispiel im Tourismus wurden Kreisläufe bisher wenig beachtet. Sie werden auf Abfälle in der Gastronomie und den Beherbergungsbetrieben reduziert. Aber Tourismus ist vor allem eine Service-industrie, und da kommt die soziale Zirkularität dazu. Gäste nutzen die touristische Leistungskette von Anreise, Restaurant, Hotel zu Skiliften – das ist Standard. Wenn ich zirkulär denke, schaffe ich neue Möglichkeiten als synergistische Mehrfachnutzung. Ein Beispiel wäre ein Schreiner, der baut ein Arvenholzbett für ein Hotel, und damit ist sein Auftrag abgeschlossen. Denkt man aber, dass die Gäste das Arvenholz riechen, dann legt man ihnen eine Mitteilung ins Zimmer: «Arvenduft beruhigt Ihr respiratorisches System. Wir bieten eine Tour in den Arvenwald mit dem Förster und einen Kurs beim Schreiner, um ein Schneidbrett aus Arve zu machen.» Sofort hat man den Tourismus zirkulär mit anderen Ökonomiesektoren verknüpft und soziale Kreisläufe geschaffen.

«Wenn ich zirkulär denke, schaffe ich neue Möglichkeiten als synergistische Mehrfachnutzung.»

Sie experimentieren in einem Bergdorf mit systemischem Design und Kreislaufwirtschaft als Teil davon – wie kann man auf den Kontext grosser Städte schliessen?

Was wir im Campus und mit der Gemeinde Ostana im Po-Tal machen, hat den Vorteil, dass Komplexität reduziert wird, um damit effektiver experimentieren können. Es ist sinnvoll, dies im kleinen Umfeld zu tun, weil die Einflussgrößen zwar die gleichen sind wie in Städten, gleichzeitig aber die Skalierung über die Systemgrenzen reduziert wird. Das macht das Vorgehen übertragbar in grössere und komplexere Umgebungen.

Was meinen Sie mit Skalierungen?

Im systemischen Design komplexer Systeme arbeiten wir mit acht Skalen: Green Chemistry, Rohmaterialien, Produkte, Bauten, Gemeinschaften wie

L'enjeu suivant a trait à la circularité économique – mais le plus passionnant à mes yeux est la circularité sociale.

En quoi est-ce si intéressant ?

Dans le tourisme, par exemple, les cycles n'ont jusqu'ici guère été abordés. On les réduit aux déchets de la gastronomie et de l'hôtellerie. Mais le tourisme est avant tout une industrie de service et c'est là que la circularité sociale intervient. Les hôtes utilisent une chaîne de services standards intégrant voyage, restaurant, hôtel, skilifts. Or, si je pense circulaire, je crée des synergies offrant de multiples usages. Prenons l'exemple d'un menuisier qui fabrique un lit en bois d'arolle pour un hôtel, mais dont le rôle s'arrête là. Si l'on réfléchit au fait que les hôtes inhalent cette essence, on leur mettra un message dans la chambre tel que «Le parfum de l'arolle calme la respiration. Nous vous proposons un tour en forêt avec le garde-forestier et un cours chez le menuisier pour fabriquer une planche à découper en bois d'arolle.» On aura ainsi directement couplé le tourisme avec d'autres secteurs économiques et créé des circularités sociales.

Vous testez le design systémique et sa composante d'économie circulaire dans un village de montagne – comment peut-on reporter cela au contexte d'une grande ville ?

Ce que nous faisons sur le campus et avec la commune d'Ostana, dans la vallée du Pô, a l'avantage de réduire la complexité pour expérimenter de façon plus efficace. Le travail dans un contexte restreint se justifie, car si les facteurs d'influence sont les mêmes que dans une ville, l'échelonnage au-delà des limites systémiques est moins important. Cela rend l'approche reproductible dans des environnements plus vastes et plus complexes.

Qu'entendez-vous par échelonnage ?

En design de systèmes complexes, nous travaillons à huit échelles: chimie verte, matières premières, produits, bâti, communautés urbaines, services, puis sites et bio-régions. Au niveau transnational, ces dernières sont reliées au-delà de frontières nationales non pertinentes du point de vue systémique. Ces bio-régions sont par exemple réunies par un fleuve, une côte, un massif montagneux ou, sur le plan culturel, par une langue. Ce sont des réseaux essentiels en matière de protection des ressources et de culture. Les échelles sont examinées pour chaque décision. Si, dans le bâtiment, on se focalise sur la performance énergétique, on oublie

la circularité économique, mais la plus intéressante secondo me è quella sociale.

Perché è così interessante?

Nel turismo fino ad oggi la circolarità non è stata molto considerata. Ci si limita a valutare i rifiuti nei settori alberghieri e della ristorazione. Il turismo però è soprattutto un'industria di servizi, ed è qui che entra in gioco la circolarità sociale. Gli ospiti utilizzano la catena di servizi turistici dall'arrivo, al ristorante, all'hotel fino agli impianti di risalita – questo è lo standard. Se penso in modo circolare, progetto nuove opportunità come usi sinergici molteplici. Un esempio potrebbe essere un falegname che costruisce un letto di pino per un albergo, e con ciò il suo lavoro è concluso. Se però si considera che gli ospiti sentiranno l'odore del pino, si lascerà nella stanza un messaggio: «Il profumo del pino calma le vie respiratorie. Offriamo una gita nel bosco di pini con il guardaboschi e un corso con il falegname per creare un tagliere in legno di pino». Subito avremo collegato il turismo virtuoso con altri settori economici, creando circolarità sociale.

Lei sta sperimentando il design sistemico e l'economia circolare in un villaggio montano. Come si possono sfruttare tali esperienze per le grandi città?

Quello che facciamo nel campus e con il comune di Ostana in Valle Po ha il vantaggio di ridurre la complessità per sperimentarla con maggiore efficacia. È sensato farlo in un ambiente piccolo perché gli influssi sono gli stessi delle città, ma vi è una riduzione di scala attraverso i confini del sistema. Questo consente di applicare la procedura ad ambienti più ampi e complessi.

Cosa intende per riduzione di scala?

Nel design sistemico lavoriamo con otto scale: chimica verde, materie prime, prodotti, costruzioni, comunità come città, servizi e infine paesaggi e bioregioni. Queste ultime sono interconnesse su scala transnazionale oltre i confini nazionali, irrilevanti dal punto di vista sistemico. Tali bioregioni sono collegate da un fiume, una costa, una catena montuosa, o culturalmente da una lingua. Per l'uso delle risorse e dal punto di vista culturale sono centrali. Noi consideriamo le scale per ogni decisione. Se quando si costruisce una casa, si considerano solo le prestazioni energetiche, si dimentica l'alta impronta grigia di acciaio e vetro. Quindi si deve pensare da dove vengono i materiali e



2 Der Grenoble-Zement aus Kalk, Sand und Wasser für das Fundament wurde ohne Armierungen gegossen und mit Zitronensäure gemischt, um die schnelle Aushärtung zu verzögern.

Alliant chaux, sable et eau, le ciment Grenoble pour les fondations a été coulé sans armature et mêlé à de l'acide citrique pour en retarder la prise rapide.

Il cemento Grenoble di calce, sabbia e acqua per le fondazioni è stato gettato senza armatura e additivato con acido citrico per ritardarne l'indurimento.

FOTO: MONVISO INSTITUT

Städte, Dienstleistungen, dann Landschaften und Bioregionen. Letztere sind auf transnationaler Skala über die aus systemischer Sicht irrelevanten Nationalgrenzen hinweg vernetzt. Diese Bioregionen sind zum Beispiel durch einen Fluss, eine Küste, ein Gebirge oder kulturell durch eine Sprache verbunden. Sie sind für die Ressourcennutzung und aus kultureller Sicht zentral. Die Skalen betrachten wir bei jeder Entscheidung. Wenn man beim Hausbau nur auf die Energieperformance schaut, geht zum Beispiel der hohe graue Fussabdruck von Stahl und Glas vergessen. Man muss sich also überlegen, woher die Materialien kommen – und die Lieferkette primär regional entwickeln, dabei aber auch die globale Vernetzung bedenken. Oder bei Holzbauten muss man auch über die Skala Green Chemistry nachdenken. Systemisches Design bietet die Möglichkeit, zu verstehen, wo man sich mit seinem Entscheidungsfokus und dessen Auswirkungen befindet.

Konkret – die schwere Dreifachverglasung am Passivhaus Doppio musste hierher transportiert werden. Wie ist das ins System eingebettet?

Ein Passivfenster mit beschichteter Dreifachverglasung ist energieintensiv.

l'importante empreinte carbone de l'acier et du verre. Il faut donc réfléchir à la provenance des matériaux – et développer la fourniture régionale en priorité, sans perdre de vue le réseau global. De même la construction en bois oblige à convoquer la chimie verte. Le design systémique permet de comprendre où se situent nos priorités décisionnelles et leurs effets.

« Si je pense circulaire, je crée des synergies offrant de multiples usages. »

Prenons un exemple concret: le triple vitrage de la maison passive Doppio a dû être amené jusqu'ici. Comment cela s'intègre-t-il au système ?

Une fenêtre passive à triple vitrage laminé est énergivore. Sa production doit donc intégrer un seuil de rentabilité bientôt atteint par la performance accrue du bâtiment – une question d'équilibre. Cela dépend de ce qui est transporté, en quelle quantité, par quel agent énergétique etc. La fenêtre est produite en Italie, le lami-

sviluppare la catena di approvvigionamento principalmente a livello regionale, considerando anche le reti globali. Oppure, con gli edifici in legno, occorre considerare anche la scala della chimica verde. Il design sistemico offre l'opportunità di capire dove ci troviamo dal punto di vista decisionale e le relative implicazioni.

Concretamente: il pesante triplo vetro della casa passiva «Doppio» ha dovuto essere trasportato fin qui. Ciò come è visto nel sistema?

Una finestra passiva con un triplo vetro rivestito ha un'alta intensità energetica. Ci deve essere un punto di pareggio nella produzione, che potrà essere risparmiato con la migliore prestazione energetica della casa: ecco l'eco-bilancio. Questo dipende da quanto viene trasportato, a che distanza, quanto è verde l'elettricità ecc. La finestra è fabbricata in Italia, il rivestimento in Germania e il legno di castagno per le cornici è locale. Questo per sostituire PVC o alluminio, per ridurre l'impronta grigia, ma anche per sviluppare cicli economici regionali. Quindi è importante considerare gli impatti sociali come effetti educativi. Vogliamo sviluppare sistemi più resilienti e rafforzare la regione. All'inaugurazione

Da muss die Produktion einen Break-even-Point haben, der durch die bessere Energieperformance des Hauses bald eingespart wird – eine Frage der Ökobilanz. Das hängt davon ab, wie viel wie weit transportiert wird und wie grün der Strom ist usw. Das Fenster ist in Italien produziert, die Beschichtung in Deutschland und das Kastanienholz für die Rahmen ist lokal. Dies, um PVC oder Aluminium zu ersetzen, den grauen Fussabdruck zu verringern, aber auch, um regionale Wirtschaftskreisläufe zu entwickeln. Diesbezüglich ist es wichtig, soziale Wirkungen wie Bildungseffekte zu betrachten. Wir wollen resilientere Systeme entwickeln und die Region stärken. An der Einweihung des «Doppio» im Januar 2019, bei –10 Grad, kamen die Leute ins Haus und waren erstaunt, dass wir 22 Grad hatten, mittels Passivdesign, ohne Heizung. Die traditionellen Steinhäuser hier sind ganzjährig kühl und feucht und müssen intensiv beheizt werden. Sie verstanden so unsere Arbeit. Wir investieren mehr – und haben dann keine Heizkosten sowie langfristig eine deutlich bessere Klimabilanz.

Gibt es noch andere Beispiele, wie Sie das MonViso Institut mit der Lokalkultur verknüpft haben?

Ja, da ist die CO₂-optimierte Betonplatte. Der Grenoble-Zement auf Basis von hydraulischem Kalk härtet in 15 bis 20 Minuten ab. Man kann daher keinen Betonmischer bestellen, der ein paar Tonnen hinkippt, sondern es braucht neue Lösungen. Die lokale Baufirma Valle

nage effectué en Allemagne et le châtaignier des cadres est local. Cela afin de remplacer le PVC ou l'aluminium et de diminuer l'empreinte carbone, mais aussi pour développer des cycles économiques locaux. Il importe en l'occurrence d'y inclure les retombées sociales, en matière de formation notamment. Nous cherchons à créer des systèmes plus résilients et à renforcer la région. À l'inauguration de Doppio, par moins dix degrés en janvier 2019, les gens étaient étonnés de trouver une température intérieure de 22 degrés grâce à une conception passive sans chauffage. Car ici, le bâti traditionnel en pierre est frais et humide toute l'année et doit être fortement chauffé. Ils ont ainsi compris notre travail. Nous investissons davantage – mais n'avons ensuite pas de frais de chauffage et un bilan climatique nettement meilleur.

Avez-vous établi d'autres liens entre l'institut MonViso et la culture locale ?

Oui, avec l'optimisation du bilan carbone des dalles en béton. À base de chaux hydraulique, le ciment Grenoble durcit en 15 à 20 minutes. On ne peut donc pas commander une bétonnière qui en déverse plusieurs tonnes et il faut trouver autre chose. Le constructeur local Valle dell'Eco et son chef Enrico Crespo ont planché avec nous sur le moyen de pré-malaxer le béton et de le livrer à destination. Enrico a adapté une machine pour malaxer sur place et nous avons détendu le ciment avec de l'acide citrique, ce qui a rallongé la prise à 45 min.

del «Doppio» a gennaio 2019, a –10 °C, la gente entrando in casa è rimasta stupita: con il design passivo avevamo 22 °C senza riscaldamento. Le tradizionali case di pietra qui sono fresche e umide tutto l'anno e necessitano di un riscaldamento intensivo. Noi investiamo di più, non abbiamo costi di riscaldamento e, a lungo termine, abbiamo un equilibrio climatico migliore.

«Se penso in modo circolare, progetto nuove opportunità come usi sinergici molteplici»

Vi sono altri esempi di come ha avvicinato l'Istituto MonViso alla cultura locale?

Sì, la lastra in calcestruzzo ottimizzata per il CO₂. Il cemento Grenoble, a base di calce idraulica, si indurisce in 15-20 minuti. Quindi non si può ordinare una betoniera in grado di scaricarne qualche tonnellata, ma servono nuove soluzioni. L'impresa edile locale Valle dell'Eco con il suo capo Enrico Crespo ha riflettuto con noi su come miscelare questo calcestruzzo e portarlo a destinazione. Enrico ha adattato una betoniera e abbiamo aggiunto al cemento dell'acido citrico; ciò ha ritardato l'indurimento a 45 minuti. Una novità per tutti. Un altro



3 Der Anbau am «Doppio» ist mit Hanfkalksteinen gemauert. L'extension du «Doppio» est en briques de chanvre. L'edificio annesso al «Doppio» è realizzato con mattoni di canapa. FOTO: DANIELLE FISCHER



4 Die Fenster aus Kastanienholz wurden mit einer lokalen Firma entwickelt, die nun mit Holz aus ihren Wäldern Bauteile fertigen kann. Les fenêtres en châtaignier ont été réalisées avec une entreprise locale, qui façonne désormais des éléments de construction avec le bois de ses forêts. Le finestre in castagno sono state realizzate da un'azienda locale che utilizza il legno delle foreste autoctone per la produzione di componenti. FOTO: MONVISO INSTITUT

dell'Eco mit ihrem Chef Enrico Crespo überlegte mit uns, wie dieser Beton vorgemischt und zum Haus gebracht werden kann. Enrico passte eine Maschine an, um vor Ort zu mischen, und wir streckten den Zement mit Zitronensäure, was die Aushärtung auf 45 Min. verlängerte. Das war für alle neu. Ein anderes Beispiel war ein öffentlicher «Design Talk» über regenerative Hanfsysteme mit dem Hanfspezialisten Werner Schönthaler. Das war ein Tag mit den Leuten von Ostana, die dieses Wissen in ihr Umfeld weitertragen. Es gibt auch konkrete Nachfragen wie die nach den PV-Zellen für unser Dach, die wir mit der Schweizer Firma Sunstyle entwickelt haben. Sie sind den Steinplatten auf den traditionellen Dächern ähnlich. Solche «Tools for Change» kann man auch in anderen Systemen wie Future Cities anwenden.

Weshalb arbeiten Sie mit Institutionen wie Universitäten zusammen?

Die Systeme werden immer komplexer und wandeln sich schneller. Wenn wir die Probleme darin lösen wollen, müssen wir sie systemisch angehen. Das kann keine Einzeldisziplin leisten, sondern das muss prozesshaft geschehen, das Konstrukt soll sich bewegen dürfen. Hochschulen sind dagegen in Departemente und Institute organisiert. Wir werden oft gefragt, worauf sich unser Fokus richtet: auf Tourismus oder Architektur? Die Antwort ist: Es ist die Inklusion der Systeme mit disziplinärer Tiefe. Wenn wir für etwas nicht genügend Kompetenz haben, dann bilden wir Partnerschaften. Während meiner beruflichen Laufbahn ist mir klar geworden, wie wichtig solche Realwelt-Komponenten für Hochschulen sind. Denn zur Vorbereitung zukünftiger Führungskräfte reicht es nicht, zwei Jahre an einem Projekt beteiligt zu sein, es braucht Langzeitmodelle. Unsere Partner erhalten diesen Realwelt-Kontext zwischen Design, Forschung und Transformation, den sie selbst nur schwer abbilden können. Wir haben Kollaborationen mit dem Politecnico di Torino oder dem Collegio Einaudi in Turin. Mit der ETH Zürich gibt es Summer Schools. Auch sind wir an einem ETH-Forschungsprojekt mit der Innosuisse zu Hanfkomposit-Baumaterialien beteiligt. Zudem arbeiten wir mit der Oslo School of Architecture and Design in Norwegen an der Übertragung unseres Projekts in den norwegischen Kontext.

Une nouveauté pour tout le monde. Un autre exemple est un «design talk» avec le spécialiste Werner Schönthaler sur les systèmes régénératifs appliqués au chanvre. La journée a réuni les gens d'Ostana, qui répètent ce savoir autour d'eux. Il y a aussi des demandes concrètes, comme pour les panneaux solaires développés en toiture avec la société suisse Sunstyle, qui ressemblent aux ardoises couvrant le bâti traditionnel. De tels instruments du changement peuvent aussi s'appliquer à d'autres systèmes comme les Future Cities.

Pourquoi collaborez-vous avec des institutions telles que les universités?

Devenant toujours plus complexes, les systèmes évoluent rapidement et seule une approche englobante peut répondre aux défis posés. Aucune discipline en soi n'en est capable, il faut s'appuyer sur des processus et les concepts doivent bouger. Or, les universités sont organisées en départements et instituts et l'on nous demande souvent quel est notre objet principal: le tourisme ou l'architecture? La réponse se trouve dans l'inclusion des systèmes, avec des approfondissements disciplinaires. Lorsque nous manquons de compétences dans une matière, nous créons des partenariats. Mon parcours professionnel m'a appris l'importance de tels apports concrets pour les hautes écoles. Car pour former de futures compétences dirigeantes, il ne suffit pas de participer à un projet durant deux ans, il faut des modèles à long terme. Nos partenaires maintiennent cet environnement réel qu'ils pourraient difficilement reproduire eux-mêmes entre design, recherche et transformation. À Turin, nous collaborons avec le Politecnico Torino ou le Collegio Einaudi. Avec l'EPFZ, nous organisons des universités d'été. Nous sommes aussi associés à un projet de recherche d'Innosuisse sur le chanvre dans la construction. Enfin, nous travaillons avec l'École d'architecture et de design d'Oslo à la transposition de notre projet dans le contexte norvégien.

esempio è stato un «Design Talk» pubblico sui sistemi rigenerativi legati alla canapa con l'esperto Werner Schönthaler. Una giornata con la gente di Ostana, che diffonde questa conoscenza nel suo ambiente. Vi sono anche richieste concrete, ad esempio per le celle fotovoltaiche, che abbiamo sviluppato per il tetto con l'azienda svizzera Sunstyle. Sono simili alle lastre di pietra dei tetti tradizionali. Tali Tools for Change sono applicabili anche ad altri sistemi come «Future Cities».

Perché collabora con istituzioni come le università?

I sistemi diventano sempre più complessi e mutano sempre più in fretta. Se vogliamo risolvere i problemi correlati, dobbiamo affrontarli in modo sistematico. Nessuna singola disciplina può farlo; è un processo e sono richiesti dinamismo e flessibilità. Le scuole universitarie, invece, sono organizzate in dipartimenti e istituti. Spesso ci chiedono quale sia la nostra priorità: il turismo o l'architettura? La risposta è nell'inclusione dei sistemi e negli approfondimenti disciplinari. Se non abbiamo sufficienti competenze, creiamo partnership. Durante la mia carriera, ho capito quanto siano importanti queste componenti del mondo reale per le scuole universitarie. Per preparare i futuri leader, infatti, non basta partecipare a un progetto per due anni, occorrono modelli a lungo termine. I nostri partner trovano nel mondo reale tra design, ricerca e trasformazione quello che da soli avrebbero difficoltà a concretizzare. Collaboriamo con il Politecnico e il Collegio Einaudi di Torino. Con il Politecnico di Zurigo organizziamo summer schools. Partecipiamo anche a un progetto di ricerca del Politecnico di Zurigo con Innosuisse sui materiali da costruzione in compositi di canapa. Inoltre, stiamo collaborando con la Scuola di Architettura e Design di Oslo per applicare il nostro progetto al contesto norvegese.



1 Das lichtdurchflutete, öffentliche Foyer mit Rundumsicht auf den Wald beherbergt ein Restaurant. In der Mitte ist das Haupttragwerk erkennbar – man fühlt sich ein wenig wie unter einem grossen Pilz. Baigné de lumière avec vue panoramique sur la forêt, l'espace d'accueil abrite un restaurant. Au centre, on distingue le noyau porteur du bâtiment – un peu comme si l'on se tenait sous un champignon géant. Nel luminoso foyer con vista sul bosco si trova il ristorante. Al centro, al riparo della struttura aggettante – ci si sente come sotto a un grande fungo.

ALLE FOTOS: OSSIP VAN DUIVENBODE

VORDENKEN STATT NACHDENKEN PRIME À L'ANTICIPATION PREVEDERE ANZICHÉ PROVVEDERE

■ Die Idee des zirkulären Bauens ist gerade in den Niederlanden nicht neu, den jahrhundertealten Vorbildern begegnet man auf so gut wie jedem holländischen Polder: Windmühlen. Die Holzkonstrukte dienten ab dem 17. Jahrhundert dazu, Seen und Marschland trocken zu legen. Sie wurden als Baupakete geliefert und vor Ort montiert. Hatten sie ihren Zweck erfüllt, baute man sie ab und setzte sie andernorts wieder zusammen. Sie waren also ein höchst bewegliches Sachgut. Ähnlich ist der neue Hauptsitz der Triodos Bank konzipiert, entworfen vom Architekturbüro RAU aus Amsterdam. Der Bau besteht aus trocken gefügtem Holz, Stahl und Glas – zusammengehalten von exakt 165 312 Schrauben – und ist komplett demontabel. Alle verwendeten Einzelteile sind in der Madaster-Datenbank erfasst und ohne Wertverlust wiederverwendbar.

■ Aux Pays-Bas, le concept d'économie circulaire n'est pas nouveau, comme l'atteste un modèle séculaire visible sur tous les polders hollandais: le moulin à vent. Dès le 17^e siècle, cette structure en bois servant à assécher les terres fut livrée en kits à assembler sur place et, lorsqu'elle avait rempli son office, elle était démontée et réaffectée ailleurs. Le moulin était donc un bien des plus mobiles. Tout comme le nouveau siège de la banque Triodos, conçu par le bureau RAU d'Amsterdam. Fait d'éléments de bois jointés à sec, d'acier et de verre – assemblés par exactement 165 312 vis – le bâtiment est entièrement démontable. Chaque élément du bâti est répertorié dans une banque de données Madaster et réutilisable sans perte de valeur.

Atouts et obstacles

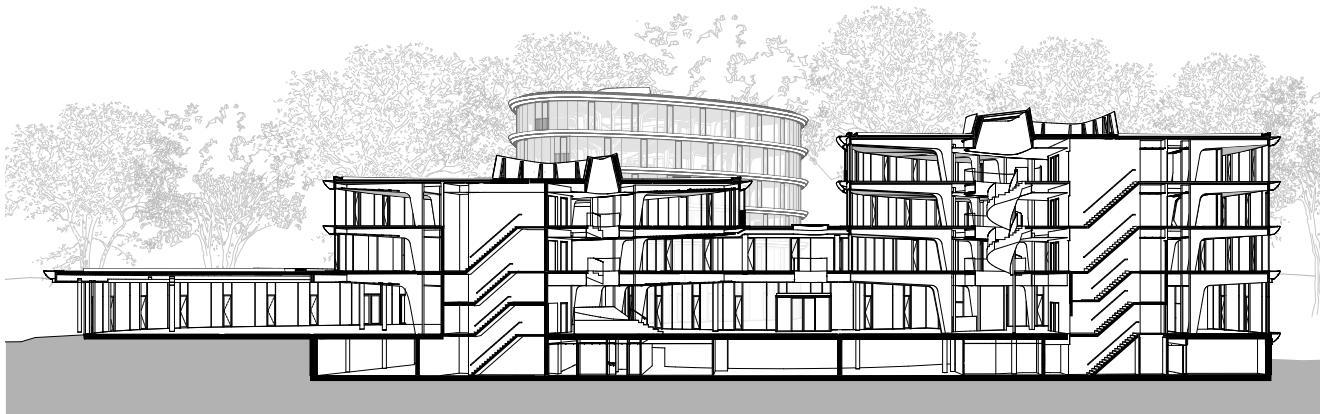
Considérée comme l'établissement financier le plus durable des Pays-Bas, il n'est

In den Niederlanden haben sich mehrere Architekturbüros auf das Bauen mit wiederverwendbarem Material spezialisiert. Der Hauptsitz der Triodos Bank, entworfen von RAU Architects, ist nach dem Prinzip *Cradle to Cradle* rückbaubar und mit jedem Einzelteil dokumentiert.

Aux Pays-Bas, plusieurs bureaux d'architecture se sont spécialisés dans la construction avec des matériaux réutilisables. Œuvre de RAU Architects, le siège de la banque Triodos, dont chaque élément est répertorié, est ainsi déconstructible selon le principe *Cradle to Cradle*.

Nei Paesi Bassi, diversi studi di architettura si sono specializzati nella costruzione con materiali riutilizzabili. La sede principale della Triodos Bank, progettata da RAU Architects, può essere smontata secondo il principio *Cradle to Cradle* e ogni singolo elemento è classificato.

■ L'idea dell'architettura circolare non è nuova, specialmente nei Paesi Bassi, dove modelli secolari come i mulini a vento si possono trovare praticamente in ogni polder olandese. A partire dal XVII secolo, queste costruzioni in legno sono state utilizzate per drenare laghi e paludi. Venivano forniti come scatole di montaggio e assemblati in loco. Una volta raggiunto il loro scopo, venivano smontati e riasssemblati altrove. Si trattava quindi di un bene materiale molto mobile. La nuova sede principale della Triodos Bank, progettata dallo studio di architettura RAU di Amsterdam, è concepita in modo simile. L'edificio in legno, acciaio e vetro assemblato a secco – da esattamente 165 312 viti – è completamente smontabile. Tutti i singoli elementi utilizzati sono registrati nella banca dati Madaster e potranno essere riutilizzati.



2 Der zwischen ein- und fünfstöckige Bau besteht aus trocken gefügtem Holz, Stahl und Glas – zusammengehalten von 165 312 Schrauben –, und er ist eines Tages komplett demontierbar.

Le bâtiment, d'un à cinq étages, est fait de bois jointé à sec, d'acier et de verre, assemblés par 165 312 vis et il est complètement démontable si besoin.

L'edificio dalla volumetria articolata, è costruito in legno, acciaio e vetro assemblati a secco – da 165 312 viti –, un giorno potrà essere completamente smontato.

PLAN: RAU ARCHITECTS

Gute Lage und Gegenwind

Dass ausgerechnet die Triodos Bank ein solches Gebäude in Auftrag gegeben hat, ist nicht verwunderlich, gilt sie doch als nachhaltigstes niederländisches Kreditinstitut. Die Einlagen der Kunden verwendet die Bank, die auch Niederlassungen in Belgien, Deutschland, Frankreich, Spanien, und Grossbritannien hat, ausschliesslich zur Finanzierung ökologisch, sozial oder kulturell wertvoller Projekte. Gegründet wurde sie 1980 bei einer Veranstaltung in der Villa De Reeherst, einem Landsitz in der Nähe des Städtchens Zeist. 2015 fiel die alte Villa einem Brand zum Opfer, aber das umliegende Landgut existiert noch und ist Teil der «ökologischen Hauptstruktur» eines Netzwerks von Naturschutzgebieten. Als die Stiftung 2015 dringend Geld brauchte, wandte sie sich an die Triodos Bank mit der Frage, ob sie dort nicht ihren neuen Haupt-

pas étonnant que la banque Triodos soit à l'origine d'une telle commande. Avec ses succursales en Belgique, en Allemagne, en Espagne, en Grande-Bretagne et en France, la banque n'affecte les dépôts de ses clients qu'à des projets à plus-value environnementale, sociale ou culturelle. Sa fondation remonte à une manifestation organisée en 1980 à la villa De Reeherst, une propriété de campagne près de la bourgade de Zeist. En 2015, la villa historique a été détruite par un incendie, mais le domaine avoisinant demeure et fait partie du «noyau écologique» d'un réseau de sites naturels protégés. Pressée par un urgent besoin de liquidités en 2015, la fondation s'est alors tournée vers la banque Triodos pour lui demander si elle envisagerait d'édifier son nouveau siège sur le site. À la recherche d'un nouvel emplacement depuis un certain temps, a priori dans un bâtiment existant, la banque ne trouvait

Opportunità e opposizioni

Che sia stata proprio la Triodos Bank ad avere commissionato un tale edificio non sorprende, è infatti la banca olandese più sostenibile. Con filiali in Belgio, Germania, Spagna, Gran Bretagna e Francia, utilizza i depositi dei suoi clienti esclusivamente per finanziare progetti ecologici, sociali o culturali. La sua storia inizia nel 1980, in occasione di un evento nella Villa De Reeherst, una residenza di campagna nei pressi della cittadina di Zeist. Nel 2015, la vecchia villa ha subito un incendio, ma la tenuta esiste ancora e fa parte della «struttura ecologica principale» di una rete di zone protette. Quando poi nel 2015 la fondazione proprietaria della tenuta necessitò urgentemente di denaro, si rivolse alla Triodos Bank chiedendole se sarebbe stata disponibile a costruire lì la sua nuova sede. All'epoca, Triodos stava cercando una nuova sede. Avrebbe

MADASTER

Madaster ist eine gemeinnützige, öffentliche Onlineplattform, die ressourcen-relevante Daten von Bauwerken inventarisiert, strukturiert und in *Materialpässe* fasst. Der Bausektor kann mit dem neuen Standard den Wandel zu kreislauffähigen Geschäftsmodellen gestalten. Mitglieder können die Daten nutzen, um Materialien wiederzuverwenden und in Designs zu investieren, die das Schliessen von Wertstoffkreisläufen fördern und Verschwendung von Ressourcen vermeiden.

www.madaster.ch

MADASTER

Madaster est une plateforme d'intérêt général, qui inventorie, structure et traduit en *passports matériaux* les données relatives aux ressources intégrées dans le bâti. Ce nouveau standard permet à la branche de la construction d'aborder la transition vers des modèles d'affaires circulaires. Les membres peuvent s'appuyer sur ces données pour réemployer des matériaux et investir dans des concepts favorisant la fermeture des cycles de matières et évitant le gaspillage de ressources.

www.madaster.ch

MADASTER

Madaster è una piattaforma online di utilità pubblica che inventaria e struttura i dati degli edifici relativi alle risorse, registrandoli in *passaporti dei materiali*. Grazie al nuovo standard, il settore edile può realizzare il passaggio a modelli aziendali circolari. I membri possono impiegare i dati per riutilizzare i materiali e investire in progetti che promuovono la chiusura di cicli di materiali riciclabili ed evitano lo spreco di risorse.

www.madaster.ch

sitz errichten wolle. Zu der Zeit suchte Triodos schon eine Weile nach einem neuen Unterkommen. Am liebsten wollte die Bank ein bestehendes Gebäude beziehen, aber keines erfüllte ihre Wünsche. Vor allem die Erreichbarkeit spielte eine grosse Rolle, denn die Mitarbeitenden einer nachhaltigen Bank sollen mit öffentlichen Verkehrsmitteln zu ihrem Arbeitsplatz gelangen. Da der Bahnhof Driebergen-Zeist neben dem Landgut liegt, liess sich die Bank überzeugen. Es folgte ein langwieriger Planungsprozess mit Gegenwind, denn eine Umweltorganisation klagte gegen den Bau im Naturschutzgebiet. Letztlich bot die Bank an, das Landgut im Gegenzug um zwei Hektar zu erweitern. Sie agiert nun als Gutsverwalter und arbeitet an der Aufwertung des zuvor etwas vernachlässigten Geländes.

Den Standort des Neubaus bestimmten historische Sichtachsen und die Lage des Bahnhofs. Nun erheben sich am nördlichen Rand des Landguts drei rundliche Türme mit zwei, drei und fünf Geschossen aus einem Sockel. Die Türme fliessen wie Wassertropfen ineinander über und haben be-

pas chaussure à son pied. Le personnel d'une entreprise durable devant pouvoir rejoindre son lieu de travail en transports publics, l'accessibilité figurait parmi les priorités et, comme la gare de Driebergen-Zeist jouxte le domaine, la banque s'est laissé convaincre. S'en est suivi un processus d'étude semé d'obstacles, causé par la plainte d'une organisation environnementale qui attaquait la construction sur un site protégé. Finalement, la banque a proposé d'étendre le domaine de deux hectares en compensation. Elle en est ainsi devenue gestionnaire et œuvre maintenant à la revalorisation d'un bien-fonds quelque peu négligé jusque-là.

L'implantation du nouveau bâtiment a été dictée par les axes existants et la situation de la gare. Aujourd'hui, trois tours arrondies de deux, trois et cinq étages s'élèvent sur un socle à la lisière nord du domaine. Les tours se fondent l'une dans l'autre comme des gouttes d'eau et arborent des toitures végétalisées. Elles sont enveloppées par une façade en verre composée de 1280 panneaux, insérés dans des profilés en aluminium, qui articulent l'horizontalité du bâtiment.

preferito trasferirsi in un edificio esistente, ma nessuno soddisfaceva le sue esigenze. L'accessibilità era un fattore determinante, perché i dipendenti di una banca sostenibile devono raggiungere il loro posto di lavoro con i mezzi pubblici. La banca si convinse grazie alla prossimità con la stazione ferroviaria Driebergen-Zeist. Seguì un lungo processo di progettazione non privo di intoppi, un'organizzazione ambientalista intentò infatti una causa contro la costruzione nella zona protetta. Alla fine la banca si offrì allora di ampliare la tenuta di 2 ettari. Ora è amministratrice della tenuta e si impegna per valorizzare il sito prima un po' trascurato.

La posizione della nuova costruzione è determinata dall'asse visivo storico e dalla posizione della stazione ferroviaria. A nord della tenuta, su uno zoccolo si trovano tre torri rotonde di due, tre e cinque piani. Le torri scorrono l'una nell'altra come gocce d'acqua, hanno tetti erbosi e sono avvolte in una facciata in vetro composta da 1280 pannelli, incastonati in profili di alluminio estruso che strutturano orizzontalmente l'edificio.

3 Der neue Firmenhauptsitz der Triodos Bank kann als Bekenntnis zur Kreislaufwirtschaft gelesen werden.

Le nouveau siège de la banque Triodos peut être lu comme une profession de foi en faveur de l'économie circulaire.

La nuova sede principale della Triodos Bank può essere vista letteralmente come un atto di fede per l'economia circolare.



grünte Dächer. Sie sind in eine Glasfassade aus 1280 Glaspaneelen gehüllt, gefasst in Extrusionsprofile aus Aluminium, die das Gebäude horizontal gliedern.

Tagesaktuelle Werte und BIM

Der Haupteingang ist zum gegenüberliegenden Bahnhof orientiert. Wer mit dem Fahrrad kommt, kann es in einer unterirdischen Garage parken. Autofahrer müssen einen fünfminütigen Fussweg vom Parkplatz zum Büro in Kauf nehmen. Ökologischer Mehrwert erhält der Parkplatz mittels 120 bidirektionaler Ladestationen und eines 3000 m² grossen Dachs mit Sonnenkollektoren, das mit Erdwärmetauschern den Strom für den Neubau produziert.

Beim Betreten des Bankgebäudes findet man sich in einem lichtdurchfluteten, öffentlich zugänglichen Foyer mit Restaurant und Rundumsicht in den Wald. In der Mitte des Raums ist das Haupttragwerk erkennbar: Es besteht aus gebogenen Spanten aus mehrschichtigem Massivholz, die in hölzerne Lamellendecken münden – der Raum wirkt, als stünde man unter einem überdimensionierten Pilz. In dessen hölzernen Fuss sind Treppenhäuser, Liftschächte, Toiletten und Teeküchen untergebracht. Auch in den Bürogeschossen, wo sich flexible Arbeitsplätze für 600 Mitarbeiter befinden, bestimmen überall Holz und Glas das Bild. Gipskarton oder Tapeten sucht man vergeblich, denn es wurden kaum Blendmaterialien verwendet.

Mit Ausnahme des betonierten Kellergeschosses, der Aluminiumprofile und des stählernen Ringbalkens, der die Glasfassaden trägt, besteht das Gebäude aus Holz, das mittels dreifacher Keilzinkenverbindungen und 25–50 cm langer Schrauben trocken gefügt wurde. Insgesamt sind 2632 m³ Holz verbaut, das grösstenteils aus Deutschland stammt. Das alles weiss man haargenau, da alle Materialien dokumentiert und in der Madaster-Plattform (vgl. S. 44) registriert sind. Der Materialpass weist den Wert aller Einzelteile nach Demontage aus. Und zwar tagesaktuell, denn der Wert des Baus wird täglich auf Basis historischer und aktueller Börsendaten berechnet.

Nachhaltigkeit greifbar machen

Die Madaster-Plattform geht ebenfalls auf eine Initiative von RAU Architects zurück. Sie entstand aus der Erkenntnis, dass der Abriss eines Bürobaus etwa 200 000 Euro kostet und nur Schutt übrig bleibt, der in den Niederlanden meist als Füllmaterial unter Autobahnen landet. Gleichzeitig ist die Baubranche für 40% des Materialverbrauchs in den Niederlanden verantwort-

Valeurs actualisées et BIM

L'entrée principale s'ouvre face à la gare et les personnes qui viennent à vélo peuvent abriter leur monture dans un garage souterrain. Quant aux automobilistes, ils doivent consentir cinq minutes de marche depuis le parking. La plus-value écologique de ce dernier est assurée par 120 bornes de recharge bidirectionnelles et un toit de 3000 m² équipé de collecteurs solaires qui, avec des puits canadiens, fournissent l'alimentation électrique du bâtiment.

En pénétrant dans la banque, on se trouve dans un espace baigné de lumière ouvert au public, avec un restaurant et une vue panoramique sur la forêt. Au centre, on reconnaît le cœur de la structure, fait de membrures courbées en bois massif multicouches débouchant dans des plafonds à lamelles en bois – comme si l'on se tenait sous un champignon géant, dont le pied renferme les escaliers, des puits de lumière, les sanitaires et des kitchenettes. Aux étages des bureaux, qui accueillent des espaces de travail flexibles pour 600 personnes, le bois et le verre donnent aussi le ton. Aucune trace de placoplâtre ou de revêtements muraux, car le mélange de matériaux a été largement exclu.

À l'exception du sous-sol en béton, des profilés alu et de la poutre circulaire en acier qui porte les façades vitrées, le bâtiment est fait de bois, qui a été jointé à sec au moyen de triples assemblages à dents collées et de vis de 25 à 50 cm de long. Un volume de 2632 m³ de bois, majoritairement issu de forêts allemandes, a été mis en œuvre. Tout cela est documenté à l'unité près, puisque tous les matériaux sont répertoriés sur la plateforme Madaster (voir encadré), avec le passeport matériaux indiquant la valeur de chaque élément après démontage. Et cela en temps réel, car la valeur de la construction est établie quotidiennement sur la base de données boursières actualisées.

La durabilité devient tangible

Cette plateforme est aussi due à une initiative de RAU Architects, motivée par le constat que la démolition d'un immeuble de bureaux coûte quelque 200 000 euros et ne laisse que des déchets qui, en Hollande, finissent pour la plupart en remblais sous les autoroutes. En parallèle, la branche de la construction génère 40% de la consommation de matériaux du pays. RAU Architects ne veut donc plus voir les bâtiments comme des biens de consommation, mais comme des banques de matériaux actifs. Avec le passeport, les aspirations à la durabilité deviennent tangibles et mesurables.

Valori giornalieri e BIM

L'entrata principale è rivolta verso la stazione antistante. Chi arriva in bicicletta può parcheggiarla in un garage sotterraneo. Chi arriva in auto deve invece percorrere a piedi una tratta di cinque minuti. Il parcheggio ha un valore aggiunto ecologico con 120 stazioni di ricarica bidirezionali e un tetto di 3000 m² dotato di collettori solari che utilizzano scambiatori di calore geotermici per produrre elettricità per l'edificio.

Entrando nell'edificio, ci si trova in un luminosissimo foyer accessibile al pubblico, con un ristorante con vista sul bosco. Al centro è visibile la struttura portante principale costituita da mensole aggettanti in legno massiccio multistrato. La struttura nervata si trasforma, sotto il plafone in un controsoffitto lamellare – al di sotto del quale sembra di trovarsi al riparo di un fungo sovradimensionato. Alla base e attorno alla struttura sono ospitate le scale, i vani ascensore, i servizi igienici e gli angoli cottura. Anche nei piani degli uffici, dove si trovano postazioni flessibili per 600 dipendenti, ovunque dominano il legno e il vetro. La ricerca di cartongesso o di carta da parati sarà vana: non è stato usato quasi alcun materiale di rivestimento.

Ad eccezione del seminterrato in calcestruzzo, dei profili in alluminio e della trave ad anello in acciaio che sostiene le facciate in vetro, l'edificio è costruito in legno assemblato a secco con giunti a pettine tripli e viti lunghe 25-50 cm. Si sono utilizzati 2632 m³ di legno, proveniente soprattutto dalla Germania. Tali dati si conoscono con precisione perché tutti i materiali sono documentati e registrati su Madaster (vedi riquadro). Il passaporto dei materiali mostra il valore delle singole parti dopo lo smontaggio; e lo fa ogni giorno, perché il potenziale economico dell'edificio viene calcolato quotidianamente in base ai dati storici e attuali della borsa.

Una sostenibilità tangibile

La piattaforma Madaster è anche il risultato di un'iniziativa dello studio RAU Architects ed è nata sapendo che la demolizione di un edificio per uffici costa circa 200 000 euro e che alla fine rimangono solo macerie, che in Olanda vengono impiegati come materiale di riempimento sotto le autostrade. L'industria edile è responsabile del 40% del consumo di materiali nei Paesi Bassi. Lo studio RAU Architects non vuole più considerare gli edifici come prodotti di consumo, ma come banche di materiali viventi. Con il passaporto, le aspirazioni di sostenibilità diventano tangibili e quantificabili.

lich. RAU Architects will Gebäude daher nicht mehr als Konsumprodukte, sondern als lebendige Materialbanken begreifen. Mit dem Pass werden Nachhaltigkeitsbehauptungen greif- und messbar.

Natürlich hat das auch einen Effekt auf den Entwurfsprozess, denn die Zirkularität muss von Anfang an berücksichtigt werden. Thomas Rau nennt das «vordenken statt nachdenken». Ist die Denkarbeit geleistet, geht der Bauprozess schnell, denn er ist vollständig standardisiert: Erst wurde der halb vertiefte Keller betoniert und dann der Kern gebaut, an dem die Geschossböden hängen. Die Wände bestehen aus 200 mm dicken, kreuzweise verleimten Paneelen, die Bodenplatten aus 120–150 mm dickem laminiertem Fichtenholz. Die CLT-Elemente wurden paarweise geliefert, vom Lkw an ihren Standort gehievt und dort verschraubt. Innerhalb von zwei Wochen war der Gebäudekern mit Treppenhäusern, Liftschächten und Nasszellen fertig.

Nun steht die «Holzkathedrale», wie das Bankgebäude genannt wird, am Waldrand und harrt der Zukunft. Ob das Wiederverwendungspotenzial eines Tages genutzt wird, bleibt abzuwarten. Bis dahin hat die Triodos Bank einen zeichenhaften Firmensitz, der als rundlich-tropfenförmiges Kennzeichen zur Kreislaufwirtschaft gelesen werden kann.

Bien sûr, cela impacte le processus d'étude, car la circularité doit être d'emblée intégrée au projet. C'est ce que Thomas Rau appelle cela «penser en amont et non après coup» (vordenken statt nachdenken). Une fois la réflexion menée, la réalisation est rapide, selon un processus de construction entièrement standardisé: après avoir bétonné le sous-sol semi-enterré, on a érigé le noyau auquel les étages sont suspendus. Les parois sont en panneaux de bois lamellé-croisé de 200 mm d'épaisseur, les planchers en bois d'épicéa laminé de 120 à 150 mm. Livrés en camion par paires, les éléments CLT sont élevés à leur place et assemblés; en deux semaines, le noyau du bâtiment, avec cages d'escaliers, puits de lumière et sanitaires, était achevé.

Désormais, ce qu'on appelle la «cathédrale de bois» guette l'avenir à l'orée de la forêt. L'avenir nous dira si son potentiel de réemploi se concrétise un jour. Pour l'heure, la banque Triodos affiche sa foi en une économie circulaire avec un siège emblématique évoquant la rondeur d'une goutte.

Naturalmente, questo ha anche un effetto sulla progettazione, perché la circolarità deve essere considerata fin dall'inizio. Thomas Rau spiega che è preferibile «Prevedere anziché provvedere». Una volta risolta la teoria, il processo è veloce perché completamente standardizzato: dapprima la gettata di calcestruzzo nella cantina seminterrata e poi il nucleo su cui poggiano le solette dei piani. Le pareti sono costituite da pannelli in legno lamellare incollati a strati incrociati (CLT) spessi 200 mm, mentre i pannelli del pavimento sono in abete rosso laminato spesso 120-150 mm. Gli elementi in CLT sono stati consegnati a coppie, posizionati con un autogru al loro posto e infine avvitati. Nel giro di 2 settimane, il nucleo dell'edificio con scale, vani ascensore e servizi era pronto.

Ora la «cattedrale di legno», come viene chiamato l'edificio della banca, si trova ai margini del bosco, in attesa del suo futuro. Resta da vedere se un giorno il suo potenziale di riuso verrà sfruttato. Fino ad allora, Triodos Bank ha una sede rappresentativa che può essere letteralmente vista come un impegno a forma di goccia per l'economia circolare.

AM BAU BETEILIGTE

Bauherrschaft: Triodos Bank, De Reehorst

Architektur: RAU Architects, Amsterdam

Statik, Massiv- und Holzbau: Aronson, Rotterdam und Luning, Arnhem

Kostenmanagement: BBN Adviseurs, Amsterdam

Inneneinrichtung: Ex Interiors, Nieuwegein

FACTS & FIGURES

Nutzfläche: 12 994 m²

Volumen: 49 203 m³

Baujahr: 2019

Baukosten: nicht kommuniziert

PARTICIPANTS AU PROJET

Maître d'ouvrage: Triodos Bank, De Reehorst

Architecture: RAU Architects, Amsterdam

Génie civil: Aronson, Rotterdam et Luning, Arnhem

Gestion des coûts: BBN Adviseurs, Amsterdam

Intérieur: Ex Interiors, Nieuwegein

FACTS & FIGURES

Surface utile: 12 994 m²

Volume: 49 203 m³

Année de construction: 2019

Coûts du bâtiment: non communiqués

PARTECIPANTI AL PROGETTO

Committenza: Triodos Bank, De Reehorst

Architettura: RAU Architects, Amsterdam

Ingegneria civile e costruzione in legno: Aronson, Rotterdam e Luning, Arnhem

Gestione dei costi: BBN Adviseurs, Amsterdam

Arredamento: Ex Interiors, Nieuwegein

FACTS & FIGURES

Superficie utile: 12 994 m²

Volume: 49 203 m³

Anno di costruzione: 2019

Costi edificio: non comunicato

Impressum

Sonderpublikation von **espazium** – Der Verlag für Baukultur

Beilage zu TEC21 Nr. 17/2021, zu TRACÉS Juni 2021
und zu Archi Nr. 3/2021

Cahier spécial d'**espazium** – Les éditions pour la culture du bâti

Supplément à TEC21 n° 17/2021, à TRACÉS juin 2021
et à Archi n° 3/2021

Inserto speciale di **espazium** –

Edizioni per la cultura della costruzione

Allegato a TEC21 n. 17/2021, TRACÉS giugno 2021
e Archi n. 3/2021

Konzept und Redaktion | Conception et rédaction | Concetto e redazione

Judit Solt (TEC21), Chefredaktorin | Rédactrice en chef | Direttrice
Marc Frochaux (TRACÉS), Chefredaktor | Rédacteur en chef | Direttore
Danielle Fischer (TEC21), Redaktion | Rédaction | Redazione
Christof Rostert (TEC21), Abschlussredaktor | Secrétaire de rédaction |
Segretario di redazione
Graziella Zannone (Archi), Korrektorin | Correctrice | Correttrice
Anna-Lena Walther, Katrin Köller (TEC21), grafisches Konzept und
Layout | Conception graphique et mise en page | Progetto grafico e
impaginazione

Übersetzungen | Traduction | Traduzioni

Französisch–Italienisch: Graziella Zannone
Französisch–Deutsch: Danielle Fischer
Deutsch–Italienisch: Zielextext, Zollikon
Deutsch–Französisch: Maya Haus

Adresse der Redaktion | Adresse de la rédaction | Indirizzo della redazione

TEC21 – Schweizerische Bauzeitung, Zweierstrasse 100,
Postfach, 8036 Zürich
Telefon 044 288 90 60, redaktion@tec21.ch, espazium.ch

Herausgeber | Éditeur | Editore

espazium – Der Verlag für Baukultur
espazium – Les éditions pour la culture du bâti
espazium – Edizioni per la cultura della costruzione
Zweierstrasse 100, 8003 Zürich, Telefon 044 380 21 55
Katharina Schober, Verlagsleiterin | Directrice des éditions |
Direttrice delle edizioni
Ariane Nübling, Assistentin | Assistente | Assistente

Druck | Imprimeur | Stampa

Stämpfli AG, Bern

Nachdruck von Bild und Text, auch auszugsweise, nur mit schriftlicher
Genehmigung der Redaktion und mit genauer Quellenangabe. | La
reproduction d'illustrations ou de textes, même sous forme d'extraits,
est soumise à l'autorisation écrite de la rédaction et à l'indication
exacte de la source. | La riproduzione delle immagini o dei testi, anche
in forma parziale, richiede l'autorizzazione scritta della redazione e
l'indicazione esatta della fonte.