



Wiederverwendung in der schweizerischen Bauindustrie

Potentiale, Herausforderungen und Ansatzpunkte

Prof. Dr. Nadine Gurtner,
M.Sc. Barbora Starovicova

September 2023

**Berner Fachhochschule
Wirtschaft**
Institut Innovation & Strategic Entrepreneurship
Brückenstrasse 73
CH-3005 Bern

Telefon +41 31 848 34 00
wirtschaft@bfh.ch
www.wirtschaft.bfh.ch

Kontakt

Prof. Dr. Nadine Gurtner
Telefon +41 31 848 34 65
nadine.gurtner@bfh.ch

**Berner Fachhochschule
Architektur, Holz und Bau**
Institut für Werkstoffe und Holztechnologie
Solithurnstrasse 102, Postfach 6096,
CH-2500 Biel 6

Telefon +41 32 344 02 02
officebiel.ahb@bfh.ch
www.ahb.bfh.ch

Kontakt

M.Sc. Barbora Starovicova
Telefon +41 32 344 02 59
barbora.starovicova@bfh.ch

Inhaltsverzeichnis

1	Das Wichtigste in Kürze	5
2	Potentiale der Wiederverwendung von Bauteilen	6
3	Studienmethodik	7
4	Herausforderungen bei der Wiederverwendung	9
4.1	Anreizproblematiken	11
4.2	Informationsproblematiken	13
4.3	Planungsproblematiken	15
4.4	Umsetzungsproblematiken	17
4.5	Rückgewinnungsproblematiken	19
4.6	Rechtliche Problematiken	21
4.7	Zielkonflikte	23
5	Ansatzpunkte den Wiederverwendungskreislauf zu fördern	24
5.1	Verändertes Rollenverständnis der Akteur*innen der Bauindustrie	24
5.2	Anpassung von Infrastrukturen und Prozessen	29
5.3	Verbessern von externen Rahmenbedingungen	35
5.4	Erweiterung des Wertverständnisses von Bauteilen und -komponenten	38
6	Schlusswort	40
7	Interviewte Expert*innen	41
8	Quellen	42
9	Die Autorinnen	43



1 Das Wichtigste in Kürze

Die Berner Fachhochschule hat im Rahmen einer aktuellen Studie die Perspektiven der verschiedenen Akteur*innen der Bauindustrie hinsichtlich der Wiederverwendung von Bauteile und -komponenten aufgenommen. Die Studie zeigt: Das Interesse der Bauindustrie an der Kreislaufwirtschaft und der Wille diese voranzutreiben sind deutlich spürbar. Die Potentiale sind vielversprechend, aber die Herausforderungen auch komplex. Die Studie fasst die vielfältigen aktuellen Herausforderungen der Wiederverwendung von Bauteile und -komponenten aus der Akteur*innenperspektive zusammen und strukturiert die Vorschläge, diese anzugehen, in einige zentrale Ansatzpunkte.

Der Gebäudesektor in der Schweiz hat im Jahr 2021 11.66 Mio. t CO₂eq ausgestossen und damit einen Anteil von 25.8% an den totalen Treibhausgasemissionen der Schweiz (Bundesamt für Umwelt BAFU 2023b). Der Bausektor beschäftigte zudem im ersten Quartal 2023 16.2% aller Vollzeitäquivalente der Schweizer Wirtschaft (Bundesamt für Statistik 2023). Diese Zahlen prädestinieren die Bauindustrie als zentralen gesellschaftlichen Sektor und wichtigen Hebel zur Senkung der Treibhausgasemissionen. Wiederverwendung stellt eine Möglichkeit dar Ressourcenverbrauch und Emissionen durch längere Bauteillebenszyklen zu reduzieren und gleichzeitig Wertschöpfung zu erzielen.

Im Rahmen von 28 Interviews mit 35 Akteur*innen aus der schweizerischen Bauindustrie (z.B. Architektur- und Planungsbüros, Bau- und Rückbauunternehmungen, Bauteilbörsen und Kataster, Bauteilherstellenden, Verbände, Forschungsinstitutionen) konnten die folgenden Herausforderungen und Ansatzpunkte identifiziert werden.

- **Anreizproblematiken** bestehen durch geringe Zahlungsbereitschaften für und aufwendige Gewinnung von Reuse-Bauteile. Neben den monetären Anreizproblematiken braucht es für Wiederverwendung aktuell auch Risikobereitschaft und Mut, da solche Bauteile mit Unsicherheiten und potentieller Nichterfüllung aktueller Standards behaftet sind.
- **Informationsproblematiken** beschreiben die unzureichende Erfassung des Angebots und der Nachfrage für einen funktionierenden Markt. Informationen für Marktteilnehmende, wann und wo welche Bauteile in welcher Menge zur Verfügung stehen, fehlen.
- **Planungsproblematiken** entstehen durch anders ablaufende Prozesse wie Planung mit vorhandenen Bauteilen oder dem Suchen nach unbekanntem, passenden Bauteilen für einen bestehenden Entwurf.
- **Umsetzungsproblematiken** ergeben sich aus Transport- und Lagernotwendigkeiten durch die zeitliche und räumliche Diskrepanz zwischen Freiwerden und Einbau von Reuse-Bauteilen sowie fehlenden Implementierungswissen.
- **Rückgewinnungsproblematiken** umfassen den aufwendigen Rückbau durch mangelnde Zerlegbarkeit. Das steht oft in keinem guten Verhältnis zu den geringen Materialwerten.

- **Rechtliche Problematiken** beziehen sich auf Unklarheiten bezüglich Verantwortung sowie Unsicherheiten hinsichtlich der rechtlichen und normativen Möglichkeiten von Reuse-Bauteilen.

- **Zielkonflikte** ergeben sich aus konfliktären Nachhaltigkeitszielen wie Energiereduktion im Betrieb, ressourcenarmes Bauen oder flexible Umnutzung.

Um die Wiederverwendung voranzutreiben, kann an folgenden Punkten angesetzt werden:

- Ein **verändertes Rollenverständnis aller Bauakteur*innen** hinsichtlich dem Bewusstsein ihrer eigenen Rolle ist wichtig. Umsetzung von Reuse ist bereits im Kleinen möglich. Leuchtturmprojekte, kleine Piloten, angepasste Ausschreibungen und Geschäftsmodellangebote erhöhen die Sichtbarkeit des Themas und nehmen Unsicherheiten.

- Die **Anpassung von Infrastrukturen und Prozessen** ist notwendig. Dazu tragen eine verstärkte und einheitliche Digitalisierung des Angebots sowie einfacher Zugang zu Marktplätzen bei. Detaillierte Beschreibungen im Rahmen der SIA-Phasen sowie Leitfäden helfen Reuse einfacher umzusetzen. Die Art der Kreativität ändert sich und ergibt sich aus Vorhandenem.

- **Verbesserte externe Rahmenbedingungen** können Reuse attraktiver und einfacher machen. Dazu zählen klare Anforderungsdefinitionen und standardisierte Evaluationsprozesse für Reuse-Bauteile. Vor Neubau und Abbruch sollten Kreislaufoptionen geprüft werden und CO₂-Emissionen/graue Energie über den gesamten Lebenszyklus sollten in Entscheidungen einfließen.

- Ein **erweitertes Werteverständnis über die Bauteile** hilft zu verstehen, was die Nachfrageseite schätzt. Kleine private Nachfrager wollen eher individualistische Bauteile, grosse Nachfrager Standardisierungen. Qualität ist dabei entscheidend. Downcycling kann helfen Reuse in den Gang zu bringen. Angebot und Nachfrage müssen zusammenspielen. Ein vielfältiges, sichtbares und verfügbares Angebot (z.B. durch Reuse-Produktlinien) ist dabei genauso wichtig wie das Verlangen von Reuse (z.B. in Ausschreibungen).

2 Potentiale der Wiederverwendung von Bauteilen

Wohlgleich die «Kreislaufwirtschaft» in aller Munde ist, ist ihre Umsetzung in der Praxis noch in den Kinderschuhen. So sind nur ca. 10% der Schweizer Unternehmen aktuell substantiell in der Kreislaufwirtschaft tätig (Stucki and Wörter 2022). Im Vergleich zur Linearwirtschaft versucht die Kreislaufwirtschaft den Wert von Produkten und Materialien so lang wie möglich hoch und diese in Umlauf zu halten, um so Rohstoffeinsätze und Abfälle zu reduzieren (Bundesamt für Umwelt BAFU 2022). Produkte durchlaufen dabei kaskadisch verschiedene Nutzungskreisläufe, beginnend bei «inneren Kreisläufen» wie dem Teilen über das Reparieren/Erhalten hin zur Wiederverwendung und Wiederaufbereitung bis zum «äusseren Kreislauf», dem Recycling (Ellen MacArthur Foundation 2015; Lüdeke-Freund, Gold, and Bocken 2019). Je enger Produkte dabei im Kreislauf gehalten werden, desto höher bleibt ihr Wert und desto weniger Energie und Ressourcen werden für diese aufgewendet.

Die Kreislaufwirtschaft ist für die Bauindustrie besonders relevant, denn diese weist eine potentiell hohe Umweltbelastung auf (Stucki and Wörter 2022). Bautätigkeiten generieren das grösste Abfallaufkommen in der Schweiz und produzieren rund 57 Mio. Tonnen Aushub- und Abbruchmaterial und 17 Mio. Tonnen Rückbaumaterial pro Jahr (Bundesamt für Umwelt BAFU 2021). Gleichzeitig weist die Bauindustrie aber noch grosses Verbesserungspotential hinsichtlich Innovations- und Diffusionsgrad von Kreislaufaktivitäten auf (Stucki and Wörter 2022). Auch beschränken sich die Kreislaufwirtschaftsaktivitäten aktuell insbesondere auf das Recycling. Von dem Rückbaumaterial werden zwar 12 Mio. Tonnen wiederverwertet (Bundesamt für Umwelt BAFU 2022), diese jedoch in der Regel nur stofflich. Damit der Wert von Materialien und Produkten jedoch hoch bleibt und diese möglichst lang genutzt werden können, gilt es auch andere, innere Kreisläufe wie die Wiederverwendung zu fördern.

Wiederverwendung heisst, dass Produkte und Komponenten für den Zweck für den sie ursprünglich vorgesehen waren mit wenigen Veränderungen oder Aufwertungen wiedereingesetzt werden (Lüdeke-Freund, Gold, and Bocken 2019). Dabei versucht Wiederverwendung («Reuse») die Lebensdauer von Produkten zu verlängern und ist im Kontext dieser Studie nicht ganz trennscharf von anderen Prinzipien wie «Repair» (d.h. Reparieren defekter Produkte und Komponenten), «Refurbish» (d.h. Wiederherstellen des Produkts auf den aktuellen Stand), «Remanufacture» (d.h. Nutzen von Komponenten des Produkts für andere Produkte) und «Repurpose» (d.h. Nutzen des Produkts oder Komponenten für einen anderen Zweck) zu sehen (Potting et al. 2017).

Die Wiederverwendung im Bau anzustossen ist wichtig, denn das Bewusstsein für die Kreislaufwirtschaft ist durch die Dringlichkeit des Erreichens der Klimaziele gestiegen. Die gestiegene Relevanz schlägt sich auch in politischen Vorstössen nieder wie dem «Green Deal» auf europäischer Ebene, der zum Ziel hat, bis 2050 keine Netto-Treibhausgasemissionen mehr freizusetzen und u.a. ein kreislaforientiertes Design aller Produkte unterstützen will (Europäische Kommission 2019). Da die Schweiz mit dem europäischen Markt eng verknüpft ist, ist es wahrscheinlich, dass entsprechende Änderungen in der Bauprodukteverordnung oder die neuen europäischen Ökodesign-Richtlinie übernommen werden (Circular Hub 2023). Auf nationaler Ebene wurde beispielsweise die parlamentarische Initiative 20.433 «Schweizer Kreislaufwirtschaft stärken»

eingereicht (Das Schweizer Parlament 2023) und im Juni 2023 im Rahmen der Volksabstimmung das Bundesgesetz über die Ziele im Klimaschutz, die Innovation und die Stärkung der Energiesicherheit angenommen (Bundesamt für Umwelt BAFU 2023a). Kreislauf-fähigkeit hält also immer mehr Einzug in die Bauindustrie.

Wiederverwendung von Bauteilen und -komponenten kann dabei beitragen die Klimaziele zu erreichen. So hat beispielsweise das Projekt «Kopfbau K.118» in Winterthur des Baubüro's in Situ gezeigt, dass durch die Wiederverwendung erheblich graue Energie und Treibhausgasemissionen eingespart werden können (Stricker et al. 2021; Architekturbüro K. Pfäffli 2020). Auch haben die Corona-Pandemie und der Krieg in der Ukraine in den letzten Jahren aufgezeigt, dass es zu Ressourcenknappheit, Verfügbarkeitsengpässen, Lieferverzögerungen und höheren Materialpreisen im Bau kommen kann, die Wiederverwendung wiederum attraktiver machen können. Keine Wiederverwendung ist eher ein Luxusproblem der letzten Jahrzehnte. Wiederverwendung trägt aber nicht nur zu Klimazielen oder Abfederung von Krisen bei, sie hilft auch kulturell und geschichtlich relevante Architektur und Handwerkskunst zu erhalten. Anders als beim Erwerb von Neuteilen im Ausland wird auch durch den Ausbau, eine potentielle Aufbereitung und den Wiedereinbau von Bauteilen die lokale Wertschöpfung gefördert. Auch können zukünftig ökonomische Anreize mit der Wiederverwendung bestehen, beispielsweise wenn durch diese neue Geschäftsmodelle im Bau entstehen, geringere Materialkosten erzielt werden können, der höhere Gebäudewert («Buildings as a Material Mine») durch mehrere Lebenszyklen von Material bilanziert werden kann und grundsätzlich die Wiederverwendungsprozesse durch Erfahrungswissen, eine stärkere Verbreitung von Design for Disassembly, bessere Dokumentation und grössere Marktplätze effizienter werden.

Die Wiederverwendung von Bauteilen und -komponenten findet aktuell noch nicht grosszählig statt, sodass ihre ökologischen, ökonomischen und gesellschaftlichen Potentiale noch nicht ausgereizt sind. Entsprechend beleuchten wir hier die aktuell wahrgenommenen Herausforderungen der Wiederverwendung von Bauteilen und -komponenten aus Sicht der Bauindustrie sowie Ansatzpunkte, um die Wiederverwendung zu fördern.

3 Studienmethodik

Um die aktuellen Herausforderungen der Wiederverwendung in der schweizerischen Bauindustrie aus Sicht der unterschiedlichen Akteur*innen besser zu verstehen sowie Ansatzpunkte zur Förderung der Wiederverwendung zu beschreiben, haben wir eine qualitative Studie durchgeführt. Im Zeitraum zwischen Juli 2022 und Januar 2023 sprachen wir im Rahmen von 28 Interviews mit 35 Akteur*innen aus der schweizerischen Bauindustrie. Diese sind hauptsächlich bei Architektur- und Planungsbüros, Bauunternehmungen, Rückbauunternehmungen, Bauteilbörsen und Kataster, Bauteilherstellenden, Verbänden oder Forschungsinstitutionen tätig. Die halbstrukturierten Interviews haben insbesondere die bisherigen Erfahrungen mit Wiederverwendung thematisiert, die wahrgenommenen aktuellen Potentiale und Schwierigkeiten eruiert sowie die Eignung von Bauteilen und Geschäftsmodellen diskutiert.

Alle Interviews wurden aufgezeichnet, transkribiert und im Kontext der Analyse induktiv kodiert. Die Ergebnisse wurden von uns in zentrale Herausforderungen und Ansatzpunkte zusammengetragen. Das Projekt wurde intern durch die Berner Fachhochschule im Rahmen des Gefässes «Junior Scholars Program: BFH transversal» gefördert.



4 Herausforderungen bei der Wiederverwendung

Der Wiederverwendungskreislauf von Bauteilen und -komponenten in der Schweiz funktioniert aktuell nur schleppend, sodass man noch nicht von einem tatsächlich funktionierenden Markt sprechen kann. Die Ursachen hierfür sind vielschichtig und wurden umfassend durch unsere Expert*innen aufgedeckt.

Zentral ist dabei das Spannungsfeld zwischen Wiederverwendung aktuell verbauter Bauteile und Planung von Gebäuden für die zukünftige Entnahme von Bauteilen. Um einen massgeblichen Effekt auf die Klimaziele zu erzielen, muss Wiederverwendung eigentlich unmittelbar heute mit den existierenden Bauteilen im grossem Stil stattfinden. Aktuelle Gebäude sind jedoch nicht für Wiederverwendung konzipiert, was die Wiederverwendung heute aufwendig und ineffizient macht. Die Wiederverwendung in der Zukunft hingegen kann einfacher sein, weil wir heute Gebäude planen können, die sich dann vermehrt zurückbauen lassen und die für die Wiederverwendung geeignete Bauteile und Verbindungen enthalten. Ein Effekt für die Klimaziele lässt sich dann allerdings erst in ferner Zukunft realisieren.



«When we talk about reuse, we are talking about our existing building stock and the existing material mine and how do we get that and keep that in use. And we also recognize and acknowledge the value of planning for reuse. But given the climate emergency, pulling things out in 25, 50 or 60 years is not going to solve today's emergency. So it is not that we do not think it is important to design for disassembly or to have material passports where you know when you take it out what you do with it. But the time horizon of that does not match the urgency of the current situation.» Kate Bottrill



4.1 Anreizproblematiken

Wiederverwendung in der Bauindustrie wird aktuell insbesondere von Akteur*innen betrieben, die einen ökologisch und sozial nachhaltigen Beitrag leisten wollen oder einen symbolischen, künstlerischen Wert in alten Bauteilen sehen. Aktuelle Denkweisen und Anreize fördern eher eine Neuerstellung von Gebäuden und Bauteilen.

Das Problem beginnt bereits damit, dass vielen Akteur*innen in der Bauindustrie Wiederverwendung oder andere Prinzipien der Kreislaufwirtschaft wenig bewusst sind.

«Die Leute haben immer noch das Gefühl, Recycling sei Kreislaufwirtschaft. Kreislaufwirtschaft beginnt aber bereits bei der Projekt- oder Produktentwicklung. Recycling kommt erst ganz am Ende, wenn das Produkt sein Lebensende erreicht hat.» Daniel Kästli

Nachhaltigkeit und Energieeffizienz werden zwar verstärkt seit einigen Jahren betrachtet und gefördert, jedoch fehlt das Verständnis dafür Bauteile und Materialien möglichst lang im Kreislauf zu erhalten und dass Kreislaufwirtschaft über Recycling hinaus geht.

*«Oft kommen die Bauherrschaft oder die Architekt*innen zu uns und möchten etwas Gutes für die Umwelt machen. Der Holzbau ist damit gesetzt und bietet ideale Voraussetzungen hinsichtlich der Nachhaltigkeit. Die ergänzende Betrachtung im Sinne der Kreislaufwirtschaft ist neben der Materialwahl logisch und geht noch einen Schritt weiter.» Daniel Müller*

Dies äussert sich zum Beispiel darin, dass Baustandards und Zertifizierungen wie Minergie vor allem auf Energieeffizienz im Betrieb fokussieren und Anreize deshalb eher in Richtung energieeffizienten Neubaus signalisiert werden.

Seit dem industriellen Zeitalter hat sich zudem die Denkweise durchgesetzt, dass «Neu» besser, also qualitativer und langlebiger, ist. Kund*innen sind nicht bereit für Altes gleich viel oder gar mehr wie für Neues zu zahlen. Entsorgung von Altem und Erwerb von Neuem sind heutzutage einfach und kostengünstig. Materialpreise sind niedrig und spiegeln in ihren Preisen Externalitäten wie graue Energie nicht wieder. Altes wird als Abfall und nicht als Ressourcen betrachtet. Zudem sind wiederverwendete Bauteile in der Regel nicht günstiger und sogar teurer durch den zusätzlichen Aufwand bei Entnahme, Aufbereitung und Organisation, insbesondere durch das hohe Lohnniveau in der Schweiz. Anreiz besteht aber für die meisten Wirtschaftsakteur*innen nach wie vor nur durch die Kriterien Preis und Kosten.

«Früher wurden Reuse-Materialien viel mehr eingesetzt: In der Sägerei meines Grossvaters wurde neben neu eingeschnittenem Holz auch mit Reuse-Holz gehandelt. Holz von Gebäudeabbrüchen wurde zurückgenommen, sortiert, eingelagert und wieder verkauft. Da früher Baumaterialien im Vergleich zu den Löhnen viel teurer waren hat sich dies gerechnet. Heute ist das Kostenverhältnis zwischen Material und Arbeitsstunden umgekehrt, der monetäre Anreiz für Reuse fehlt.» Lukas Rügsegger

Alternative Kriterien wie die verbrauchte graue Energie oder der CO₂-Ausstoss über den gesamten Lebenszyklus hinweg, d.h. inklusive Entsorgung oder zweiter oder dritter Lebenszyklen, dienen selten als Entscheidungsgrundlage. Bauherrschaften beispielsweise denken eher kurzfristig und betrachten Erstellungskosten, eventuell Betriebskosten jedoch selten Lebenszykluskosten, die beispielsweise beim Abbruch entstehen und durch mehrere Lebenszyklen geringer sein könnten.

Aktuell bleibt die Nachfrage nach wiederverwendeten Bauteilen und -komponenten durch Bauherrschaften, Investor*innen und Bestellende klein; da diese jedoch die Zahlenden sind, richten sich die anderen Akteur*innen in der Bauindustrie nach diesen und sehen oft dort die Verantwortung.

*«Der Kunde ist König. Es fängt bei Kund*innen an. Ich denke, da muss gesamtheitlich ein Umdenken stattfinden. Wir gehen ja auch auf das Bedürfnis von Kund*innen ein. Und einen gewissen Anteil können wir bringen, dass wir das vielleicht ein bisschen unterstützen oder steuern können. Aber letzten Endes sind es die Kund*innen, die dann entscheiden. Ich denke da ist in erster Linie, wo angesetzt werden muss, dass Kund*innen sich auf so etwas einlassen oder besser unterstützt werden.» Sonja Arnold*

Beispielsweise berücksichtigen Ausschreibungen und Wettbewerbe nur in Ausnahmen Wiederverwendung; entsprechend fehlt Architekt*innen der Anreiz, wenn sie durch Wiederverwendung keine Wettbewerbe gewinnen können und gleichzeitig erhöhten Aufwand hätten. Neben den monetären Anreizproblematiken braucht es für Wiederverwendung aktuell auch Risikobereitschaft und Mut, da solche Bauteile mit Unsicherheiten und potentieller Nichterfüllung aktueller Standards behaftet sind. Grossinvestor*innen wollen zudem keine individuellen, zusammengewürfelten Einzelstücke, sondern benötigen viele Bauteile gleicher Art.



4.2 Informationsproblematiken

Ein wichtiger Grund, warum der Markt für wiederverwendete Bauteile und -komponenten schleppend läuft, sind die mangelnden Informationen für Marktteilnehmende, wann (zeitlich) und wo (räumlich) welche Bauteile in welcher Menge zur Verfügung stehen. Wo gleich die digitale Inventarisierung von neuen und bestehenden Gebäuden zunimmt, ist diese aktuell zu wenig umfangreich, als dass das Angebot sichtbar und die Suche nach Bauteilen weniger aufwendig wird. Gebäude im Bestand zu erfassen, birgt zudem Herausforderungen mit sich, da bei Begehungen zur Bestandsaufnahme nicht alle Bauteile sichtbar sind und Bestandshochrechnungen eher für Material als (verbaute und nicht sichtbare) Bauprodukte möglich sind. Neben der Inventarisierung von verbauten Komponenten und Materialien fehlt zudem die temporale Perspektive, die eine systematische Erfassung von geplanten Abrissen und Neubauten erfordert.

«Also ich bin grundüberzeugt ohne gute Dokumentation wird in der Realität keine Wiederverwendung oder Verwertung in der breiten Masse stattfinden, weil es sonst super aufwendig ist: Gebäude begehen, Wände anbohren, Füge-Techniken sich anschauen. Das dauert alles so lange und kostet so viel. Keine Bauherrschaft oder nur ganz, ganz wenige Bauherrschaften haben das Geld und die Musse, so was umzusetzen.» Patrick Bergmann

Bauteilbörsen nehmen aktuell eine wichtige Rolle ein Angebot und Nachfrage zusammenzubringen; hier betonen jedoch einige Expert*innen die bisher nicht standardisierte Datenstrukturen über die Börsen hinweg sowie Unklarheiten über die Ebene der Dokumentation (Material, Baukomponenten, Bauteil). Aktuell ist das Angebot zu gering, als dass professionelle Bauherrschaften in ausreichender Menge damit planen können und nachfragen würden.

«Ich glaube in einem ersten Schritt muss die Plattform so aufgebaut sein und funktionieren, dass sie auch mit einer grösseren Menge umgehen kann. Es braucht sicher auch Klärung zur Frage nach einer gewissen Standardisierung und Normierung wie Bauteile erfasst werden – welche Daten alle notwendig sind.» Daniel Jaegle

Selbst wenn Informationen über die Verfügbarkeit von Bauprodukten vorliegen, fehlen häufig Informationen über die Bauprodukte selbst: Qualität, Eigenschaften, potentielle Schadstoffe und Alterung sind häufig mit Unsicherheit behaftet und erfordern eine Evaluation. Hier bleibt bisher unklar wie solche Evaluationen und Prüfungen erfolgen können, insbesondere für sicherheitsrelevante Produkte.



4.3 Planungsproblematiken

Für die Bauakteur*innen, insbesondere Architekt*innen und Planende, erfordert Wiederverwendung aktuell einen höheren Planungsaufwand. Da das Angebot wenig sichtbar ist, müssen sie diese Bauteile aktiv suchen und entsprechend teurer wird das Unterfangen für die Bauherrschaft. Da das Salär von Architekt*innen von der Bausumme abhängig ist, gibt es keinen finanziellen Anreiz Material zu sparen.

Die Planung läuft zudem mit wiederverwendeten Bauteilen anders ab, da entweder der Entwurf schon vorhandene Bauteile einbezieht oder für einen bestehenden Entwurf passende, aber oft noch unbekannte Bauteile gesucht werden müssen. Bei letzterer Variante bestehen zudem grosse Unsicherheiten, ob ein passendes Bauteil gefunden werden kann. Baugenehmigungen erfordern häufig das Bekanntsein aller Bauteile – was jedoch in dem Fall kaum möglich ist. Behörden sind hier wenig flexibel bisher. Wenn mit bestehenden Bauteilen geplant wird, müssen diese dann bereits in der Planungsphase erworben und gelagert werden, was zu Vorfinanzierungsproblemen führen kann.

«Also das ist so ein Spannungsfeld. Entweder ich fixiere heute das Material, kann einen Plan machen, den ich in ein Baugesuch eingeben kann, bin aber nicht sicher, ob das dann gutgeheissen wird. Wenn ich aber wegen diesem Risiko noch nichts kaufen will, dann klemmt es dann auch häufig bei der Genehmigung, weil die Leute sagen 'wir wollen aber wissen, was ihr dann verbauen wollt'. Also wir drehen uns ein bisschen im Kreis.» Karin Sidler

Auch sind diese oft recht individuell, sodass der Entwurf um ein Bauteil geplant werden muss. Die Planung ist entsprechend komplex und erfordert ein sehr zeitiges Denken an Wiederverwendung – etwas, was in der Praxis jedoch oft zu spät erfolgt.

Letzendes ist die Arbeit mit wiederverwendeten Bauteilen ein Ansatz, der bestehende Routinen und Denkweisen aufbricht.

*«Wenn die Architekt*innen in der Planungsphase nicht an Kreislaufwirtschaft denken, dann kannst du noch ein bisschen Pflasterli-Politik machen. Aber die grossen Hebel, Dinge wie Zerlegbarkeit, die sind dann eigentlich schon verloren gegangen. Und dann kommen auch Architekt*innenwünsche ins Spiel. Dass es ja auch optisch toll aussehen muss und ein bisschen die Handschrift des Architekten/ der Architektin tragen, beispielsweise. Und sie sind dann auch nicht unbedingt total Fan von der Idee,*

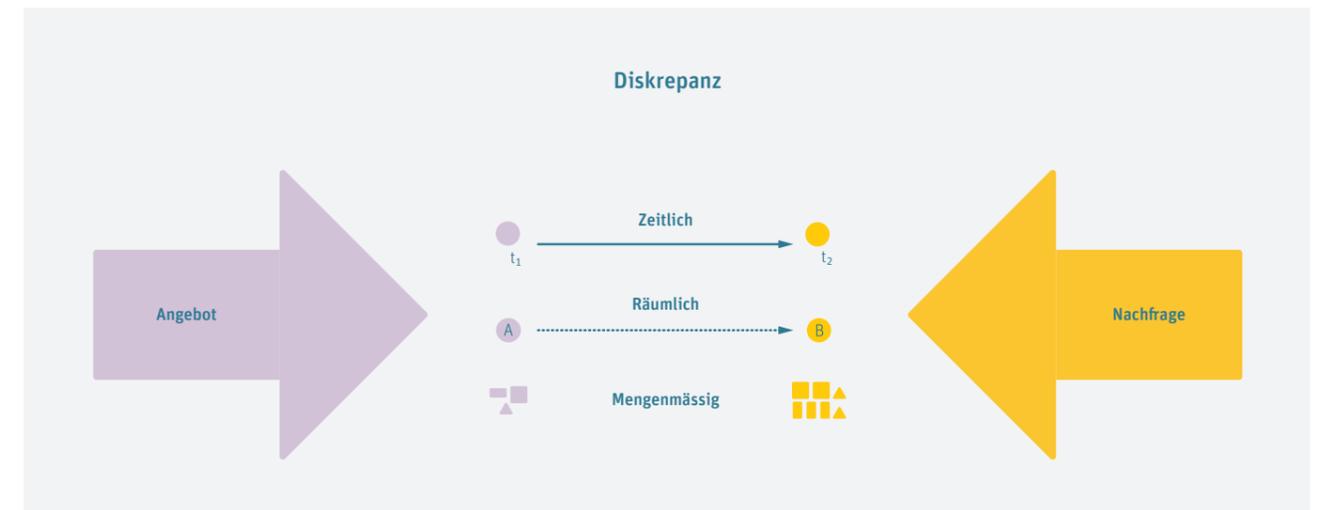
dass wir da jetzt unterschiedlich aussehende Bauelemente reinpacken, weil das dann vielleicht erfordert, dass eine Wand zehn Zentimeter dicker sein muss oder eine Ausbuchtung hat oder solche Geschichten.» Antonia Stalder

Die Expert*innen merken an, dass Architekt*innen in der Regel einen hohen Wert auf Design legen und die Arbeit mit wiederverwendeten Bauteilen zum Teil die Gestaltungsfreiheit beschränken kann, beispielsweise wenn wiederverwendete Decken aufgrund von Ertüchtigungen dicker sind.

*«Das frühere Desinteresse am Thema Weiterverwenden von Häusern hat auch damit zu tun, dass es für Architekt*innen weniger ein Brillieren an wahnsinnigen Entwürfen ist. Es gilt sich ein bisschen zurücknehmen weil bereits Substanz und Qualitäten vorhanden sind!*

Die Basler Architektin Barbara Buser wurde zuerst verunglimpft, sie sei gar keine Architektin, einfach Bauteile wieder-/weiterverwenden... das sei keine 'richtige' Architektur. Seit ein paar Jahren erst ist Barbara Buser vollständig anerkannt, auch in den Architektur-Medien. 2021 bekam sie endlich den verdienten Lehrstuhl an der ETH. Sie hat einen ganz langen Atem gebraucht um anzukommen... Chapeau!» Peter Schürch

Rückbaubarkeit wird zudem aktuell in Ausschreibungen und Planungen nicht verlangt. Zudem bestehen noch weitere Planungsproblematiken, wie die vorherrschende Unklarheit wann Wiederverwendung von wem ausgeschrieben werden muss.





4.4 Umsetzungsproblematiken

Die Umsetzung von Bauprojekten mit wiederverwendeten Bauteilen wird durch die zeitliche und räumliche Diskrepanz zwischen Freiwerden des Bauteils beim Rückbau und Wiedereinbau des Bauteils im Neu- oder Umbau erschwert. Zwischenlagerung und Transport sind notwendig, wenn der Wiedereinbau zeitlich nicht unmittelbar und nicht am gleichen Ort erfolgt. Lagerung jedoch ist nicht nur teuer und platzinnehmend, sie eignet sich auch nicht für sehr grosse Bauteile. Wenn nicht alle Bauteile gelagert werden können und ein «Just-in-Time» Bezug von Bauteilen nicht möglich ist, wird die Angebotsvielfalt dezimiert, da sich entsprechend nur auf bestimmte Bauteile für die Lagerung beschränkt wird. Zudem verfügen nicht alle Akteur*innen über eigene Lagerflächen, sodass auch unklar bleibt welche dafür genutzt werden können.

*«Die Herausforderung ist die Skalierung. Für ein Gebäude mit drei Wohnungen findet man vielleicht Bauherrschaften bzw. Käufer*innen, die sich mit drei verschiedenen WCs abfinden könnten. Institutionelle Investor*innen jedoch möchten sicher in ihren 150 Wohnungen 150 Mal die gleiche Ausstattung. Hier sprechen wir auch von Garantieleistungen und Unterhalt. Da geht es um die Immobilie als Wertanlage und Renditeobjekt, da will man keine gebrauchten Sachen in den Wohnungen haben.» Harald Schroedl*

Resultierend aus dem angesprochenen Informationsproblematiken und dem beschränkten Angebot findet Wiederverwendung eher im Kleinen und bei privaten Bauherrschaften statt. Für professionelle Bauherrschaften sind zu wenig passende und gleiche Bauteile vorhanden, die jedoch beispielsweise aufgrund der Unterhaltspflege grösserer Gebäude notwendig wären – der Unterhalt wird komplizierter je mehr unterschiedliche Bauteile verbaut werden und je unterschiedlicher deren Alter ist. Die Umsetzung erfolgt deshalb aktuell nicht grösserskalig.

«Es gibt grosse Firmen, die aufgrund der Nachhaltigkeitsziele eben Interesse daran haben. Nur umsetzbar ist es nicht, weil das Volumen des Angebots viel zu gering ist und viel zu fragmentiert und der Aufwand dazu zu gross ist, das wirklich in professionelle Planung zu integrieren.» Karl Martin

Es fehlt zudem an Erfahrungswissen über die erneute Implementierung von wiederverwendeten Bauprodukten. Dieses Wissen baut sich auch nur langsam auf, da die Planungszyklen im Bau sehr lang sind. Die Umsetzung ist nicht effizient in ihren Prozessen, da sie wenig routiniert ist und entsprechen aufwendiger. Aktuell erfordert die Umsetzung viel spezialisiertes Wissen und kann deshalb auch nicht von allen Akteur*innen beliebig umgesetzt werden.



4.5 Rückgewinnungsproblematiken

Das Wiederverwenden von Bauteilen ist aktuell auch deshalb kaum grosskalig möglich, weil die bestehenden Gebäude nicht auf Rückbaubarkeit ausgelegt sind. Bauteile sind beispielsweise verbunden und gehen beim Rückbau kaputt.

«Je älter ein Gebäude ist, desto einfacher ist es; je neuer desto schwieriger wird es. Mit der heute verbreiteten Kompositbauweise sind wir definitiv auf dem Holzweg. Alles wird verklebt und kann nicht mehr demontiert werden. Entsprechend wird Reuse bei solchen Gebäuden schwierig werden.» Daniel Eberhard

Selbst bei solchen Gebäuden, die dem Design for Disassembly folgen, können in der praktischen Rückbauphase Schwierigkeiten entstehen (z.B., wenn bei geschraubten Verbindungen Gewinde nicht rausdrehbar sind).

Der Rückbau für Wiederverwendung ist zeitlich zudem aufwendiger und teurer als Abbruch für die Deponie und steht oft in keinem guten Verhältnis zu den relativ geringen Materialwerten; der Wert von Rückbauteilen wird zudem oft gar nicht erst angeschaut.

«Die Rückbauenden haben hohen finanziellen und zeitlichen Druck. Sie müssen sehr schnell zurückbauen, bevor das nächste Projekt kommt. Sie sind meistens unter Druck. Für sie ist auch der Preis der Materialien nicht so interessant, dass es sich lohnt den Aufwand zu betreiben vorsichtig rückzubauen und die Materialien zu trennen.» Christelle Ganne-Chedeville

Der Rückbau ist deshalb fast ausschliesslich – neben der Deponie – auf Recycling beschränkt.

Der Rückbau wird auch erst oft spät und möglichst niedrigpreisig ausgeschrieben, sodass Rückbauende kaum Spielraum für den aufwendigeren Rückbau für Wiederverwendung haben. Ob Wiederverwendung eines Bauteils dann möglich ist, lässt sich oft nur ad hoc auf der Baustelle beurteilen. Die Beurteilung und fachgerechte Demontage erfordert Erfahrungswissen, sodass am Ende die Wiederverwendung von den tätigen Rückbauenden abhängt.

«Es gibt ganz viele Materialien, die lassen sich erst während dem Rückbau wirklich demontieren. Und da ist die grösste Herausforderung eigentlich der Maschinist, der entscheiden kann 'Jetzt Stopp, jetzt diese und diese Massnahmen, damit wir diese Bauteile wirklich so trennen können und ans Lager nehmen können, dass man die wiederverwenden kann.' Das braucht ein Klick mit der Hand und dann ist es vorbei.» Martin Hiltbrunner

Auch führt die schwierigere Rückbauarbeit dazu, dass wenn Bauteile für Wiederverwendung rückgebaut werden, dies die einfach ausbaubaren Bauteile betrifft – aber nicht zwangsläufig die, die am meisten CO₂-Einsparungspotential bergen. Wenn den Rückbauenden die weitere Anwendung des Bauteils beim Wiedereinbau nicht klar ist, können sie auch nicht genau beurteilen, ob das Bauteil brauchbar ist bzw. wissen auch nicht, ob das Bauteil gesamthaft oder nur in Komponenten gebraucht wird. Letztlich sind Hersteller der Bauteile oft auch gar nicht für die Aufbereitung der Bauteile offen, da deren Prozesse darauf nicht ausgelegt sind und der Fokus auf dem Verkauf neu produzierter Bauteile liegt.

*«Teilweise sind Projektpartner*innen gar nicht so über Wiederaufbereitung erfreut. Ich habe zum Beispiel in einer Sägerei angefragt, wie es aussieht, wenn sie das Holz geliefert kriegen würden. Sie müssten es nochmal durch die Säge lassen, bearbeiten und hobeln. Und Antwort war, dass sie eigentlich kein Interesse daran haben. Das ist wahrscheinlich einfach eine Lohnarbeit für sie und nicht wirklich interessant. Es passt gerade nicht in den Kreislauf und die Prozesse ihrer Firma.» Kevin Straub*



4.6 Rechtliche Problematiken

Wo gleich kein Gesetz Wiederverwendung direkt verbietet, gibt es bei den Akteur*innen in der Bauindustrie grosse Unsicherheiten hinsichtlich der rechtlichen und normativen Möglichkeiten. Dies beginnt damit, dass die Haftung und Verantwortung für das Bauteil zwischen Ausbau und Wiedereinbau als unklar wahrgenommen wird. Auch nach Wiedereinbau gibt es häufig keine von vielen jedoch gewünschte Garantie auf die Bauprodukte. Ebenso gelten beispielsweise Brandschutzzertifikate nicht mehr nach Ausbau.

«Also zurzeit ist in den aktuellen Vorschriften überhaupt nichts vorgesehen, dass du Brandschutzprodukte wiederverwenden könntest. Da gibt es nichts. Aus diesem Grund werden dann auch oft einfach neue Brandschutztüren eingebaut oder die Türen werden nicht mehr als Brandschutztüren verwendet. Anderswo kannst du sie ja einsetzen. Denn das Problem ist, dass die Bauteile keine gültige Leistungserklärung oder VKF-Zulassung mehr haben, wenn du sie ausbaust und dann irgendwo wieder einbaust.» Harald Brühlhart

Bauherrschaften und Bauunternehmungen sind selten gewillt diese Unsicherheiten auf sich zu nehmen und das potentielle Risiko zu tragen.

Ein grundlegendes Problem ist, dass aktuelle Normen, Verordnungen und Gesetze in der Regel auf Neubau und ortsfesten Bestand ausgelegt sind und keine Aussagen bezüglich der Wiederverwendung an einem anderen Ort treffen. Wiederverwendeten Bauteile erfüllen oft die Anforderungen an neue Bauteile (z.B. Energieeffizienz) nicht und es bleibt unklar, ob es Abweichungen von den Anforderungen wie bei Bauteilen im Bestand geben darf.

«Es gibt rechtlich einen grossen Unterschied zwischen ortsfestem und demontiertem Bestand. Ortsfester Bestand geniesst Bestandsschutz. Das heisst, je nach Eingriffstiefe können auch Bauteile, die den aktuellen Normen und Standards nicht mehr ganz entsprechen, erhalten bleiben, wenn keine übergeordneten Interessen wie z.B. die Sicherheit tangiert sind. Sobald ein Bauteil aber demontiert wird, ist es plötzlich wieder ein Produkt, das sich mit neuen Produkten vergleichen lassen muss. Das ist eine Situation, die die Wiederverwendung erschwert.» Eva Stricker

Auch wenn der rechtliche Rahmen Wiederverwendung hergibt, fehlen Anwendungsübersetzungen und Leitlinien für die Akteur*innen in der Bauindustrie, aber auch für Behörden wie diese mit wiederverwendeten Bauteilen umgehen sollen. Wiederverwendung von Bauteilen oder die Reduktion von grauer Energie und CO₂-Emissionen wird auch nicht gesetzlich im Bau verlangt, sodass hier auch kein Zwang besteht auf diese Kriterien zu achten.



4.7 Zielkonflikte

Schlussendlich kann die Wiederverwendung nicht isoliert betrachtet werden und muss im Kontext mit anderen Nachhaltigkeitszielstellungen gesehen werden. Im schlimmsten Fall entstehen Zielkonflikte zwischen der Wiederverwendung und anderen Anforderungen des nachhaltigen Bauens.

Beispielsweise sind einige alte Baukomponenten, wie Fenster, oft weniger energieeffizient, sodass die Wiederverwendung hier in Konflikt mit Energiereduktionszielen im Betrieb stehen kann.

«Bei den Fenstern sehe ich es als sehr schwierig an, weil wo will man die dann wiederverwenden? Dann müsste ich ja bauen können mit alter Technologie. Dann müsste ich ja irgendwie die Baubewilligung erhalten mit schlechteren Nachweisen und mit einer Kompensation. Aber das wäre ja die einzige Möglichkeit. Weil wenn der Energie-Nachweis sagt ich muss so und so gut sein, dann muss ich auf neue Materialien oder neue Technologie setzen und kann nicht alte einsetzen.» Christian Baumgartner

Wenn zudem Bauteile ertüchtigt werden müssen, kann dies dem Prinzip des ressourcenärmeren Bauens entgegenstehen. Auch sollte Wiederverwendung nicht nur um des Wiederverwendens Willens betrieben werden; insbesondere, wenn dadurch zu früh Bauteile entnommen werden, die eigentlich noch in Bestand bleiben könnten und somit Kreisläufe unnötig früh unterbrochen werden. Es sollten auch keine Bauteile wiederverwendet werden, die eine schlechte Qualität aufweisen und in Zukunft nicht rückbaubar sind oder sogar grössere Probleme bei der Entsorgung aufweisen. So würde die Verantwortung für problematische Bauteile nur auf zukünftige Generationen abgewälzt werden. Hier kann die Wiederverwendung auch dem Suffizienzgedanken entgegenstehen, der dem Prinzip folgt weniger aber dafür mit höherer Qualität und längerer Lebensdauer zu erschaffen.

Da viele aktuell verbauten Bauteile und -komponenten nicht für Wiederverwendung konzipiert wurden, muss auch stets das Wiederverwenden mit dem Ressourcen- und Energieaufwand für die Rückgewinnung, Wiederaufbereitung und Logistik betrachtet werden. Die Wiederverwendung der Bauteile muss auch im Lichte des Gesamtgebäudes angeschaut werden: steht Wiederverwendung durch den häufigen individuellen Charakter von Bauteilen zukünftiger flexiblerer Umnutzung der Gebäude im Weg oder beeinträchtigen diese sogar die Nutzungs- und Funktionsweise von Gebäuden?

«Und wir haben ja auch die Nutzungsfreiheit, dass man eigentlich Räume, die man baut, auch mit ganz wenig Aufwand für andere Nutzungen bereitstellen können muss. Und je mehr wir dann so spezialindividuelle Teile in so grosse Räume einbauen, desto schwieriger wird dieses Thema. Und dann fragt man sich, 'Was ist dann nachhaltiger? Ein individuelles Gebäude oder ein möglichst flexibles Gebäude, das auch repetitiv arbeitet?« Jasmin Brunner

«Ungeeignete» Wiederverwendung kann somit sogar negative Konsequenzen für Ressourcen- und Energieverbrauch, CO₂-Emissionen und Langlebigkeit haben und dann das Vertrauen in die Wiederverwendung als einen geeigneten Ansatz zum Erreichen von Klimazielen erschüttern.

5 Ansatzpunkte den Wiederverwendungskreislauf zu fördern

24 Durch die Expert*innen-Interviews konnten wir insbesondere vier Bereiche definieren, die angegangen werden müssen damit der Wiederverwendungskreislauf in der Schweizer Bauindustrie besser funktioniert: (1) ein verändertes Rollenverständnis der Akteur*innen der Bauindustrie, (2) Anpassung von Infrastrukturen und Prozessen, (3) Verbessern von externen Rahmenbedingungen und (4) Erweiterung des Wertverständnisses von Bauteilen und -komponenten.

5.1 Verändertes Rollenverständnis der Akteur*innen der Bauindustrie

Die Umsetzung von Wiederverwendung ist in der Praxis keine verbindliche Vorgabe. Die Freiheit wiederverwendete Bauteile zu nutzen, bringt auch Unsicherheit und Verantwortung mit sich. Aktuell findet Wiederverwendung oft nur durch mutige Pioniere statt. Damit diese jedoch im grösseren Stil funktioniert und in wirtschaftliche Strukturen umgesetzt werden kann, können alle Akteur*innen in der Bauindustrie bereits jetzt einen Beitrag leisten – wenn sie sich ihrer Rolle bewusst werden.

Dabei gilt auch zu beachten, dass die Akteur*innen im Rahmen der Wiederverwendungskette voneinander abhängig sind und für deren Funktionieren Zusammenarbeit und Kommunikation zentral sind. Die Transformation hin zu einer skalierbaren Wiederverwendung benötigt deshalb eine verstärkte Versetzung zwischen den Akteur*innen in der Bauindustrie, Wissenstransfer zwischen Forschung, Lehre und Praxis als auch das Zeigen von Umsetzungsbeispiele. Viele Umsetzungen im Kleinen können auch dazu beitragen, dass sich Denkweisen ändern und langfristig ein neues «Normal» – nämlich Bauen mit Wiederverwendung – entsteht.

«Wenn ich darüber rede, es öffentlich mache und darüber diskutiere, dann fangen die Leute an zu überlegen und sagen, 'Oh, was passiert denn jetzt und was wird daraus in fünf Jahren? Kann ich in Zukunft mit meiner konventionellen Bauweise noch am Markt bestehen, oder muss ich mich dem stellen?' Irgendwann bekommt das Thema ein Momentum und Geschwindigkeit, das wie ein Schneeball den Berg herunterrollt. Irgendwann ist das so gross, dass man das Ding nicht mehr übersehen kann und dann bleibt man dran kleben, oder bleibt auf der Strecke.» Christian Gerke

Viele Expert*innen sehen aktuell den grössten Stellhebel bei der Bauherrschaft (d.h. öffentliche Hand, professionelle und private Bestellende), denn diese fragt Wiederverwendung nach und trägt letzten Endes die finanzielle Last. Für viele professionelle Bauherrschaften kann dies zukünftig ein relevantes Thema sein, denn das Interesse der Schweizer Bevölkerung für die Transformation von der Linear- zur Kreislaufwirtschaft steigt. Die Bauherrschaft ist entsprechend angehalten Risikofreude zu zeigen und auch unter den aktuellen Unsicherheiten Bauteile und -komponenten wiederzuverwenden und als Beispiel voranzugehen. *Private Bauherrschaften* sind hier vielleicht besonders offen, weil sie nicht so viele gleiche Komponenten wie professionelle Bauherrschaften mit grossen Objekten benötigen.

«Und ganz wichtig: wir brauchen die entsprechende Nachfrage von vielen Überzeugungstäter*innen von Kund*innen, die das einfach wollen, weil es Sinn macht. Damit die notwendigen Lösungen

skalieren können, braucht es neue Business Modelle und Rahmenbedingungen; sonst wird die Nachfrage nicht genügend stimuliert. Mit den neuen Lösungen muss Geld verdient werden können; sonst wird es nicht funktionieren» Reto Largo

Auch die öffentliche Hand sollte vorangehen und in der öffentlichen Beschaffung und Ausschreibungen für ihre Bauten Kriterien für zirkuläres Bauen aufnehmen. CO2-Emissionen, graue Energie oder Wiederverwendungsanteile sollten dabei nicht nur «Nice-to-have» sein, sondern die Ausschreibungsergebnisse signifikant bestimmen. Leuchtturmprojekte, wie das neue Recyclingzentrum Juch-Areal der Stadt Zürich (Stadt Zürich 2023), können hier Sichtbarkeit für Wiederverwendung erzeugen. Letzten Endes kann aber die Nachfrage allein nicht der einzige Stellhebel sein.

«I think it's from the very beginning in the description of what is needed emphasizing re-use. Because if all of the people that are going for the competition or the plan have to do it, then they find a way. If you only put it as an option that some innovators have to put it, then they're going to be more complicated and more expensive and they're already on the back foot. So I would rather start very strategically at the level of do we need a building? And then if we have a building, how do we frame our requests in such a way that we put that in there?» Kate Bottrill

Das Bewusstsein, dass Wiederverwendung eine Möglichkeit ist, sollte auch von Architekt*innen und Planenden an die Bauherrschaft herangetragen werden. Diese müssen nicht nur Offenheit gegenüber Wiederverwendung zeigen, sondern auch der Bauherrschaft rechtzeitig diese Optionen vorschlagen. Wiederverwendung kann dabei auch im kleinen, realistischen Mass pilotiert werden. Auch kann das Einbinden von Wiederverwendung für Architekt*innen aktuell ein profilierendes Alleinstellungsmerkmal sein, das zukünftig mit mehr Erfahrungswissen potentiell auch wirtschaftlich attraktiv ist. Vertrauen und Commitment zwischen den Akteur*innen, insbesondere Bauherrschaft und Architekt*innen, ist dabei zentral. *Verbände und Hochschulen* können an der Stelle auch das Bewusstsein für Wiederverwendung der (zukünftigen) Architekt*innen und Planenden durch Kommunikation und Weiterbildungen erhöhen sowie konkrete Anleitungen für deren Umsetzung geben. Bewusstsein für Material und Design for Disassembly lässt sich insbesondere durch konkretes Erleben am besten fördern. Es könnten zudem konkrete Qualifikationsprogramme zur Wiederverwendung im Bau angeboten werden.

«Wenn wir mit Studierenden Rückbau-Workshops in minder geeigneten Gebäudetypen machen, ist die pädagogische Hoffnung, dass sie Frustration durchleben, wenn es ihnen nicht gelingt, ihre Lieblingsbauteile zu demontieren. Irgendjemand hat alles verklebt, nicht an morgen gedacht, sondern nur bis zu dem ersten Tag des

Einzugs.« Die Studierenden sollen aus dieser Erfahrung die Erkenntnis ableiten ‚So kann es nicht sein, ich muss das anders und besser machen.‘ Und das ist ja eigentlich das, wo wir alle hinwollen.» Kerstin Müller

Von Behörden und Prüfinstitutionen wird von der Bauindustrie eine gewisse Offenheit und Flexibilität erwartet auch jetzt schon aktuell bestehende Regelungen und Spielräume zugunsten von Wiederverwendung auszulegen. Zukünftig könnten Prüfinstitutionen Rezertifizierungen (z.B. für sicherheitsrelevant Produkte) anbieten und Behörden konkrete Richtlinien für wiederverwendete Bauteile haben.

Die Angebotsseite kann auch die Nachfrage anregen, indem sie Möglichkeiten für die Wiederverwendung eröffnen. Zudem muss die Bauindustrie auch parat sein, wenn die Nachfrage nach Wiederverwendung steigt und Akteur*innen der Bauindustrie könnten sich jetzt schon einen Innovationsvorsprung sichern in dem sie aktuell Wiederverwendung stärker fokussieren. So können Bauteilherstellende Geschäftsmodelle und Produkte entwickeln die zukünftige Wiederverwendung ermöglichen oder direkt schon wiederverwendete Bauteile anbieten.

«Was häufig vergessen geht, ist der Aspekt, dass darin auch Wertschöpfung steckt. Unternehmende z.B. eine Schreinerei, die Bauteile ausbauen, aufbereiten und wieder einbauen, erbringen einen Mehrwert und verdient damit etwas. Das ist ebenfalls ein Aspekt der Wiederverwendung – da geht es um Wertvorstellung um sozialen Wert. Wir müssen uns klar sein darüber, wo wir wollen, dass unser Geld oder unsere Investition hinfließen.» Daniel Jaegle

Hier bieten sich Geschäftsmodelle im Rahmen von «Bauteile-as-a-Service» bzw. Mietmodellen an. So könnten Bauteile zwar zum Verkauf, aber mit Wartungsvertrag und späterer Rücknahmepflicht angeboten werden, die dann bei Rücknahme einer Reuse-Produktlinie zugeführt werden könnten. Beim Mietmodell würde kein Eigentümer*innenwechsel des Bauteils stattfinden. Solch eine 'Verantwortung aus einer Hand' löst Problematiken wie die Langlebigkeit und Hochwertigkeit von eingesetzten Materialien und damit Garantieprobleme, Eignung für Design for Disassembly & Repair und Verfügbarkeit von Produktinformationen da Herstellenden dann ein grosses Interesse an der Wiedereinsetzbarkeit ihrer Produkte haben.

«Ich könnte mir ganz gut vorstellen, dass es eine Linie gibt mit wiederverwendeten Materialien. Das andere ist, dass wir uns Überlegungen machen, ob es Möglichkeiten gibt wie wir dies selber wiederverkaufen könnten. Wenn wir dann so weit sind, dass wir die relativ einfach in der Systemtrennung trennen können, dann kann es gut sein, dass wir so ein Modell haben, wo wir sagen, wir nehmen das, wenn ihr rückbaut, wirklich zurück, weil wir haben das wirklich so gebaut, dass wir das einfach auseinandernehmen können und irgendwo anders adaptieren» Thomas Strahm

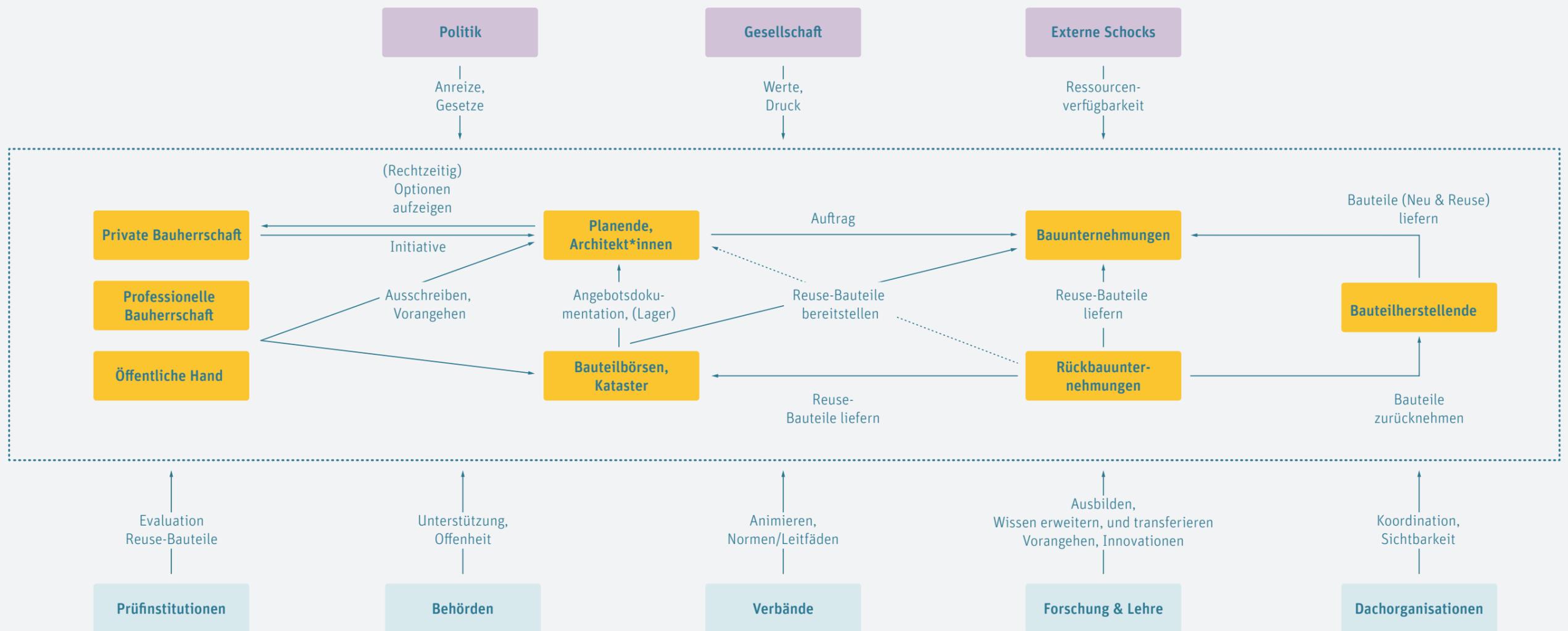
Auch Rückbauunternehmungen könnten ein Geschäftsmodell in der Wiederverwendung sehen, da diese spezialisiertes Wissen im Rück- und Wiedereinbau haben und so geringe Materialkosten zu ihren Gunsten nutzen könnten. Selbstverpflichtungen der Industrie können dabei auch gesetzlichen Regelungen vorausgehen. So haben sich grosse Bauherrschaften in der Schweiz bereits dem kreislauforientierten Bauen verpflichtet (Der Bundesrat 2023). Ähnliche Selbstverpflichtungen könnten auch andere Akteur*innen der Bauindustrie wie Bauunternehmungen nachkommen. Bauteilbörsen stellen sicherlich aktuell die grösste verknüpfende Funktion zwischen Angebot und Nachfrage dar und nehmen die Rolle ein das Angebot sichtbar zu machen und den Nachfragenden möglichst einfach zugänglich zu machen.

«Das ist auch so ein großes Thema, dass gerade bei Großprojekten meistens die zweite Frage ist ‚Gebt ihr Garantie?‘. ‚Nein, wir geben keine Garantie‘ Weil, wir orientieren uns an den Prinzipien der Kreislaufwirtschaft und in der Kreislaufwirtschaft ist die Garantie obsolet. Ich als Unternehmerin muss diese Verantwortung übernehmen. Ich muss das mit meinen Mitarbeitenden so aufbauen, dass sie wissen, dass wir diese Verantwortung tragen und entsprechend dann auch sorgfältig arbeiten. Und wenn dann wirklich mal was nicht funktioniert oder nicht gut ist, dann können wir es ja flicken und reparieren. Das können wir auch, das gehört auch zum Kreislaufgedanken.» Karin Sidler

Fazit

Damit der Wiederverwendungskreislauf besser funktioniert müssen sich alle Akteur*innen in der Bauindustrie ihrer Rolle bewusst werden. Jeder kann bereits jetzt etwas beitragen und die Verantwortung sollte nicht auf einen Mangel an Nachfrage oder Angebot abgewälzt und zu anderen Akteur*innen weggeschoben werden. «Gemeinsam schrittweise Lernen» sollte hier das Motto sein, denn auch Umsetzungen im Kleinen tragen zur Bewusstseinsänderung und zum Etablieren der Wiederverwendungskette bei.]

Zusammenspiel Akteur*innen und externe Einflüsse





5.2 Anpassung von Infrastrukturen und Prozessen

Die Komplexität der Kreislaufwirtschaft stellt im Alltag der Akteur*innen der Bauindustrie einen gewissen Mehraufwand dar. Unsicherheiten, fehlende Informationen, unklare Prozesse und ungenügende Infrastrukturen schränken die Umsetzung und die Wirtschaftlichkeit der Wiederverwendung in der Bauindustrie ein. Entsprechend findet aktuell die Entstehung eines funktionierenden Marktes für wiederverwendete Bauteile und -komponenten und die Bewusstseinsänderung bei den Akteur*innen nur eingeschränkt statt.

Entscheidend für einen funktionierenden Markt sind Informationen, die das Angebot sichtbar machen und die Nachfrage ermöglichen. Dazu wird eine Digitalisierung aller Neubauten (Wiederverwendung in der Zukunft) aber auch eine Inventarisierung bestehender Bauten (Wiederverwendung heute) benötigt. Die digitalen Informationen müssen das Potential der «urbanen Mine» aufzeigen und Informationen auf Material-, Produkt-, Komponenten- und aber auch Verbindungsebene erfassen. Die Dokumentation der Bauweise ist dabei auch entscheidend, weil nur dann abgeschätzt werden kann, ob die Bauteile ausbaubar sind. Dazu zählen neben den Ausgangseigenschaften auch Alterungsinformationen (d.h. aktueller und erwarteter Zustand) und CO2/graue Energie Angaben, sowie Herstellende- und Schadstoffinformationen. Idealerweise erfassen auch Bauteilherstellende detailliert die Informationen über ihre Produkte und stellen diese zur Verfügung (inkl. Einbau-, Montage-, Unterhalt-, und Reparaturinformationen). Wichtig ist dabei eine einheitlich standardisierte Datenstruktur (z.B. gleiche Elementklassifikationen) über die verschiedenen digitalen Plattformen und Programme hinweg und ein Sicherstellen der digitalen Lesbarkeit in der Zukunft.

«Ein Gebäude besteht – das müsste man zusammen definieren – aus Gebäudeteilen. Gebäudeteile bestehen aus Bauteilen, Bauteilen bestehen aus Einzelteilen. Brauchen wir ganze Wände wieder oder müssen wir die Wände zerlegen können, um die Platte und die Ständer und die Dämmung wieder zu gebrauchen? Und ich glaube, man muss da konzeptionell zunächst mal ganz viel investieren, dass man wie eine Zuteilung machen kann: Lüftungsrohre, nehm ich einzeln auseinander, Wände lass ich als Wände. Das muss schon mal klar werden» Pius Renggli

Wohlgleich die Datenerfassung aussagekräftig sein muss, darf deren Erfassung nicht überkompliziert sein, sodass die Motivation der Erfassung zu stark beeinträchtigt wird.

Neben der Inventarisierung von Gebäuden wird auch eine einheitliche dynamische Plattform benötigt, die monitort wann Rückbauten stattfinden (d.h. Freiwerden von Angebot) und wann Gebäude neu gebaut werden (d.h. Bedarf der Nachfrage). Da Bauvorhaben langfristige, komplexe Unterfangen sind benötigt es mehrere Jahre Vorlauf und entsprechenden zeitlichen Planungsbedarf, sodass Planende abschätzen müssen mit welcher Verfügbarkeit von Materialien und Bauteilen sie in der Zukunft rechnen können. Mit einer entsprechenden vorausschauenden Angebots- und Nachfrageverfügbarkeit können neben den Planungsunsicherheiten auch Lager- und Transportproblematiken geringer werden, denn Angebot und Nachfrage können dann räumlich und zeitlich besser verknüpft werden.

Bauteilbörsen übernehmen aktuell die Funktion Angebot und Nachfrage aufzuzeigen. Idealerweise verknüpfen diese alle relevanten Informationen und ermöglichen gleichzeitig einen niederschweligen Zugang für die Nachfrage. Insbesondere für weniger professionelle Kund*innen muss der Zugang zu wiederverwendeten Bauteilen einfach sein und in bestehende Abläufe passen, sodass eine Sichtbarkeit bei existierenden grossen (Online-)Marktplätzen und Bauteil anbietenden wichtig sein könnte.

«Was ich hier noch einmal betonen möchte ist die absolute entscheidende Bedeutung der Plattform für den Datenaustausch. Die muss wirklich gut funktionieren, sonst werden alle sagen 'Ah, es ist zu kompliziert, ich kaufe lieber neue Stahlträger. Sie sind schon da und sind schon am Lagern. Warum soll ich mich abmühen mit Reuse?'» Alberto Cerri

Einige Expert*innen schlagen auch vor sich zuerst auf wenige, vielversprechende Bauteile zu fokussieren, damit dort gezielt und spürbar ein Markt entstehen kann. Letzten Endes müssen aber neben den Marktplätzen selbst auch die gesamten Lieferketten (z.B. Logistik) systematisch aufgebaut werden.

Wohlgleich eine sehr gute Informationsverfügbarkeit aktuelle Logistik- und Lagerproblematiken abmildern kann und eine Just-in-Time Verfügbarkeit ein breiteres Angebot bereitstellen kann, wird es jedoch voraussichtlich trotzdem zukünftig (Zwischen-)Lagerplätze brauchen. Für Lagerplätze könnte man Leerstände nutzen oder die öffentliche Hand könnte zentrale (aber regionale) Lagerplätze bereitstellen. Um nicht die positiven CO2-Effekte der Wiederverwendung durch Logistik wettzumachen, ist es gut, wenn regionale Synergien bei Abbruch, Lagerung und Neubau genutzt werden können.

«Das Angebot von wiederverwendbaren Bauteile, die sich noch im Gebäude befinden, bevor sie abgebaut werden, erweitert die Auswahl erheblich und kostet viel weniger als ab einer Zwischenlager.» Olivier de Perrot

Darüber hinaus ist es wichtig, dass sich die Planungsprozesse mit und für Wiederverwendung ändern. Gebäude müssen zum einen so geplant werden, dass diese zukünftig wiederverwendet werden können und andererseits müssen aktuelle Planungsprozesse die Wiederverwendung von existierenden Bauteilen berücksichtigen. Bei der Planung für Rückbaubarkeit müssen bestimmte Prinzipien wie Materialtrennung und Reinheit, Materiallanglebigkeit, lösbare Verbindungstechniken, Modularisierung und Standardisierung beachtet werden und gleichzeitig eine potentielle Kaskadennutzung eingeplant werden (z.B. zweiter Lebenszyklus, Wiederverwendung der Komponenten).

«Es gibt Beispiele wie, dass man keine fixen Bodenheizungen mehr einbauen darf um die langfristig flexible Nutzung zu gewährleisten. Klare Vorgaben seitens Bauherrschaft oder öffentlicher Hand, sowie gesetzliche Rahmenbedingungen sind schon sehr entscheidend in der Bauwirtschaft» Carole Küng-Weber

Der Wiederverwendung steht hier eher entgegen, wenn Gebäude als gestalterische Unikate betrachtet werden.

Bei der Planung mit wiederverwendeten Bauteilen unterscheidet sich die Planung oft dahingehend, dass sie mit existierenden Bauteilen arbeitet (die zuerst gesucht und beschafft werden müssen). Es muss dazu ein Mentalitätswandel stattfinden: aktuell spielen gestalterische Freiheit und Design eine sehr grosse Rolle in Gebäudeplanungen und mit wiederverwendeten Bauteilen könnten Architekt*innen hier gestalterische Einschränkungen befürchten. Jedoch kann auch das Arbeiten mit vorgegebenen Bauteilen zu sehr kreativen Lösungen führen, sodass hier eine andere Art des kreativen Arbeitens wahrgenommen werden muss. Solch eine «Bricolage»-Denkweise könnte bereits stärker in der Ausbildung gefördert werden. Reuse kann dabei als Baustil gewürdigt werden und zur Kommunikation über die Gebäude anregen.

«Wenn wir die Architektur unabhängig von der Tragstruktur gestalten könnten, dann würde es funktionieren. Beinahe jedes Gebäude ist heute ein Unikat und die Tragstruktur ist immer ein wesentlicher Bestandteil der Architektur. Ein Umdenken wäre nötig, d.h. die Tragstruktur müsste von der Architektur entkoppelt

werden, die Tragstruktur müsste unabhängig vom aktuellen bzw. jeweiligen architektonischen Zeitgeist gestaltet werden können, dann würde es funktionieren.» Besnik Beshiri

30 Letzten Endes muss die Planung auch einen Kompromiss finden zwischen die Planung an Bauteile anpassen und Bauteile für eine existierende Planung suchen. Aktuell sind die Planungsprozesse mit wiederverwendeten Bauteilen sehr aufwendig. Es darf nicht zu viel Ressourcenaufwand in Beschaffung und Aufbereitung gesteckt werden, denn dann ist Wiederverwendung nicht wirtschaftlich und führt auch zu geringeren Vorteilen bei den CO2-Emissionen. Mit mehr Angebot und effizienteren Prozessen, die mit mehr Erfahrung entstehen, kann diese aber zukünftig einfacher und wirtschaftlich attraktiver werden. Zukünftig könnten auch mehr «Win-Win-Situationen» mit Wiederverwendung entstehen, wenn die Bausumme insgesamt durch geringere Materialpreise günstiger wird (Win Bauherrschaft) und gleichzeitig mehr Planungsaufwand davon verrechnet werden kann (Win Architekt*innen).

*«Der grosse Hebel hat der, der es zahlt. Und darum finde ich schon auch interessant, dass man auch unter Umständen Geld einsparen kann mit Reuse. Weil der Wert von den Bauteilen, der ist eigentlich fast nichts mehr. Ich habe heute eine Offerte abgegeben, wo wir gesagt haben, wenn wir das ganze Baubudget brauchen können, dann kosten wir 15 % von der Bausumme. Wenn wir 200'000-300.000 Franken sparen können, dann kosten wir 80 % von der Bausumme. Wir erhalten mehr Geld, wenn die Bausumme zurückgeht, aber die Kund*innen sparen trotzdem viel Geld. Weil eben der Planungs- und Rechercheaufwand so eigentlich höher ist. Aber das darf sich nicht so zu Buche schlagen, dass es dann gleich teuer ist, dann machen die wenigsten mit.» Dan Hodler*

Auch sollte man bei der aktuellen Planung mit wiederverwendeten Bauteilen eine realistische Einstellung pflegen und lieber erstmal im Kleinen als gar nicht zu beginnen. Dabei kann eine Priorisierung stattfinden, die verschiedene Stufen der Wiederverwendung in einem Projekt vorsieht und man im Projekt dann schauen kann wie viel Wiederverwendung man dann tatsächlich umsetzen kann. Gerade solch realistischer Projekte können auch Machbarkeit zu anderen Akteur*innen signalisieren, inspirieren und den Druck auf die Bauindustrie erhöhen.

Damit Planende und Architekt*innen Wiederverwendung leichter umsetzen können, benötigt es eine Art Handbuch wie mit verschiedenen Reuse-Bauteilen umgegangen werden kann (z.B. Anwendungsmöglichkeiten) und wie Wiederverwendung praktisch umgesetzt werden kann (z.B. Leitfäden und Prozessschritte). Prozessschritte beim Rückbau für Wiederverwendung müssen auch definiert werden, wie beispielsweise Rückbaukonzepte und Ausbauprotokolle. Die wiederverwendeten Bauteile müssen leicht klassifizierbar und rezertifiziert werden können. Auch braucht es noch Lösungen für Zwischenfinanzierungsproblematiken, wenn beispielsweise Bauteile erst beschafft und später eingebaut werden – Finanzdienstleister könnten hier Produkte anbieten.

Fazit

Bauvorhaben mit wiederverwendeten Bauteilen benötigt angepasste Prozesse. Leitfäden sollten hier aufzeigen, wie (zum Beispiel im Rahmen der SIA-Phasen) mit Wiederverwendung geplant werden kann. Damit Wiederverwendung weniger aufwendig wird, braucht es zudem Gebäudeinventarisierungen bestehender und zukünftiger Gebäude sowie einheitliche Datenstrukturen und einen einfachen Zugang zu den Marktplätzen.]



Reuse anhand der SIA-Phasen



Die SIA-Phasen können als Rahmenwerk dienen den Bauprozess mit Wiederverwendung zu strukturieren (siehe auch Cirkla (2023)). In einem Vorschlag hier definieren wir drei verschiedene Szenarien, die sich insbesondere hinsichtlich des Rollenverständnisses der einzelnen Akteur*innen und der Zirkularität von Bauteilen und Geschäftsmodellen unterscheiden: (1) Szenario ohne Reuse, (2) aktuelles Szenario mit vielen Verantwortlichen und (3) Szenario mit zirkulären Bauteilmärkten. Die relevanten Akteur*innen in den einzelnen SIA-Phasen sind dabei aufgelistet. Hellgrau hinterlegte Schrift markiert dabei Änderungen in relevanten Akteur*innen im Vergleich zur Situation ohne Reuse.

Das zweite Szenario beschreibt die aktuelle Situation der Wiederverwendung mit vielen Verantwortlichen. Im Vergleich zum Ablauf ohne Reuse erfordern die Phase 1 Strategische Planung und Phase 2 Vorstudie eine Machbarkeitsstudie für die Wiederverwendung sowie Anforderungsdefinitionen. Materialjagende und Bauteilbörsen müssen eingebunden werden, um Reuse-Bauteile zu suchen und zu beschaffen (z.B. Phase 3 Projektierung). Baugenehmigungen können problematisch sein, wenn die Bauteile nicht bekannt sind. Eine zentrale Inventarisierung der Bauteile ist beispielsweise über Bauteilbörsen notwendig. Spätestens in der Phase 4 Ausschreibung oder am Anfang von Phase 5 Realisierung erweitert sich der Akteur*innenkreis um Rückbauunternehmungen, die die Bauteile für Reuse demontieren. Phase 6 Bewirtschaftung unterscheidet sich nicht, da die Eigentümer*innen sich dieser annehmen. Eventuell ist mehr Instandhaltung durch das Alter der Bauteile notwendig. Im aktuellen Prozess entstehen zusätzliche Kosten durch den vermehrten

Planungsaufwand, Materialbeschaffungs- und (Rück-)Baukosten. In diesem Prozess entstehen entsprechend viele der bereits thematisierten Problematiken.

Das dritte Szenario könnte eine zukünftige Situation darstellen, wie der Wiederverwendungsprozess optimaler sein könnte. Hierbei ist der Hauptunterschied zum aktuellen Szenario, dass wiederverwendete Bauteile zirkulär geplant wurden und Geschäftsmodelle der Bauteilherstellenden zirkulär sind (z.B. Verantwortung aus einer Hand). Der zusätzliche Aufwand in Phase 1 Strategische Planung und Phase 2 Vorstudie hängt dann entsprechend von der Maturität des Marktes für zirkuläre Bauteile ab – ist diese hoch, benötigt es nicht viel zusätzliche Analysen. Dieses Szenario kann auf zusätzliche Inventarisierung verzichten, da die Herstellenden der zirkulären Bauteile eine interne Datenbank pflegen würden. In Phase 3 Projektierung ist die Materialbeschaffung weniger aufwendig, weil Herstellende ein grösseres Angebot haben (Materialjagende sind weniger notwendig; das Angebot für Reuse-Bauteile kommt von den Herstellenden selbst). Idealerweise entstehen in dieser Situation keine Zusatzkosten, weil beispielsweise zusätzlicher Planungsaufwand durch ein breites Angebot nicht notwendig ist und Bauteile durch ihr Design bereits leichter rückgewinnbar sind. Durch das bekannte Angebot der Bauteile sollten Baugenehmigungen keine Probleme mehr bereiten. Die Demontage in Phase 4 Ausschreibung oder am Anfang von Phase 5 Realisierung entfällt in dem Sinne, dass diese durch die Herstellenden der zirkulären Bauprodukte (oder unmittelbare Dienstleistende) verantwortet wird. Ausschreibungen beachten das Prinzip der maximalen Kreislauffähigkeit. Die Phase 6

Bewirtschaftung kann nun neue Akteur*innen auf den Schirm rufen, wenn das zirkuläre Bauteil in weiteren Lebenszyklen neue Nutzende findet. Instandhaltung sollte weniger problematisch sein, wenn die Bauprodukte zirkulär (d.h. mit längerer Lebensdauer) geplant sind. Eventuell behalten auch Bauteilherstellende die Verantwortung, sodass diese Bauteile zurücknehmen und wiederverwenden oder am Ende entsorgen. Insgesamt ist dieser Prozess schlanker und damit auch potentiell wirtschaftlicher.



5.3 Verbessern von externen Rahmenbedingungen

Externe Rahmenbedingungen können die Relevanz von Wiederverwendung stark beeinflussen. Dazu zählen wenig planbare Bedingungen wie Krisen, die Materialknappheit und Preissteigerungen zur Folge haben, jedoch können auch regulatorische Bedingungen die Anreize für Wiederverwendung entscheidend verschieben und die Umsetzung erleichtern.

Ein entscheidender Stellhebel ist, dass CO₂-Emissionen und graue Energie über Regulierungen neben dem Preis als eine relevante Währung Einzug in Bauvorhaben erhalten. Politische Bestrebungen wie der Green Deal führen dazu, dass «Netto-Null»-Zielstellungen in Anforderungen und Gesetze langfristig übersetzt werden und es voraussichtlich nur eine Frage der Zeit ist, bis die Zirkularität auch in die Schweiz stärker Einzug in Gesetze erhält. Einige Expert*innen schlagen zudem eine CO₂-Bepreisung in der Bauindustrie als Strafsteuer oder einen Rückvergütungsanreiz bei CO₂-Einsparungen vor. Da die Wiederverwendung die CO₂-Emissionen durch die fehlende Neuherstellung reduzieren kann, wird sie dann entsprechend attraktiver.

«Wir denken ein guter Anreiz möglichst viel wiederzuverwenden sind Grenzwerte für grauen Treibhausgasemissionen. Wiederverwendetes Material verursacht nur sehr wenige CO₂-Emissionen und ist somit eine wichtige Strategie zur Reduktion der Emissionen bei der Erstellung von Gebäuden. Diese Zieldefinition erscheint uns sinnvoller als eine Vorgabe eines Wiederverwendungsanteils» Jörg Dietrich

Entscheidend ist dabei vor allem auch, dass CO₂-Emissionen und graue Energie über den gesamten Lebenszyklus hinweg betrachtet werden und stets im Vergleich zu alternativen Abrissen und Neubauten betrachtet werden.

«Es müsste zum Standard werden, dass Graue Energie im Energienachweis berücksichtigt wird und dass auch Verluste durch notwendige Abbrüche miteinbezogen werden. So könnte die oft verfolgte Strategie 'energetische Optimierung durch Ersatzneubau' realistischer eingeschätzt werden. Denn der Neubau für sich betrachtet mag von der Betriebsseite her vorbildlich sein, wenn man dafür aber erst einen weitgehend intakten Altbau abbrechen muss, sieht die Gesamtbilanz ganz anders aus.» Eva Stricker

Da jedoch preisliche Werte immer eine wichtige Entscheidungsgrundlage bilden werden, muss entsprechend geschaut werden, dass die Bilanzierung von Gebäuden mit wiederverwendeten Bauteilen oder Gebäude, die für die Wiederverwendung designt sind, diese entsprechend mit einbeziehen können. So könnten Bilanzierungen den Materialwert von Gebäuden mit beachten, sodass wiederverwendbare Bauteile, -komponenten und Materialien nicht abgeschrieben werden bzw. über einen viel längeren Zeitraum und ihren Wert als «Material Bank» behalten bleibt. Ein «Reuse» Gebäude verliert dann weniger an Wert.

*«Der Teil, der zirkulär eingebaut wurde, der wieder ausgebaut werden kann, den Materialwert dürfen sich die Eigentümer*innen anrechnen, weil das ist auch ein Wert, den man als Eigentümer*in besitzt, unabhängig ob das Objekt vermietet ist oder nicht. Wenn das Gebäude in 20 Jahren verkauft wird, hat sie sogar einen echten ökonomischen Wert. Das ist eigentlich das, was wir in die Bewertung und Bilanzierung reinkriegen wollen, dass zirkulär eingebautes Material an sich einen Wert hat. Und er wird bisher nicht berücksichtigt, das heisst, es wäre ein pures Add-on des Immobilienwerts. Und ich glaube, das könnte zum Beispiel auch helfen, das Ganze noch mal anzustossen.» Patrick Bergmann*

Bauherrschaften könnten zudem auch subventioniert werden, wenn sie zirkulär bauen und beispielsweise wiederverwendete Bauteile verwenden. Auch kann die Alternative zur Wiederverwendung – das Neukaufen – unattraktiver gemacht werden, wenn Entsorgungskosten steigen würden oder es Strafen für kurzlebige Produkte gibt.

«Es gibt wahrscheinlich Bauherrschaften, die von der nachhaltigen Entwicklung begeistert sind. Und diese wollen investieren und haben auch die Mittel dafür. In solchen Fällen wird das Projekt funktionieren, weil die Bauherrschaft davon überzeugt ist – egal wie viel es kostet. Aber eine grössere Anzahl von Bauherrschaften zu überzeugen, dafür braucht es viel mehr Anreize durch Regulierung, nachweisliche Kostenreduzierungen und Ökobilanzvorteile.» Christelle Ganne-Chedeville

Bei Ausschreibungen könnte es zudem Richtlinien geben, die bestimmen, dass vor Neukauf oder Neubau erst Kreislaufoptionen geprüft werden müssen (z.B. gibt es schon bestehende Bauteile, die wiederverwendet werden können?). Hier werden standardisierte Vorlagen, wie man solch eine Forderung nach «maximaler Kreislauffähigkeit» ausschreibt hilfreich für die Akteur*innen der Bauindustrie. Einige Expert*innen schlagen sogar vor Neumaterialien einzusetzen zu begrenzen und beispielsweise Richtlinien festzulegen, die einen bestimmten Prozentsatz an Reuse-Material vorschreiben. Auch sollten neue Gebäude Richtlinien zum Design for Disassembly beachten müssen. Ebenso könnte bei Rückbauausschreibungen eine Pflicht bestehen vor Entsorgung Bauteile zu erfassen bzw. Umnutzbarkeit, Reparierbarkeit und Wiederverwendbarkeit zu prüfen sowie auch Möglichkeiten für die Entnahme von Bauteilen zu geben. Ausschreibungen für den Rückbau könnten auch einen Schritt weitergehen und Rückbau für Reuse verlangen sowie ein Konzept fordern, wie die rückgebauten Bauteile in neue Konzepte einfließen.

Viele Akteur*innen in der Bauindustrie haben Unsicherheiten bezüglich der Normen für wiederverwendete Bauteile. Wohlgleich diese nicht die Wiederverwendung an sich einschränken und grundsätzlich dieselben Normen wie für neue Bauteile gelten, fehlt es an expliziten Formulierungen – aktuelle Normen und Richtlinien beziehen sich hauptsächlich auf neue Bauteile oder Bauteile im ortsfesten Bestand, jedoch nicht auf wiederverwendete Bauteile an einem anderen Ort.

Hier könnten die Normen eventuell aus dem Arbeiten mit Bestand übertragen werden.

«Es gibt für das Arbeiten mit Bestandsgebäuden bereits viele Normen. Ein mögliches Vorgehen könnte sein, die Normen und das Vorgehen, die beim Umgang mit dem Bestand gelten, auf ein bestehendes Bauteil zu übertragen.» Kerstin Müller

Bei Bauteilen im Bestand gibt es zudem Spielräume hinsichtlich der Anforderungen der Bauteile (z.B. bei der Energieeffizienz) – etwas ähnliches könnte auch für wiederverwendete Bauteile definiert werden. Im gleichen Zug benötigen Behörden Richtlinien wie sie mit wiederverwendeten Bauteilen umgehen sollen und dass diese unter potentiell anderen Kriterien angeschaut werden müssen. So müssten die Anforderungen an wiederverwendete Bauteile wahrscheinlich gesamthaft und kompensatorisch betrachtet werden: beispielsweise genügen diese nicht immer den Anforderungen an Energieeffizienz im Betrieb, jedoch wird Energie durch den Wegfall der Neuproduktion eingespart.

«Wenn es um Sicherheit geht, da ist es vielleicht nicht so viel Spielraum. Aber wenn es um andere Aspekte geht, wie jetzt zum Beispiel Lärm, da kann man vielleicht eher mit der Bauherrschaft verhandeln, ob da Spielraum ist, dass man vielleicht auch ein bisschen mehr hört vom Nachbarn oben dran, wenn das Bauteil nicht den gleichen Schalldämmwiderstand hat. Aber das ist eine Diskussion mit der Bauherrschaft.» Jörg Dietrich

- 36 Seit kurzem sind die überarbeiteten SIA-Normen 430 (Vermeidung und Entsorgung von Bauabfällen) und 118/430 (Allgemeine Bedingungen für die Vermeidung und Entsorgung von Bauabfällen) in Kraft. Diese stärken die Kreislaufwirtschaft und thematisieren nun die Wiederverwendung auch an einem anderen Ort. Beispielsweise werden Ablaufschemen für die Wiederverwendung beschrieben und darauf hingewiesen, dass wiederverwendbare Bauteile zu identifizieren sind (SIA 2023).

Zudem benötigt es klare Prozesse für Rezertifizierungsmöglichkeiten von sicherheitsrelevanten Bauteilen. Brandschutzbauteile beispielsweise benötigten standardisierte und unkomplizierte Richtlinien für die Evaluation der Bauteile nach Ausbau (z.B. hinsichtlich Alterung und Lebensdauer, Feuerwiderstandsklassifizierung) und den Zulassungsprozess bei Wiedereinbau.

«Irgendein Nachweis – es muss nicht unbedingt geprüft sein – aber es muss eine fundierte Nachweiskette dahinterstehen, dass man mit einem guten Fundament sagen kann, die [Tür] hat noch soundso viel Feuerwiderstand oder die kann ich jetzt nicht mehr verwenden.» Isabel Engels

Auch Labels könnten ihre Beurteilungskriterien erweitern.

«Bei energetischen Fördermassnahmen muss sich zukünftig der Schwerpunkt weg von immer nur «Neu und mehr Dämmen» hin zu mehr «Wiederverwertet und längerer Lebensdauer» verlagern. Mit unseren naturbelassenen Vollholz-Elementen haben wir eine ideale Basis dafür geschaffen.» Clement Koller

Während diese aktuell sehr stark auf Energieeffizienz (im Betrieb) fokussieren, könnten Labels andere Aspekte wie Design for Disassembly (z.B. Vermeidung bestimmter Verbindungsarten bei Bauteilen, Materialtrennung) oder CO₂-Emissionen und graue Energie über (mehrere) Lebenszyklen hinweg betrachten.

«Viele Gebäude werden heute nach Labels und Gütesiegel gebaut. Bezüglich Rückbaubarkeit und Nachhaltigkeitskriterien, welche den gesamten Lebenszyklus betrachten, fehlen jedoch Beurteilungskriterien und Richtlinien. Damit Reuse-Konzepte verfolgt und umgesetzt werden, müssen Anreize geschaffen werden. Lückenlose Datengrundlagen und Gebäudeinformationen welche in einem digitalen Zwilling festgehalten werden, sind für die Wiederverwendung von Baustoffen eine unverzichtbare Grundlage.» Lukas Rügsegger

Fazit

Die Akteur*innen in der Bauindustrie brauchen klare Richtlinien wie sie mit wiederverwendeten Bauteilen umgehen sollen – hier könnten gegebenenfalls Richtlinien aus dem ortsfesten Bestand übertragen werden. Die Betrachtung von CO₂-Emissionen und graue Energie über den gesamten Lebenszyklus hinweg und im Vergleich zu Alternativen Neuerstellung und Abbruch muss stärker Einzug in Bauvorhaben wie Ausschreibungen, Labels und Bilanzierungen finden. Vor Neubau und Abbruch sollten erst Kreislaufoptionen der Bauteile geprüft werden.]



5.4 Erweiterung des Wertverständnisses von Bauteilen und -komponenten

Damit der Wiederverwendungskreislauf funktioniert, müssen Angebot und Nachfrage zusammen gehen und beide Seiten entsprechend wachsen. Auf Nachfrageseite stellt sich deshalb die Frage unter welchen Umständen Kund*innen wiederverwendete Bauteile nachfragen und insbesondere was diese als wertige und geeignete Bauteile wahrnehmen.

Hier gibt es auch Unterschiede hinsichtlich der Wahrnehmung zwischen privaten und professionellen Bauherrschaften. Private oder kleinere Bauherrschaften schätzen Bauteile, die einzigartig und individuell sind und einen symbolisch, gestalterischen Wert aufweisen die sich auf Kultur, Kunst, Handwerk, Geschichte oder (religiöse) Bedeutungen beziehen. Manche wollen auch mit Wiederverwendung ihre Innovativität aufzeigen.

«In den Köpfen muss ein Umdenken stattfinden, dass neue Baumaterialien nicht zwangsläufig auch wertiger sind als «alte» Baumaterialien. Ein treffendes Beispiel wäre eine Wandverkleidung aus Marmorplatten in einem Bahnhof, die rückgebaut wird. Die Verkleidung an den Wänden stellt Bauelemente von ausserordentlicher Qualität dar, die in der heutigen Zeit selten anzutreffen sind. Im Gegensatz dazu bestehen unsere aktuellen Materialien oft aus kostengünstigen und anfälligen Stoffen. Die Wertigkeit von älteren Bauelementen und die mit diesen Bauelementen verbundene Geschichte macht sie attraktiv für die Wiederverwendung, sofern weitere Kriterien wie Menge, Demontierbarkeit, handhabbare Logistik usw. erfüllt sind.» Simon Hess

Bauherrschaften schätzen eine hohe Qualität der Bauteile, Haltbarkeit und geringen Wertverlust über die Zeit. Manche nehmen ein geringeres Risiko bei alten Bauteilen wahr, da diese sich bereits schon jahrelang bewährt haben. Bauteile sollten nicht als Billigware oder unrein wahrgenommen werden. Je nachdem, ob die Bauteile bewusst Einzigartigkeit transportieren sollen oder unerwünschte sichtbare Gebrauchspuren aufweisen, ist es den privaten Bauherrschaften wichtig, dass diese entweder gerade sichtbar oder eben nicht sichtbar sind. Die Bauteile sollten idealerweise auch preislich günstiger sein, wenn sie die gleiche Qualität wie Neue aufweisen oder eine höhere Qualität haben, wenn sie preislich gleich oder sogar teurer als Neue sind.

«Entweder du bekommst die gleiche Qualität zu einem geringeren Preis, weil das Bauteil schon mal irgendwo eingebaut war oder du bekommst höhere Qualität zum gleichen Preis, weil wir in den letzten 40 Jahren tendenziell weniger wertvolle Bauteile verbaut haben.» Karl Martin

Professionelle Bauherrschaften mit grösseren Projekten benötigen eher unspezifische, standardisierte, modulare, passende oder adaptierbare Bauteile, von denen viele gleiche in grosser Anzahl vorliegen.

«Das sind qualitative und monetäre Anreize. Idealerweise handelt es sich um gängige Bauteile. Sind es Spezialitäten, dann müssen es seltene, schwer wiederbeschaffbare Teile sein. Irgend-eine wunderschöne Eichtür oder so. Und das hat auch natürlich monetär seinen Wert. Und das andere ist, wenn es wirklich Teile sind, die oft einsetzbar sind.» Daniel Kästli

Die Bauteile müssen leicht ausbaubar, aufbereitbar, transportierbar und lagerbar sein. Dafür sollten sie schadstofffrei und idealerweise unbehandelt und eventuell sogar materialgetrennt sein. Eigenschaftsänderungen und Ermüdungserscheinungen sollten diese Bauteile nicht aufweisen. Zudem sollten diese entweder keine besonderen Anforderungen (z.B. Energieeffizienz) haben oder keine

Schwierigkeiten haben diese Anforderungen zu erfüllen. Die Wiederverwendung von Bauteilen ist dann besonders gefragt, wenn eine geringe Verfügbarkeit von Neualternativen vorliegt.

Wobei die Meinungen der Expert*innen auseinander gehen, welche Bauteile besonders für Wiederverwendung geeignet oder nicht geeignet sind – und dies natürlich auch immer von Zustand und Bauprojekt abhängt – lassen sich einige Konsense wahrnehmen. Stahl beispielsweise ist oft geeignet, weil dieser genormt und langlebig ist und seine Eigenschaften kaum ändert (siehe auch das Projekt «Re-Use of Steel Sections», Öbu (2023)). Holzbau eignet sich auch oft zur Wiederverwendung, da die Verbindungen häufig so designt sind, dass sie auseinandernehmbar sind, Holz zum Teil sehr hochwertig ist, CO2 speichert und sich im Rahmen der Kaskadennutzung am Ende sogar thermisch verwerten lässt. Gesamte Bauteile wiederzuverwenden ist zudem oft weniger aufwendig. Sehr alte Gebäude eignen sich oft eher, weil sie mehr Materialtrennung, höherwertige Materialien und Rückbaubarkeit aufweisen als die Gebäude der letzten Jahrzehnte. Ungeeignet sind grundsätzlich Verbundmaterialien, qualitativ minderwertige Bauteile, eingelegte Bauteile wie Leitungen, unhygienische Bauteile wie Rohre sowie sortenunreine und leicht zerbrechliche Bauteile wie zum Teil auch Backstein. Bewegte Elemente nutzen sich zudem schneller ab. Beim Material Beton kommt es hingegen darauf an, beispielsweise ob er in Elementen vorliegt, händelbar ist oder dieselben statischen Eigenschaften behält. Fassaden und Strukturelement lassen sich schwer händeln, können aber viel CO2 einsparen. Bei Bauteilen wie Fenstern, Türen, Elektrik, Radiatoren, etc. ist es stark davon abhängig welche Anforderungen sie erfüllen (müssen) und ob sie aufwandsarm ertüchtigt werden können. Sanitär und Küchen können sich eignen, wenn sie qualitativ sehr hochwertig sind; diese werden aber oft auch als unrein von Kund*innen wahrgenommen.

Insgesamt kann der wahrgenommene Wert von wiederverwendeten Bauteilen durch Kund*innen dann erhöht werden, wenn CO2-Betrachtungen mit einfließen, da durch die mehreren Lebenszyklen wiederverwendete Bauteile eine geringere CO2-Bilanz aufweisen. Akteur*innen im Wiederverwendungskreislauf könnten sich auf solche Bauteile fokussieren, die grosse CO2-Einsparungen aufweisen und idealerweise auch Kosteneinsparungen ermöglichen, damit genug Nachfrage generiert wird. Das erfordert eine Schwerpunktsetzung auf solche Bauteile, die leicht ausbaubar sind, aufwandsarm gesucht und organisiert werden können (z.B. am selben Ort), die am meisten benötigte werden und gleichzeitig qualitativ ihren Wert und Eigenschaften nicht über die Zeit ändern. Für sichtbar gebrauchte Bauteile ist der gestalterische Wert wichtig, z.B. durch Herausstellen von Geschichten von Bauteilen oder deren einzigartiges Design.

*«Was mich immer fasziniert hat, sind die Geschichten dahinter. Das gefällt mir eben auch bei den Reuse-Bauteilen. Eben dieses Fenster kommt aus der Zahnbürstenfabrik Trisa, ein Weltkonzern fasst. Und diese Geschichte habe ich sicher schon hundert Mal erzählt. Alle diese Teile haben dann plötzlich einen Bezug. Und wenn man das erzählt, staunen die Leute. Und das fängt bei den Möbeln an und hört bei den Bauteilen eben nicht auf. Und ich denke, das ist auch das, was dann die Leute oder die Kund*innen auch zu schätzen anfangen. Ich glaube das müsste und könnte ein Weg sein, wie man die Reuse-Sachen wirklich vermarkten kann, dass man die Geschichten dahinter auch erzählt.» Dan Hodler*

Bauteile, die nicht wie neu aussehen, aber auch sonst keinen gestalterischen Wert haben, sollten eher optisch nicht sichtbar eingebaut werden, damit die Akzeptanz bei Kund*innen höher ist und diese nicht als minderwertig wahrgenommen werden. Da aktuell noch hohe Unsicherheiten bestehen, wenn Bauteile Anforderungen nicht erfüllen, kann man über Wiederverwendung für einen anderen

Zweck nachdenken (z.B. ehemalige Brandschutztür als gewöhnliche Innentür). Zwar wird dies als Downcycling wahrgenommen, jedoch kann das helfen die Wiederverwendung überhaupt erst einmal in Gang zu bringen.

Fazit

Private Bauherrschaften schätzen oft individuelle, besondere Bauteile während professionelle Bauherrschaften standardisierte Bauteile in grosser Anzahl brauchen. Qualität und Preis sind ausschlaggebend, sodass sich – um Wiederverwendung ins Rollen zu bringen – auf solche mit hoher Qualität, grossem wirtschaftlichem Nutzen und CO2-Einsparungspotential fokussiert werden könnte. Das Erzählen von Geschichten über die wiederverwendeten Bauteile kann die Akzeptanz erhöhen und den Wert sichtbar machen.]

6 Schlusswort

40 Fehlt die Nachfrage oder das Angebot? Wohlgleich das Interesse der Bauindustrie an der Kreislaufwirtschaft und der Wille diese voranzutreiben deutlich spürbar sind, sehen die Akteur*innen sowohl die Verantwortung auf der Nachfragenseite Reuse zu verlangen als auch die Notwendigkeit das Angebot sichtbar und attraktiv zu machen. Beide müssen zusammenspielen damit Reuse grosszählig und als Markt funktioniert. Die Begeisterung für Wiederverwendung scheitern aktuell oft an erhöhtem Aufwand, Kosten, Unsicherheiten und Informations- und Wissensmangel. Von der Motivation zur Aktion fehlt noch Einiges.

Bauteilbörsen und -plattformen sowie Leuchtturmprojekte haben hier lange Zeit eine Pionierleistung erbracht. Durch dieses «Learning-by-Doing» wurde bereits wertvolles Erfahrungswissen gesammelt und Sichtbarkeit des Themas signalisiert. Damit Wiederverwendung jedoch im grossen Stil von allen Akteur*innen umsetzbar ist und effizienter wird, müssen Reuse-Geschäftsmodelle stärker bei Herstellenden und Unternehmungen Einzug erhalten. Die Umsetzung von Neuem funktioniert oft am besten, wenn die Änderungen nicht substantiell von bestehenden Abläufen abweichen und einfach in bestehende Muster integriert werden können. Zirkuläre Bauprodukte (z.B. Reuse-Produktlinien oder Produktlinien für Reuse) erfordern zwar Anpassungen auf Herstellendenseite jedoch haben sie das Potential wirtschaftlich zu sein und Planende, Architekt*innen, Bauunternehmen und Bauherrschaften ein vielfältiges und verfügbares Angebot zu unterbreiten, welches Unsicherheiten, Planungs- und Umsetzungsproblematiken reduziert.

Die Bauindustrie und die Herausforderungen sind komplex und vielfältige Ansatzpunkte sind notwendig, um die Transformation hin zur Kreislaufwirtschaft voranzutreiben. Die Zusammenarbeit von Praxis, Forschung und Lehre kann dabei helfen die Herausforderungen gemeinsam anzugehen.

7 Interviewte Expert*innen

Organisation	Person
Baubüro in situ/ Zirkular	Kerstin Müller
BFH	Dr. Christelle Ganne-Chedeville
BFH	Isabel Engels
Cirkla	Kate Bottriell
Co. Architekten	Christian Baumgartner
Co. Architekten	Jasmin Brunner
Eberhard Bau	Daniel Eberhard
Halle 58 Architekten	Peter Schürch
Hiltbrunner	Martin Hiltbrunner
Holzprojekt AG	Pius Renggli
Kästli Bau	Daniel Kästli
KGV	Harald Brühlhart
Losinger Marazzi	Harald Schroedl
Madaster	Dr. Patrick Bergmann
Nägeli	Clement Koller
Nägeli	Sonja Arnold
NEST EMPA	Reto Largo
Neue Holzbau	Thomas Strahm
Öbu	Dr. Alberto Cerri
Peikko	Besnik Beshiri
Peikko	Christian Gerke
Pirmin Jung	Daniel Müller
Pirmin Jung	Kevin Straub
Prozirkula	Antonia Stalder
Quadrat	Dan Hodler
SALZA	Olivier de Perrot
SDSN Schweiz	Carole Küng-Weber
SIA	Giuseppe Martino
SIA	Jörg Dietrich
Sumami	Karl Martin
Sumami	Daniel Jaegle
SYPHON	Karin Sidler
Timbatec	Lukas Rüeegsegger
Timbatec	Simon Hess
ZHAW	Eva Stricker

8 Quellen

Architekturbüro K. Pfäffli. 2020. "Graue Energie und Treibhausgasemissionen von wiederverwendeten Bauteilen: Methodik und Berechnung in Varianten am Fallbeispiel Gebäude K118 in Winterthur." In: Stadt Zürich Amt für Hochbauten.

Bundesamt für Statistik. 2023. "Beschäftigte." <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/industrie-dienstleistungen/unternehmen-beschaeftigte/beschaeftigungsstatistik/beschaeftigte.html>.

Bundesamt für Umwelt BAFU. 2021. "Abfall und Rohstoffe: Das Wichtigste in Kürze." <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/abfall/inkuerze.html>.

Bundesamt für Umwelt BAFU. 2022. "Kreislaufwirtschaft." <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wirtschaft-konsum/fachinformationen/kreislaufwirtschaft.html>.

Bundesamt für Umwelt BAFU. 2023. "Klima- und Innovationsgesetz: Abstimmung am 18. Juni 2023." <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/dossiers/klimaschutzgesetz.html>.

Bundesamt für Umwelt BAFU. 2023. "Treibhausgasemissionen der Gebäude." <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/zustand/daten/treibhausgasinventar/gebaeude.html>.

Circular Hub. 2023. "Zirkuläres Bauen in der EU." <https://circularhub.ch/magazin/details/zirkulaeres-bauen-in-der-eu>.

Cirkla. 2023. "Wiederverwendung und die SIA Phases." <https://cirkla.ch/sia-phasen-tool/>.

Das Schweizer Parlament. 2023. "20.433 Parlamentarische Initiative Schweizer Kreislaufwirtschaft stärken." <https://www.parlament.ch/de/ratsbetrieb/suche-curia-vista/geschaefft?AffairId=20200433>.

Der Bundesrat. 2023. "Kreislaufwirtschaft beim Bauen: Zwölf Grosse machen vorwärts." <https://www.admin.ch/gov/de/start/dokumentation/medienmitteilungen.msg-id-96078.html>.

Ellen MacArthur Foundation. 2015. "Towards a circular economy: Business rationale for an accelerated transition." In: Cowes, UK: Ellen MacArthur Foundation.

Europäische Kommission. 2019. "Mitteilung der Kommission: Der europäische Grüne Deal." <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?qid=1588580774040&uri=CELEX%3A52019DC0640>.

Lüdeke-Freund, Florian, Stefan Gold, and Nancy MP Bocken. 2019. "A review and typology of circular economy business model patterns." *Journal of Industrial Ecology* 23 (1):36-61.

Öbu. "Kreislaufwirtschaftsprojekt «Re-Use of Steel Sections»." 2023. <https://www.oebu.ch/de/services/angebote/kreislaufwirtschaftsprojekt-lre-use-of-steel-sectionsr-6549.html>.

Potting, José, Marko P Hekkert, Ernst Worrell, and Aldert Hanemaaijer. 2017. "Circular economy: measuring innovation in the product chain." In: The Hague: PBL Netherlands Environmental Assessment Agency.

SIA. 2023. "Entsorgung von Bauabfällen" https://shop.sia.ch/normenwerk/architekt/430_1993_d/D/Product

Stadt Zürich. 2023. "Wettbewerb Recyclingzentrum Juch-Areal." <https://www.stadt-zuerich.ch/hbd/de/index/hochbau/wettbewerbe/abgeschlossene-wettbewerbe/recyclingzentrum-juch-areal.html>.

Stricker, Eva, Guido Brandi, Andreas Sonderegger, Marc Angst, Barbara Buser, and Michel Massmünster. 2021. Bauteile wiederverwenden: ein Kompendium zum zirkulären Bauen. Zürich: Park Books.

Stucki, Tobias, and Martin Wörter. 2022. "Statusbericht der Schweizer Kreislaufwirtschaft – Erste repräsentative Studie zur Umsetzung der Kreislaufwirtschaft auf Unternehmensebene." In Schlussbericht im Auftrag des Bundesamts für Umwelt und Circular Economy Switzerland. Berner Fachhochschule Wirtschaft, ETH Zürich, KOF Konjunkturforschungsstelle.

Die Autorinnen



Prof. Dr. Nadine Gurtner

Nadine Gurtner ist Wirtschaftswissenschaftlerin am Institut Innovation & Strategic Entrepreneurship am Departement Wirtschaft der Berner Fachhochschule. In ihrer Forschung beschäftigt sie sich damit wie Innovationen und Unternehmertum zum Generieren von gesellschaftlichem Mehrwert beitragen können. Dabei liegen ihre Forschungsschwerpunkte auf Entscheidungsfindungen und Geschäftsmodellen im Kontext von Affordable Innovation, Social Entrepreneurship und Circular Economy.



M.Sc. Barbora Starovicova

Barbora Starovicova ist Holzwissenschaftlerin am Institut für Baustoffe und biobasierte Materialien am Departement Architektur, Holz und Bau der Berner Fachhochschule. In ihrer Forschung beschäftigt sie sich mit der Entwicklung von Holzmaterialien und deren Oberflächenbehandlungen sowie mit Kreislaufwirtschaft in der Bauindustrie.

