

Cradle to Cradle in Architektur und Konstruktion

Jörg Finkbeiner
Partner und Partner Architekten
Berlin, Deutschland



Cradle to Cradle in Architektur und Konstruktion

1. Einführung

1.1. Der Status Quo

Die Welt befindet sich in der grössten Transformation der Menschheitsgeschichte: Ressourcenverknappung, Klimawandel und Bevölkerungswachstum mit einhergehender Urbanisierung, die Dynamisierung der Wirtschaft und Lebensmodelle, Digitalisierung etc., sind hinlänglich bekannt und stellen die Bauindustrie vor immense Herausforderungen. Mit der Frage nach zukunftsfähigen Bauweisen rücken innovative Konzepte, die sowohl der zunehmenden Rohstoffverknappung, der notwendigen Energieeffizienz, als auch dem Flächenverbrauch gerecht werden, immer mehr in den Fokus gesellschaftlichen Interesses. Durch einen notwendigen Paradigmenwechsel in Stadtplanung und Architektur, muss der Gebäudesektor seine gesellschaftliche Verantwortung erbringen. Denn dass die gebaute Umwelt bei diesen Fragen eine wesentliche Rolle spielt, ist unstrittig. Die Frage, ob zirkuläres Bauen dabei lediglich einen Trend darstellt, der bestenfalls eine Nische besetzen wird, erübrigt sich bei der genauen Betrachtung der Fakten:

Die Erde ist ein stofflich geschlossenes System. Gleichzeitig werden in den kommenden Jahren und Jahrzehnten weltweit neue Mega-Metropolregionen in einem Umfang entstehen, die in etwa der Weltbevölkerung von 1930 entsprechen. Der zusätzliche Ressourcenbedarf ist enorm und wird bei global vernetzten Rohstoffmärkten zu Verteilungsfragen und Preissteigerungen führen. Auch die europäischen Städte werden weiterwachsen, im Wesentlichen aber umgebaut und angepasst werden müssen. Wie gehen wir mit den dort jetzt schon gebundenen Ressourcen um? Ein Übergang vom derzeitigen linearen Wirtschaften zu einem zirkulären System der Wieder- und Weiterverwertung wird unvermeidlich sein.

Allerdings ist es notwendig, genau hinzuschauen: Die bereits verbauten Rohstoffe, die sich teilweise als «urban mining» wiedergewinnen lassen, eignen sich nur sehr eingeschränkt für eine echte Weiterverwendung im Sinne des zirkulären Bauens. Sie wurden nicht für eine spätere Wiederverwendung erzeugt und verbaut. Dies gilt vor allem für die Bauten der Nachkriegszeit. Viele Baustoffe lassen sich nicht sortenrein voneinander trennen. Sie sind oftmals schadstoffbelastet oder enthalten nicht definierte Inhaltsstoffe. Upcycling aus diesen Rohstoffen wird deshalb das Problem der Ressourcenknappheit lediglich verzögern können. Früher oder später erreichen diese Baustoffe ihr End-of-Life und werden Abfall im klassischen Sinne sein. In der Regel ist schon die erste Wiederverwendung ein Downcycling-Prozess, indem Baustoffe in ihrem «zweiten Leben» nicht auf demselben Qualitätsniveau wiederverwendet werden können. Deshalb ist eine multiperspektivische Strategie wird notwendig sein, um diese Zukunftsfragen belastbar beantworten zu können.

1.2. Strategien für zirkuläres Bauen

Die Handlungsanforderungen für eine zirkuläre Zukunft liegen auf der Hand: Gebäude und Städte müssen zu Rohstofflagern transformiert werden, in denen sich alle Baustoffe in gleichbleibender Qualität in Kreisläufen führen lassen. Zudem wird den nachwachsenden Baustoffen eine wesentlich höhere Bedeutung zukommen, um die zusätzlichen Bedarfe umweltverträglich bereitstellen zu können. Unsere Energieversorgung muss zudem zu hundert Prozent regenerativ organisiert werden.

Um das zu erreichen brauchen auch wir eine andere Planungskultur und müssen das Verhältnis aller am Bau- und Planungsprozess beteiligter Akteure zueinander neu justieren. Das kann in integralen Planungsprozessen gelingen. Dabei sollte eine partnerschaftliche und offene Arbeitskultur entstehen. Die Chancen und Potentiale des «neuen» Bauens können so frühzeitig herausgearbeitet und in eine ganzheitliche Betrachtung integriert werden.

Die Planung, der Bau und der Betrieb (bis zum Rückbau) sollte sich der Frage widmen, wie ganzheitlich zirkuläres Bauen heute möglich sein kann und wie «ressourcen-positive» Gebäude entstehen können, die maximal kreislauffähig sind. Dazu gehört die grösstmögliche Flexibilität der primären Gebäudestruktur und der zerstörungsfreie Rückbau der wesentlichen Gebäudekomponenten (ohne Minderung der statischen und konstruktiven Eigenschaften) mit dem Ziel, diese wiederverwenden zu können: Bauteile sollen an Ihrem «End of Life» wieder in die jeweiligen Kreisläufe rückführbar sein und Fassaden- und/oder Dachflächen auf Ihre Potentiale zur Energiegewinnung hin überprüft werden. Natürliche Potenziale und passive Massnahmen, können zudem zu einer schlankeren haustechnischen Ausstattung beitragen und die Resilienz im Betrieb steigern.

Davon sind wir heute oftmals weit entfernt. Der überwiegende Teil der aktuell in Planung und Bau befindlichen Gebäude wird diesen Anforderungen nicht gerecht und schafft stattdessen «nicht-kreislauffähige Fakten» für mehrere Jahrzehnte.

1.3. Eine kreislauffähige Zukunft

Die Handlungsanforderungen für eine zirkuläre Zukunft liegen auf der Hand: Gebäude und Städte müssen zu Rohstofflagern transformiert werden, in denen sich alle Baustoffe in gleichbleibender Qualität in Kreisläufen führen lassen. Zudem wird den nachwachsenden Baustoffen eine wesentlich höhere Bedeutung zukommen, um die zusätzlichen Bedarfe umweltverträglich bereitstellen zu können. Unsere Energieversorgung muss zu hundert Prozent regenerativ organisiert werden. Damit Architektur diesen komplexen Anforderungen gerecht werden kann, sind im Wesentlichen drei Voraussetzungen zu erfüllen:

- Abfall wird zu einer Ressource
Alle verwendeten stofflichen Ressourcen lassen sich entweder in den biologischen Kreislauf (Biosphäre) oder den technologischen Kreislauf (Technosphäre) zurückführen und auf gleichbleibendem Qualitätsniveau recyceln. Um dies zu gewährleisten, müssen rückbaubare Konstruktionen systemimmanent werden. Verbundwerkstoffe sind zu vermeiden. Inhaltsstoffe der einzelnen Baustoffe müssen transparent verfügbar sein.
- Regenerative Energien nutzen
Die Energieversorgung muss zu 100% aus erneuerbaren Energien stammen. Die Verwendung von fossilen Energieträgern ist zu vermeiden. Da dies aus unterschiedlichen Gründen derzeit noch nicht immer möglich ist, sollte das Gebäude schon bei der Planung des Energiekonzeptes in Form einer «Roadmap», zukünftige Optimierungen berücksichtigen und auf diese im Bedarfsfall reagieren können (Dies vor allem vor dem Hintergrund einer sich schnellen technischen Entwicklung, sowie zukünftiger klimapolitischer Anpassungen in der Gesetzgebung und aufgrund der Tatsache, dass der Lebenszyklus haustechnischer Komponenten den der primären Gebäudestruktur deutlich unterschreitet).
- Diversität fördern
Gebäude sollten einen Beitrag zur Diversität leisten. Dies umfasst einerseits konzeptionelle Diversität, die sich in kontextbezogener Architektur und baukulturellen Bezügen zeigen kann. Darüber hinaus sollten Gebäude einen aktiven Beitrag zur Biodiversität leisten, anstatt diese durch Versiegelung und Verwendung toxischer Inhaltsstoffe in Bauteilen zu vermindern (z.B. Fungizide in Wärmedämmverbundfassaden)

Zusätzlich ist es unerlässlich, dass wir beim Planen und Bauen lernen müssen, Effizienz- von Effektivitätsstrategien zu unterscheiden. Selbstverständlich ist es wesentlich, Flächen, Energie und stoffliche Ressourcen effizienter zu nutzen. Gleichwohl sollte uns klar sein, dass in den vergangenen Jahrzehnten alle Effizienzstrategien nicht dazu geführt haben, dass die Bedarfe und damit der Verbrauch real gesunken wären. Vielmehr wurden durch eine erhöhte Effizienz, Ressourcen verfügbar, die direkt für die Steigerung des Konsums verwendet wurden. Der Ressourcenverbrauch sank in der Summe nicht und verschob lediglich den Zeitpunkt der jeweiligen Ressourcenknappheit auf einen Zeitpunkt in der Zukunft. Wir können davon ausgehen, dass im Jahr 2050 – trotz zusätzlicher Effizienzstrategien – die Nachfrage nach Ressourcen, das vorhandene Angebot um ca. 8 Milliarden

Tonnen übersteigen und wird. In einem linearen Wirtschaftsmodell, das Ressourcen lediglich verbraucht und an deren End-of-Life als Müll unbrauchbar zurücklässt und damit vernichtet, wird die Nachfrage nach Ressourcen nicht mehr bedient werden können.

Es ist deshalb wesentlich zu verstehen, dass wir zusätzlich zur Effizienzsteigerung effektive Massnahmen zum Erhalt von Ressourcen brauchen werden. Dies kann über die Entwicklung kreislauffähiger Wirtschaftsstrategien erfolgen und sollte beim Planen und Bauen die Grundlage aller konzeptionellen und entwurflichen Strategien sein.

1.4. Die Ressourcenlager der Zukunft: Primäre und Sekundäre Baustoffe

Betrachten wir einerseits den prognostizierten Ressourcenbedarf bis zum Jahr 2050 und andererseits, die uns zur Verfügung stehenden Ressourcen, sind wir zwingend dazu angehalten, Strategien für ein intelligentes Stoffstrommanagement zu diskutieren, weiter zu entwickeln und in unsere Planungs- und Bauprozesse zu implementieren. Uns stehen grundsätzlich zwei Ressourcenlager zur Verfügung:

- **Primäre Baustoffe:** Der überwiegende Teil unsere Baustoffe beziehen wir in grossem Massstab – vor allem seit Beginn der industriellen Revolution – als Primäre Baustoffe aus der Ökosphäre. Vor allem die nichterneuerbaren Rohstofflager, sind – je nach Baustoff – dabei schon unterschiedlich stark erschlossen und ausgebeutet. In global vernetzten Stoffstrommärkten sind deshalb, bei steigender Nachfrage, Preissteigerungen zu erwarten. Bei den Primären Baustoffen, werden den nachwachsenden Baustoffen, deshalb eine immer grössere Bedeutung zukommen. Der Baustoff Holz wird dabei eine zentrale Rolle spielen, da er sich für eine vielfältige Verwendung eignet und zudem grosse Potentiale in Bezug auf Vorfertigung, Transport und einer Wiederverwendung in gleichbleibender Qualität bietet. Wichtig bei Planung von Gebäuden ist es deshalb, den Baustoff im Hinblick auf die Wiederverwendung als zukünftiger Sekundärbaustoff zu verstehen. Einer entsprechenden Konzeption des Gebäudestruktur sowie der Ausbildung der Fügungsdetails, sollte deshalb entsprechende Aufmerksamkeit gewidmet werden. Sowohl im Hinblick auf Ressourcenverfügbarkeit, als auch im Zusammenhang mit der dauerhaften Speicherung von CO₂, sollten sich Holzbauteile möglichst dauerhaft wiederverwenden lassen. Erst in einem zweiten Schritt, sind Bauteile in Form einer Kaskadennutzung zu recyceln. Die thermische Verwertung (oder im Idealfall eine Kompostierung), sollte durch eine stoffliche Weiterverwendung, so lange wie möglich vermieden werden. Dadurch bleibt die Ressource lange verfügbar und entlastet die Nachfrage nach primären Baustoffen.
- **Sekundäre Baustoffe** spielen bisher im Gebäudesektor noch keine signifikante Rolle. Mineralische Rezyklate, werden hauptsächlich in Downcycling-Prozessen als minderwertigere Materialien z.B. im Strassenbau verwendet. Sie eignen sich nur sehr eingeschränkt für Upcycling. Im Recyclingbeton ersetzt das Rezyklat Zuschlagstoffe wie Sand und Kies, was grundsätzlich zu begrüssen ist, da es Landverbrauch und Verknappung dieser endlichen Rohstoffe entgegenwirkt, ist aber kein Ansatz im Sinne echter Kreislaufwirtschaft. Dennoch gilt es, den Fokus auch auf Sekundären Baustoffe der Anthroposphäre zu richten. Die Materialien, die in unseren Städten und Gebäuden «gelagert» sind, stehen uns perspektivisch zur Verfügung. Auch wenn sie nicht im Sinne einer Wiederverwendung erzeugt und verbaut wurden, werden uns hier enorme Massen zur Verfügung stehen. Allein in Deutschland, wächst das anthropogene Lager jedes Jahr um eine Menge an, die der eines Kubus´ mit einer Kantenlänge von 800m entspricht. Der Zugriff auf diese Materialien stellt uns allerdings vor neue Herausforderungen: Wann und in welchem Umfang sind diese Materialien verfügbar? Wie kann die Qualität der Materialien eingeordnet werden und wie geht man mit Gewährleistungsfragen um? Wie lassen sich die Baustoffe in einen Planungsprozess integrieren?
- Zur Erfassung, Qualifizierung und Quantifizierung der Rohstoffe stehen inzwischen digitale Plattformen wie Madaster (<https://madaster.de/>) und Concular (<https://concular.de/de/>) zur Verfügung. Diese digitalen Rohstoffmarktplätze ermöglichen die Einbeziehung sekundärer Materialien in aktuelle Planungsabläufe. Dabei werden die Baustoffe vorab schadstoffgeprüft und deren Qualität dadurch abgesichert.

Es bleibt abzuwarten, wie eine aktive Wiederverwendung der Sekundärmaterialien (als Bauteile oder Baustoffe) und zirkuläre Architekturkonzepte mittelfristig auch die Gestaltung der entsprechenden Gebäude verändern und damit auch Einfluss auf unsere baukulturelle Wahrnehmung der gebauten Umwelt nehmen wird.

2. (Vor-)Bauen für die postfossile Epoche

2.1. Herausforderung in einem komplexen Umfeld

Gebäude sind komplexe «Produkte», die in der Regel in einem ebenso komplexen Umfeld entstehen. Die Hürden in der Umsetzung liegen dabei nicht an fehlenden technischen Lösungen oder Baustoffen. Problematischer ist vielmehr ein Gesamtsystem, das für eine zirkuläre Zukunft bisher nicht gedacht ist: Pfadabhängigkeiten, etablierte Planungs- und Bauprozesse und eine – wenn auch gut gemeinte – Gesetzgebung verhindern oftmals mögliche Innovationen. Neben rein konstruktiven Anforderungen, stellen sich bei der Umsetzung des Prinzips auch grundlegende Fragen an die Finanzierungssysteme, das Einpreisen von Klimafolgekosten in die Errichtung von Gebäuden, sowie fehlgeleitete Subventionen in eine fossile Energieversorgung.

Die Transformation von einem linearen zu einem kreislaufgerechten System ist grundlegend und umfassend und stellt unsere Gesellschaft, sowie das Bauen vor grosse Herausforderungen. Sie betrifft PlanerInnen genauso wie Baustoffindustrie, Versorgungsunternehmen, Gesetzgebung, BauherrInnen und InvestorInnen. Denn neben einer kreislauffähigen Konstruktion müssen Wertstoffkreisläufe entwickelt werden, sich etablieren und dafür neue Geschäftsmodelle entstehen. Erforderlich ist eine ganzheitliche Planungskultur, die integral und transdisziplinär funktioniert. Wir stehen hier erst am Anfang einer umfassenden Transformation die notwendig werden wird, wenn bauliche Entwicklungen möglich werden sollen, ohne unsere Ökosysteme und unsere Ressourcenkapazitäten zu überfordern.

2.2. Ressourcenpositives Bauen ist möglich: WOODSCRAPER, Wolfsburg

Nach einer umfassenden Lebenszyklusbetrachtung und Ökobilanzierung bei dem von der Deutschen Bundestiftung Umwelt (DBU) geförderten Projektes «WOODSCRAPER – Kreislauffähige Hochhäuser aus Holz» kann man feststellen, dass ein «ressourcenpositives» Gebäude grundsätzlich möglich sind. Die WOODSCRAPER+ belegen mit ihrem ganzheitlichen Ansatz, dass Nachhaltigkeit und Design keinen Widerspruch darstellen, sondern Design ein Schlüssel für die Herausforderungen der Zukunft ist. Mittels rationalisierter und integraler Planung, der Integration von Investitions- und Lebenszykluskosten, sowie Ökobilanzanalysen in den Entwurfsprozess, konnte belegt werden, dass ressourcenpositives Bauen mit schlanker Gebäudetechnik selbst in der Typologie Hochhaus ohne Mehrkosten heute schon möglich ist. Ressourcenpositiv bedeutet in diesem Zusammenhang, dass Gebäude über ihre Lebenszeit mehr Ressourcen erzeugen als sie für ihre Errichtung und Instandsetzung benötigen. Es bedeutet auch, dass die eingesetzten Ressourcen sich sortenrein zurückgewinnen lassen und im besten Fall in dieser Zeit wieder komplett nachgewachsen sind.

Die eingesetzten Ressourcen lassen sich sortenrein zur Weiterverwendung zurückbauen um Stoffkreisläufe zu schliessen. Darüber hinaus dienen die eingesetzten, nachwachsenden Rohstoffe als Speicher für Klimagas. Schon während der Errichtung speichern die WOODSCRAPER+ mehr Klimagas in ihrer Konstruktion ein, als für ihre Errichtung benötigt wird. Die WOODSCRAPER+ zeigen: «Vom Ende her zu denken» kann die Prämisse für den Beginn des Bauens der Zukunft sein.



Abbildung 1: Visualisierung WOODSCRAPER, Wolfsburg

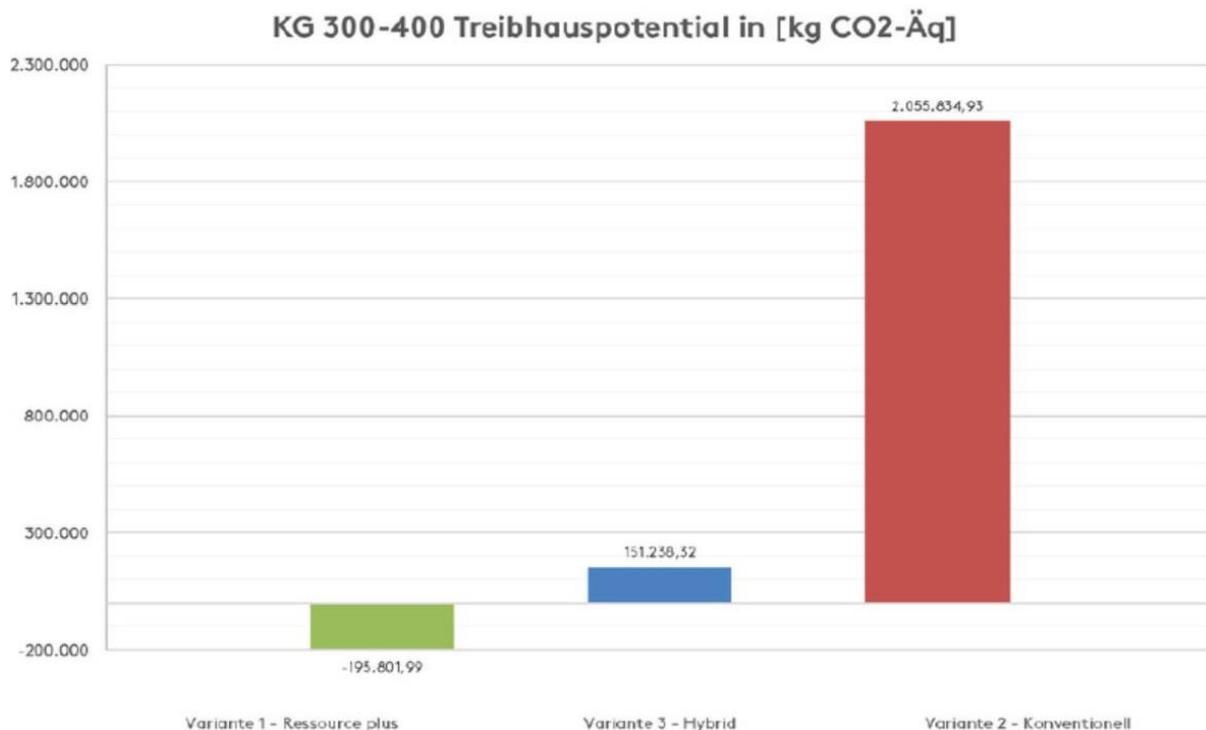


Abbildung 2: Treibhausgaspotential der WOODSCRAPER im Vergleich mit Referenzgebäude

2.3. Dynamische Gebäude: Gründerzentrum Lune Delta, Bremerhaven

Das Gründerzentrum im Lune Delta in Bremerhaven, soll der Initialbau für ein Gewerbegebiet für die «Green Economy» werden. Als Anlaufstation für zukünftige Gewerbetreibende wird das Gebäude zudem, Besuchergruppen zukunftsfähige Architektur erlebbar vermitteln. Auf ca. 6000m² Nutzfläche entstehen Büro- und Arbeitsflächen für Start-Ups grüner Technologien. Aufgrund seiner Nutzung ist eine maximale Flexibilität in der Nutzung zu gewährleisten. Zukünftige Anpassungen an geänderte Mieteranforderungen sind in der Planung mit zu berücksichtigen. Das Projekt eignet sich deshalb hervorragend dazu, zirkuläre Gebäudeprinzipien unter Einbezug des Gebäudebetriebs zu entwickeln. Das Gebäude folgt sowohl in der Errichtung, als auch im Betrieb und einem späteren Rückbau zirkulären Prinzipien. Die Baustoffe sollen sich in die jeweiligen Kreisläufe zurückführen

lassen. Die Nutzer werden in die Nutzung des Gebäudes aktiv mit einbezogen. Auf eine Lüftungsanlage wird verzichtet. Vielmehr nutzt das Gebäude über das zentrale Atrium gebäudestrukturelle Vorteile für eine natürliche Querlüftung. Ein «Commonspace» der der gemeinschaftlichen Nutzung dient und die Kommunikation zwischen den Nutzern fördert, verbindet die vier Geschosse räumlich und visuell.

Die Primäre Gebäudestruktur besteht aus einem Skelettbau in Holzbauweise mit einer Spannweite von 8,1m. Die quadratische Grundstruktur wird sofern keine Schallschutz-technischen Belange entgegenstehen. Mit Sekundärbaustoffen ausgefacht. Dazu prüfen wir im Planungsprozess die Verfügbarkeit von regionalen Baustoffen aus anstehenden Rückbauprojekten.

Das Gebäude wird mit nur einem Brandabschnitt versehen. Dadurch entfallen sämtliche Anforderungen und Kosten an Brandabschlusswände. Die Geschosse, lassen sich – unter Berücksichtigung der Erreichbarkeit der beiden Fluchttreppenhäuser frei aufteilen und unkompliziert an zukünftige Nutzungsanforderungen anpassen.

Die Geothermische Energieversorgung erfolgt über aktivierte Fundamentpfähle und wird ergänzt durch eine Photovoltaikanlage auf dem Dach. Aufgrund des Standorts an der Küste und entsprechender Windverhältnisse, kommen zudem Kleinwindanlagen auf der Dachfläche zum Einsatz. Überschüssiger Strom, wird in Salzwasser-Akkus gespeichert und weitestgehend eigen genutzt.

Das Gebäudekonzept sieht zudem vor. Die Innenausstattung über ein modulares Möbelsystem in einem Leasingverfahren flexibel an die Nutzerbedarfe anzupassen. So wird gewährleistet, dass auch der relativ kurze Lebenszyklus der Möblierung im Ressourcenmanagement Berücksichtigung findet und kein Müll entsteht.

Das Gebäude wird DNBG zertifiziert und strebt den Platin-Status an.



Abbildung 3: Gründerzentrum Lune Delta, Bremerhaven

3. Zusammenfassung

Eine zirkulär organisierte Welt wird in einer postfossilen Epoche eine wesentliche Rolle spielen. Dieser Ansatz steht aus unserer Sicht für einen notwendigen Paradigmenwechsel. Dafür ist aber auch eine breite Debatte notwendig. Wir verstehen diesen Prozess auch als eine grosse Chance, der gebauten Umwelt eine neue Sinnhaftigkeit und inhaltliche Tiefe zu verleihen. Denn nur so, kann Architektur ihrer gesamtgesellschaftlichen Verantwortung gerecht werden.