



# **Nachhaltig und erfolgreich wirtschaften in Architektur, Ingenieur- und Bauwesen**

**So eröffnet der Trend zur  
Nachhaltigkeit der ganzen  
Branche neue Geschäftschancen**

# Nachhaltig und erfolgreich wirtschaften in Architektur, Ingenieur- und Bauwesen



*[Der Nachhaltigkeitstrend könnte] für tatenlose Klimasünder bedeuten, dass die Nachfrage nach ihren Produkten und Dienstleistungen sinkt und dass sie sich mit höheren Kosten für die Emissionen von Kohlenstoffdioxid konfrontiert sehen. Die Folge? Geringere Gewinnmargen und Gewinneinbußen um bis zu 50 Prozent.“*

**Yvonne Ruf**

Partner, Mitglied des Aufsichtsrats von Roland Berger

## **Nachhaltigkeitsbestrebungen konzentrieren sich derzeit größtenteils auf die „Netto-Null“, um die Auswirkungen des Klimawandels zu schmälern.**

Dieses Ziel gilt als erreicht, wenn menschlich verursachte Treibhausgase (THG) weitmöglichst reduziert und die verbleibenden Emissionen durch den Entzug von THGs aus der Atmosphäre kompensiert werden. Die Netto-Null führt die Prioritätenliste von Unternehmen an, hat einen festen Platz im Bewusstsein von Verbraucherinnen und Verbrauchern und bestimmt konstant Gesetzgebungen, Verordnungen und Staatsinvestitionen weltweit. Architektur, Ingenieur- und Bauwesen – kurz AEC – tragen mit ihren Kunden erheblich zum Ausstoß von Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) – dem wichtigsten Treibhausgas – bei. So entfallen auf sie weltweit rund 50 Prozent des Gesamtrohstoffeinsatzes und 36 Prozent des Gesamtenergieverbrauchs.<sup>1</sup> Vor diesem Hintergrund steht kaum eine andere Branche so stark unter Druck, ihre CO<sub>2</sub>-Emissionen zu reduzieren wie der AEC-Sektor.

Regierungsseitig wird die Trendwende hin zur Netto-Null bei THG-Emissionen vorangetrieben. Über 70 Länder, darunter mit China, den USA und der EU die größten Emittenten, haben sich mittlerweile Netto-Null-Ziele gesetzt, die etwa 76 Prozent der weltweiten Emissionen betreffen.<sup>2</sup> Dabei setzen sie auf Anreize und Finanzierungsprogramme – wie den europäischen Green Deal oder den Singapore Green Plan – sowie zunehmend auf Regulierung. Die EU etwa verengt zusehends den gesetzlichen Rahmen, während die USA mit neuen Bestimmungen ihres Gebäudeenergiegesetzes<sup>3</sup> zur Verringerung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes um 900 Millionen Tonnen die Auswirkungen der amerikanischen Baubranche auf den Klimawandel reduzieren wollen.

In der Geschäftswelt orientieren sich die Strategien der meisten Großunternehmen an den Nachhaltigkeitszielen der Vereinten Nationen, bei denen CO<sub>2</sub>-Reduzierung eine zentrale Rolle spielt.

Die sich hieraus ergebenden ESG-Richtlinien für Umwelt, Soziales und gute Unternehmensführung beeinflussen Investitionsentscheidungen maßgeblich. Bei der Klimakonferenz in Glasgow verpflichteten sich über 450 der weltweit größten Banken und Pensionsfonds mit einem Gesamtvermögen von 130 Billionen USD, zur Begrenzung der THG-Emissionen beizutragen.<sup>4</sup>

Auch wenn ESG-Initiativen teilweise nach wie vor auf Skepsis stoßen, könnten sie den Beratern von Roland Berger zufolge „... für tatenlose Klimasünder bedeuten, dass die Nachfrage nach ihren Produkten und Dienstleistungen sinkt und dass sie sich mit höheren Kosten für die Emissionen von Kohlenstoffdioxid konfrontiert sehen. Die Folge? Geringere Gewinnmargen und Gewinneinbußen um bis zu 50 Prozent.“<sup>5</sup>

Dieses E-Book zeigt die Treiber, Defizite und Chancen für Architektur, Ingenieur- und Bauwesen auf, um durch nachhaltigere Ergebnisse zu resilienteren, nachhaltigeren und gerechteren Lebensräumen beizutragen.

Blickt man über die regulatorischen Zwänge hinweg auf die Vorteile für die Branche, so eröffnen sich unserer Ansicht nach spannende Möglichkeiten für differenzierte Lösungen, höhere Liefereffizienz und größere Margen. Wir sind davon überzeugt, dass Nachhaltigkeit nicht nur Bürden, sondern auch Chancen mit sich bringt.

## **Nicolas Mangon**

Vice President,

AEC Industry Strategy bei Autodesk

1 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352710221005623>

2 [www.un.org/en/climatechange/net-zero-coalition](http://www.un.org/en/climatechange/net-zero-coalition)

3 [www.energy.gov/articles/secretary-granholm-announces-new-building-energy-codes-save-consumers-money-reduce-impacts](https://www.energy.gov/articles/secretary-granholm-announces-new-building-energy-codes-save-consumers-money-reduce-impacts)

4 [www.theguardian.com/environment/2021/nov/03/worlds-biggest-banks-to-play-a-role-in-limiting-greenhouse-gas-emissions](https://www.theguardian.com/environment/2021/nov/03/worlds-biggest-banks-to-play-a-role-in-limiting-greenhouse-gas-emissions)

5 <https://www.rolandberger.com/en/Insights/Publications/Climate-action-A-new-competitiveness-paradigm.html>

# Inhalt

- 4 KAPITEL 1  
**Besser als Netto-Null**
- 5 KAPITEL 2  
**Von der Wegwerfgesellschaft zur Kreislaufwirtschaft**
- 15 KAPITEL 3  
**Win-win-Lösung für AEC und Umwelt**

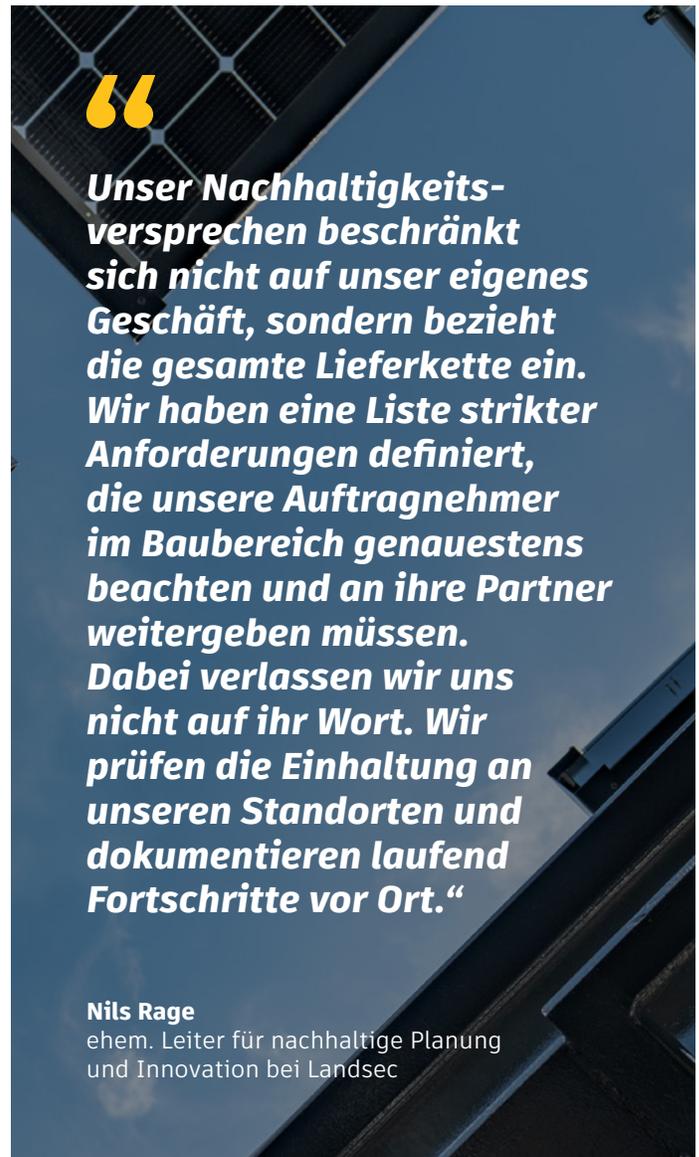
# Besser als Netto-Null

Jeder Bau ist mit CO<sub>2</sub>-Emissionen verbunden: Neben dem sogenannten verkörperten Kohlenstoff aus den verwendeten Baumaterialien fällt auch betrieblicher Kohlenstoff aus dem täglichen Gebäudebetrieb an.

Letzterer wird durch Heizen, Klimatisieren, Beleuchtung sowie jegliche weitere stromintensive Aktivität freigesetzt, während Ersterer der Summe aller Emissionen entspricht, einschließlich derer aus Lieferkette, Ressourcengewinnung, Veredelung, Herstellung sowie Logistik. Dabei kann verkörperter Kohlenstoff bis zu 70 Prozent der in der Lebenszeit des Gebäudes anfallenden Emissionen ausmachen, von denen über die Hälfte bereits vor dem Bezug entsteht. So fallen für ein Büro für 750 Beschäftigte bis zu 10.000 Tonnen verkörperter Kohlenstoff an, was dem Ausstoß für rund 48 Millionen Autokilometer entspricht.<sup>6</sup>

In den letzten 20 Jahren ist die Branche bei Verständnis, Management und Senkung von Emissionen aus Bauaktivitäten ein gutes Stück vorangekommen. So lässt sich mithilfe des Total Carbon Management (TCM) die Summe aus verkörperten und betrieblichem Kohlenstoff eines Gebäudes zuverlässig messen und minimieren. Denkbar sind dabei sogar Gebäude, die das Netto-Null-Ziel übertreffen und der Luft mehr THG entziehen, als sie in ihrer Lebensdauer produzieren (s. hierzu den Abschnitt **Erneuerbare Energien und CO<sub>2</sub>-Sequestrierung** unten).

Diese Stoßrichtung ist in der AEC-Branche jedoch noch relativ neu. So steht ihr laut Matthias Goldmann vom Marktforschungsunternehmen Frost & Sullivan, der zuvor bei Sweco in Schweden für Nachhaltigkeit verantwortlich zeichnete, ein langer Weg bevor: „Gerade bei den wichtigsten Baumaterialien fehlt es an genauen Berechnungen, wie viel tatsächlich nötig ist. Sicherheitshalber legt man daher lieber einfach immer noch eine Schippe drauf. So wird nur aufgrund unpräziser Berechnungen unfassbar viel Material verschwendet.“



<sup>6</sup> [www.theconversation.com/we-have-reusable-cups-bags-and-bottles-so-why-are-our-buildings-still-single-use-171345](http://www.theconversation.com/we-have-reusable-cups-bags-and-bottles-so-why-are-our-buildings-still-single-use-171345)

## AKTIONSPLAN



**Helfen Sie mit! 21 Prozent der 2.000 weltweit größten öffentlichen Unternehmen verfolgen bereits Netto-Null-Ziele – 79 Prozent aber nicht! Der Anteil Letzterer dürfte abseits dieses Rankings noch höher ausfallen. Zu welcher Gruppe gehört Ihr Unternehmen?**

Die AEC-Branche verzeichnet einen massiven Anteil am CO<sub>2</sub>-Ausstoß. Gerade deshalb sollte sie eine Vorreiterrolle auf dem Weg zur Netto-Null einnehmen. – ob freiwillig oder regulatorisch erzwungen. In einem ersten Schritt gilt es daher, Ihr Nachhaltigkeitskonzept zu definieren. Autodesk unterstützt Sie dabei mit einem **Tool zum Vergleich Ihrer aktuellen Nachhaltigkeitsstrategie mit Pionieren aus Deutschland, Österreich und der Schweiz**. Auf Basis dieser Erkenntnisse prüfen Sie bestehende Richtlinien, analysieren innovative zirkuläre Geschäftsmodelle und definieren entsprechende KPIs.

# Weniger Betriebskohlenstoff

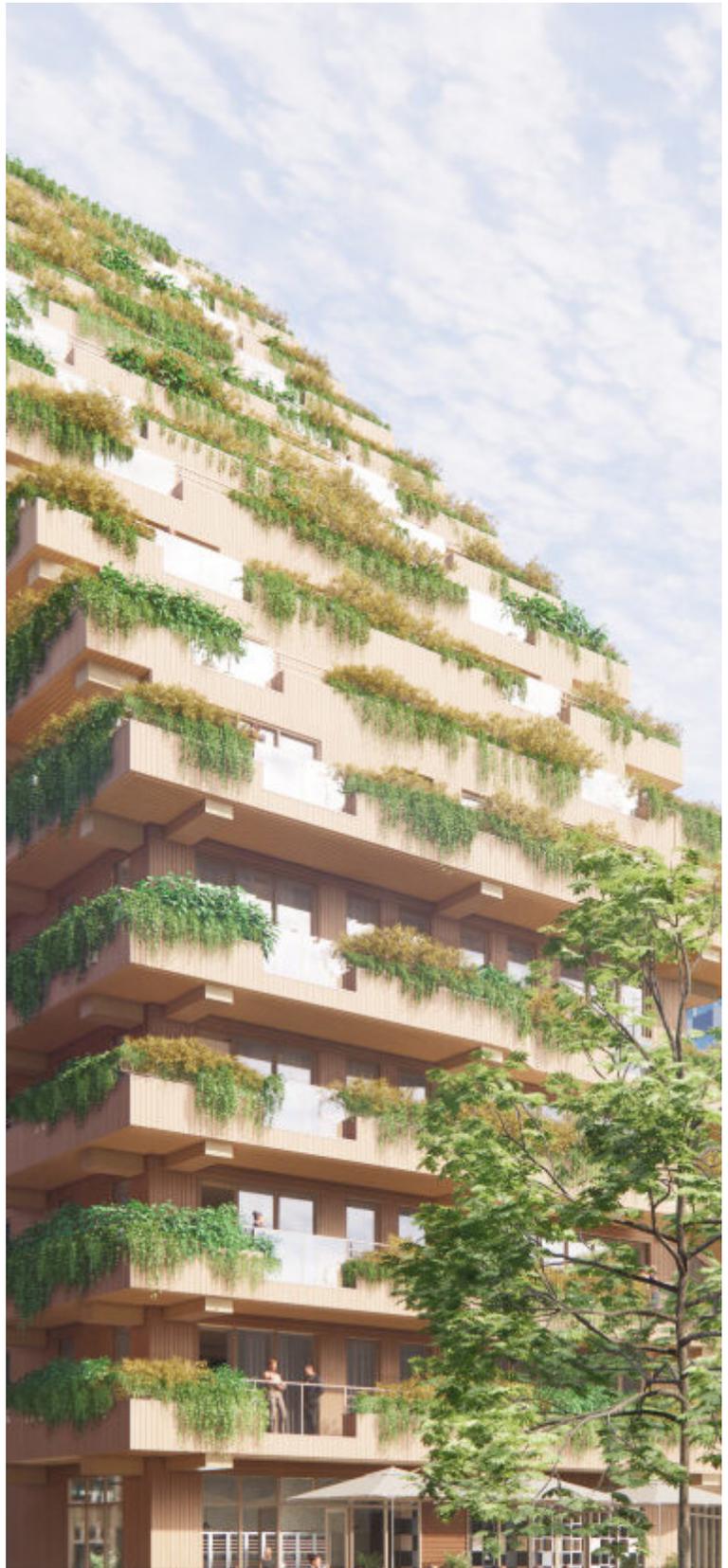
## Standortanalyse und -optimierung

Zur Deckung des weltweiten Wohnungsbedarfs müssen Architektur, Ingenieur- und Bauwesen bis 2050 vor allem in China, Afrika und auf der südlichen Hemisphäre pro Tag durchschnittlich 13.000 Gebäude errichten.<sup>7</sup> Für Städte heißt es, höher, dichter und schneller als früher zu bauen, um der Nachfrage gerecht zu werden. Gleichzeitig sind jedoch auch eine hohe Lebensqualität und wirklich nachhaltige urbane Lebensräume vonnöten.

Für intelligente wie nachhaltige Lösungen von Planungsbeginn an setzen Architektur- und Ingenieurbüros auf digitale Tools. Hier liefern generative Technologien zur Planungs- und Bausimulation detaillierte Standortpläne mit den auf verschiedenste Parameter abgestimmten verfügbaren Optionen. Sie erleichtern es Architekten, Städteplanern und Entwicklern, unter Berücksichtigung von Faktoren wie Tageslichteinfall, Lärm, Aussicht, Wind und Abwasser die Optimallösung zu ermitteln.

Dank früher Standortanalysen lassen sich städtische Wärmeinseln und damit die Negativspirale der selbstgenährten Aufheizung vermeiden, die dazu führt, dass ohnehin wärmere Städte Hitzewellen noch verstärken. Technologiegestützt lassen sich die Temperaturbedingungen in Außenbereichen ermitteln, problematische Gebiete identifizieren und Ideallösungen simulieren, um so noch vor endgültigen Planungsentscheidungen effizientere und nachhaltigere Änderungen vorzunehmen.

Zu Attraktivität und Komfort von Städten und Flächen tragen zahlreiche Faktoren bei, etwa gemütliche Cafés oder belebte Einkaufsstraßen. „Aber auch viele unsichtbare Aspekte spielen eine Rolle wie Lärm, Wind und das Mikroklima“<sup>8</sup>, erklärt Rob Grim, der ehemals bei Mei Architects and Planners im niederländischen Rotterdam die Städteplanung leitete. „Die Auswirkungen von Lärm sind schwer darstellbar, doch ist er bei der Planung neuer Wohnviertel ein gewaltiger Faktor. Wer beispielsweise in Bahnhofsnähe wohnt, freut sich zwar über die gute öffentliche Verkehrsanbindung – will aber nachts auch ruhig schlafen.“ Mithilfe von Tools zur frühzeitigen Standortanalyse können Architekten und Planer diese Aspekte sichtbar machen und darüber aufklären.



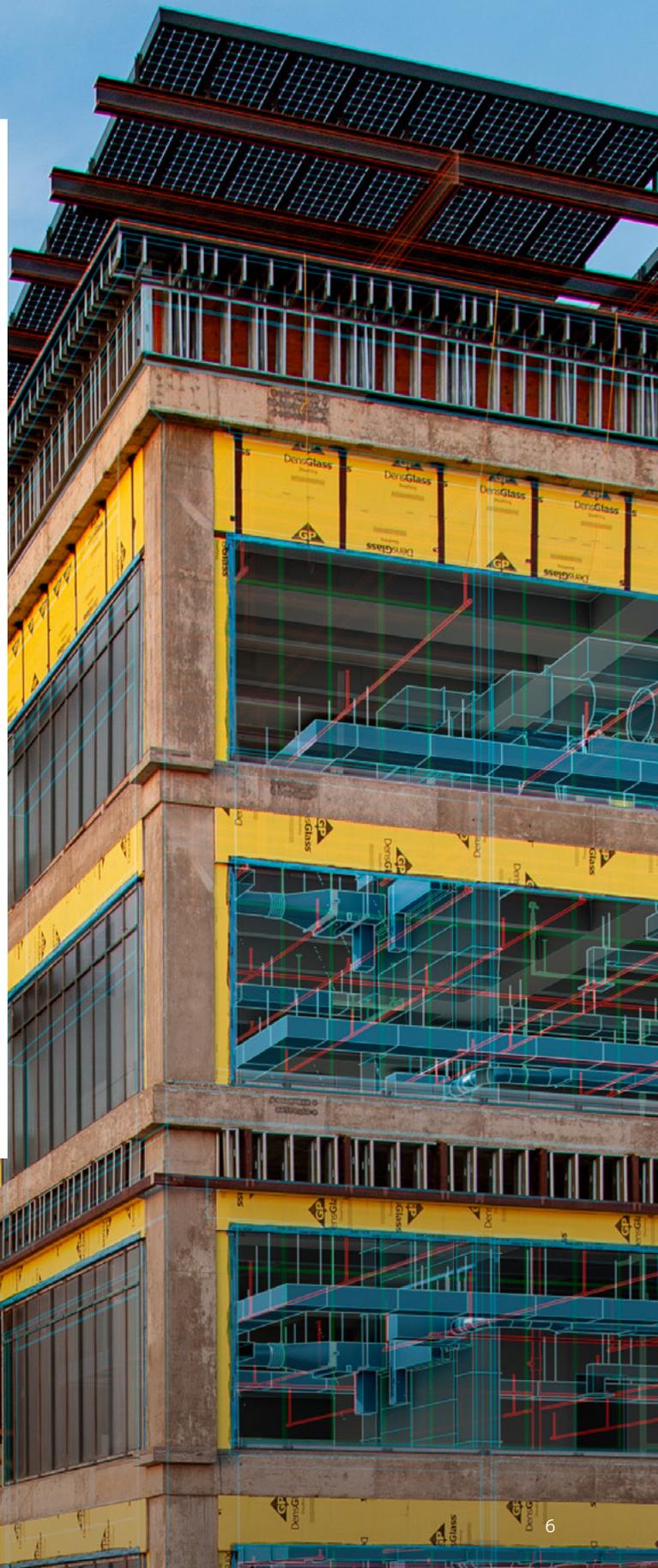
SAWA, „das grünste Gebäude der Niederlande“ und Rotterdams erstes Wohnhochhaus aus Holz, wurde von Mei geplant und setzt größtenteils auf Brettsperrholz. Bild: Mei

## Frühzeitige Energieanalyse

Technologie bietet Planungs- und Entwicklungsteams auch beim Energieverbrauch von Gebäuden wichtige Stellschrauben. Mithilfe von Energieanalysetools können sie den voraussichtlichen Energiebedarf von Gebäudeentwürfen bereits ab der konzeptuellen Auslegung bis zur Übergabe modellieren.

Die visuell dargestellten Leistungskennzahlen wie prognostizierter Energieverbrauch und Betriebskosten geben bei Veränderungen in Echtzeit Auskunft über Ursache und Wirkung. So hat etwa der Fensterflächenanteil maßgeblichen Einfluss auf den Sonnenlichteinfall ins Gebäude. Ein gut isoliertes zweistöckiges Betongebäude mit einem winzigen Fenster in einer warmen Klimazone heizt sich zwar kaum auf, muss jedoch weitgehend künstlich beleuchtet werden. Umgekehrt erfordert ein nahezu gläsernes zweistöckiges Gebäude am gleichen Standort aufgrund seines Treibhauseffekts eine starke Klimatisierung, um angenehme Innentemperaturen zu erzielen; der Beleuchtungsbedarf hingegen ist gering.

Das Wissen um den Einfluss einer Veränderung des Fensterflächenanteils – und vieler weiterer Parameter – auf den Energiebedarf über die gesamte Konzeptionsphase eines Gebäudes hinweg ermöglicht Planungsteams fundierte Entscheidungen zu Energieverbrauch und -kosten ihrer Entwürfe.



## Kultur- und Sportzentrum Jie Fang Nan Lu, China

Für das Kultur- und Sportzentrum in der Gemeinde Jie Fang Nan Lu im chinesischen Guangzhou hat das Tianjin Architecture Design Institute den Entwurf auf Klima, Standort und Funktion des Gebäudes abgestimmt. Ziel war ein umweltfreundliches Gesamtkonzept mit innovativen mechanischen, elektrischen und sanitären Systemen für einen möglichst geringen Energieverbrauch.<sup>9</sup>

Anfangs lagen vier Entwürfe auf dem Tisch, unter denen sich unter Berücksichtigung etwa von Lichteinfall, Wind, Temperaturen und Topografie die Ideallösung mit Energie aus erneuerbaren Quellen wie Solartechnologie und Geothermie herauskristallisierte. Alle Beteiligten erhielten bei Überarbeitungen in Echtzeit direkt eine aktualisierte Modellfassung inklusive Analysedaten jedes Gewerks.

Mithilfe von Simulationen und Analysen verbesserte das Planungsteam den Entwurf und nutzte Feldsimulationen und Lichteinfallanalysen für die klimagerechte Abstimmung. Zudem berücksichtigte es die Innenraumnutzung und -ausleuchtung zur Optimierung von Fensteröffnungen für einheitlichen Lichteinfall. Durch Berechnung und Optimierung des Fensterflächenanteils konnte so der Energiebedarf reduziert werden. Windsimulationen um das Gebäude wiederum ließen ein Atrium mit eigenem Mikroklima entstehen, durch das zur Temperaturstabilisierung Außenluft in andere Räume gelangt. Mithilfe von Daten über Solarstromerzeugung erstellte das Team ein detailliertes Analysemodell für ein Dach mit 15-Grad-Neigung sowie eine Berechnung der monatlichen Stromgewinnung innerhalb eines Jahres unter den örtlichen Klimabedingungen.



Bild: BIM Design Centre, Tianjin Architecture Design Institute

## Erneuerbare Energien und CO<sub>2</sub>-Bindung

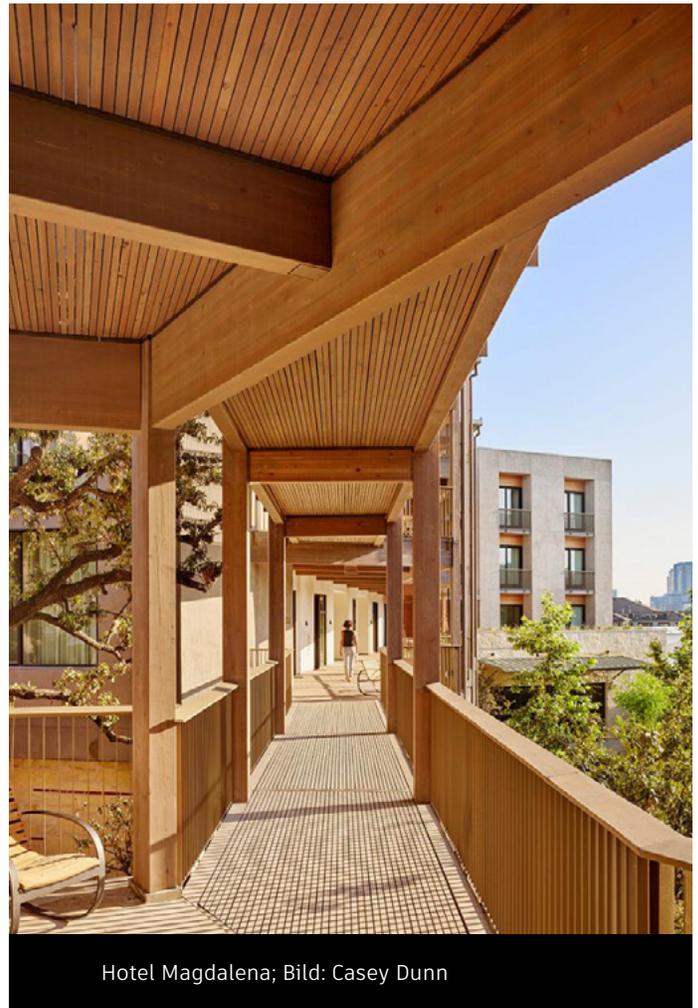
Um das Netto-Null-Ziel zu erreichen oder zu übersteigen, müssen Gebäude die benötigte Energie mithilfe erneuerbarer Energien – oft in Form von Photovoltaik (PV) – übers Jahr gerechnet selbst erzeugen können. Da die Technologie mitsamt standorteigener Speichermöglichkeiten zusehends erschwinglicher wird, steigt die Wahrscheinlichkeit, dass Bauten die Netto-Null sogar noch übertreffen können.

Das PV-Potenzial hängt dabei von zahlreichen Faktoren wie dem geografischen Standort und seinem Klima, der Dachfläche und -neigung oder dem Schattenwurf von Nachbargebäuden ab. Nur unter Kenntnis dieser Aspekte lassen sich fundierte Entscheidungen treffen.

Mithilfe prädiktiver Analyse können Planungsteams das PV-Potenzial ihrer Entwürfe darstellen und die Auswirkungen von Änderungen – etwa an Ausrichtung, Größe oder Neigung – auf die Sonneneinstrahlung nachvollziehen sowie das Stromerzeugungspotenzial mittels PV-Panels ermitteln (siehe Abschnitt **Kultur- und Sportzentrum Jie Fang Nan Lu** oben).

Auch neue Materialien tragen erheblich zur Kohlenstoff-reduzierung bei. So stecken in einem Kubikmeter herkömmlicher Ziegel 357 Kilogramm CO<sub>2</sub>-Emissionen, wohingegen dieselbe Menge Beton mit 3.507 Kilogramm das Zehnfache verursacht. Bei Hanfbeton, einer Mischung aus Hanf und Kalk, belaufen sich die verkörperten Emissionen pro Kubikmeter auf -108 Kilogramm CO<sub>2</sub><sup>10</sup>, da die Hanfpflanze beim Wachsen mehr Kohlenstoff bindet, als bei der Verarbeitung zu Hanfbeton freigesetzt wird.

Auch viele andere Materialien binden Kohlenstoff – die sogenannte Sequestrierung – und verursachen weniger verkörperte Emissionen. So ist der ökologische Fußabdruck etwa von Brettsperholz sehr gering, da der Holzwerkstoff den beim Wachsen aufgenommenen Kohlenstoff sequestriert.



Hotel Magdalena; Bild: Casey Dunn

Das von Lake|Flato entworfene Hotel Magdalena<sup>11</sup> im Stadtkern von Austin, Texas, etwa ist Nordamerikas erstes Boutique-Hotel in Massivholzbauweise. Durch diese lassen sich jüngsten Ergebnissen zufolge – je nach durch Holz ersetzter Beton- oder Stahlmenge – CO<sub>2</sub>-Einsparungen von 38 bis 58 Prozent erzielen.

7 <https://redshift.autodesk.com/building-the-future/>

8 <https://www.spacemakerai.com/blog/data-driven-me-i-happy-healthy>

9 [www.cimtechnologies.com/wp-content/uploads/2018/03/tianjin-architecture-design-institute-customer-success-story-en.pdf](http://www.cimtechnologies.com/wp-content/uploads/2018/03/tianjin-architecture-design-institute-customer-success-story-en.pdf)

10 [www.researchportal.bath.ac.uk/en/publications/hemp-lime-construction-a-guide-to-building-with-hemp-lime-composi](http://www.researchportal.bath.ac.uk/en/publications/hemp-lime-construction-a-guide-to-building-with-hemp-lime-composi)

11 <https://www.autodesk.com/customer-stories/lake-flato>

### JETZT HANDELN



**Viele Unternehmen können den betrieblichen Kohlenstoff bereits sehr genau berechnen. Eine maßgebliche Stellschraube für die AEC-Branche ist jedoch verkörperter Kohlenstoff – den die meisten Unternehmen bisher noch vernachlässigen.**

Mithilfe digitaler Tools lässt sich diese komplexe Aufgabe bereits teilweise automatisieren, sodass Planungsteams Lösungen nach den Anforderungen ihrer Kunden entwickeln und testen können. Einen guten Ausgangspunkt bietet das kostenlose Open-Source-Tool Embodied Carbon in Construction Calculator – kurz EC3 –, mit dem sich die Auswirkungen von Planung und Materialbeschaffung auf die CO<sub>2</sub>-Bilanz transparent berechnen lassen.

# Von der Wegwerfgesellschaft zur Kreislaufwirtschaft



**Der Kreislaufgedanke setzt sich immer stärker durch. Für anhaltenden Erfolg muss die Baubranche technologiegestützt einen Paradigmenwechsel vollziehen. Dabei gilt es hauptsächlich, unseren Kunden durch zirkuläres Bauen das Erreichen ihrer Nachhaltigkeitsziele zu ermöglichen.“**

**Janicke Poulsen Garmann**

Executive Vice President für Norwegen bei Norconsult

Das Konzept der Kreislaufwirtschaft entwickelt sich zunehmend zum Hoffnungsträger, der für mehr Nachhaltigkeit sorgen könnte – eine gewaltige Aufgabe. Dabei stellt es unser derzeitiges Konsummodell von Grund auf infrage, das nach wie vor auf einer linearen Wegwerfgesellschaft basiert, in der Rohstoffe gewonnen, verarbeitet, konsumiert und schließlich entsorgt werden. Im Kreislaufmodell hingegen fällt weniger Müll an, Ressourcen bleiben erhalten und die Natur wird regeneriert.

Das Konzept gewinnt rasant an Boden. Dem jährlich erscheinenden Circularity Gap Report zufolge funktioniert die Welt nur zu 9 Prozent nach Kreislaufprinzip<sup>12</sup>, das jedoch regierungsseitig zunehmend auf Unterstützung stößt. So hat die EU einen Aktionsplan für die Kreislaufwirtschaft<sup>13</sup> verabschiedet, während die niederländische Regierung bis 2030 zu 50 Prozent und bis 2050 vollständig auf Kreislaufwirtschaft umgestellt haben will. China wiederum will mit seinem neuen Mehrjahresplan für die Entwicklung der Kreislaufwirtschaft Ressourceneffizienz und Innovationsgeschwindigkeit steigern sowie seinen Klimaverpflichtungen nachkommen.<sup>14</sup>

Erfolgreiches zirkuläres Bauen erfordert eine solide Planung und große Mengen an Daten, um sicher alle Gebäudebestandteile einzubeziehen. Mit der Digitalisierung von Projekten vom konzeptuellen Entwurf über den Bau bis hin zum Betrieb von Gebäuden geht die Branche den ersten wichtigen Schritt, um eine zirkulär gebaute Umgebung wahr werden zu lassen.

## Kreislaufwirtschaft und die Olympischen Spiele 2021 in Tokio

Die Olympischen Spiele in Tokio 2021 verfolgten das Ziel, 99 Prozent aller Erzeugnisse und 65 Prozent der Abfälle wiederzuverwenden oder -zuverwerten, um das Potenzial eines umfassenden Kreislaufkonzepts aufzuzeigen.<sup>15</sup> Überall – auch an den Austragungsstätten – flossen Wiederverwendung und Rückbaubarkeit in die Planung ein, und nur acht der 43 Gebäude wurden neu gebaut. Baustoffe, etwa das Holz für die Olympic Village Plaza, wurden von lokalen Regierungen gestiftet und später zurückgegeben oder in anderen Infrastrukturprojekten verwendet.

Wiederverwendung spielte auch in der Beschaffungsstrategie Tokios eine zentrale Rolle: So wurden die meisten Waren gemietet oder im Rahmen von Rückkaufvereinbarungen mit den Herstellern erworben. War eine Anmietung nicht möglich, sicherte ein Wiederverkaufssystem den Produkten ein Leben nach den Spielen zu.



<sup>12</sup> <https://www.circularity-gap.world/2024>

<sup>13</sup> [https://environment.ec.europa.eu/strategy/circular-economy-action-plan\\_en](https://environment.ec.europa.eu/strategy/circular-economy-action-plan_en)

<sup>14</sup> [www.china-briefing.com/news/chinas-circular-economy-understanding-the-new-five-year-plan](http://www.china-briefing.com/news/chinas-circular-economy-understanding-the-new-five-year-plan)

<sup>15</sup> [www.planetark.azurewebsites.net/newsroom/news/](http://www.planetark.azurewebsites.net/newsroom/news/)

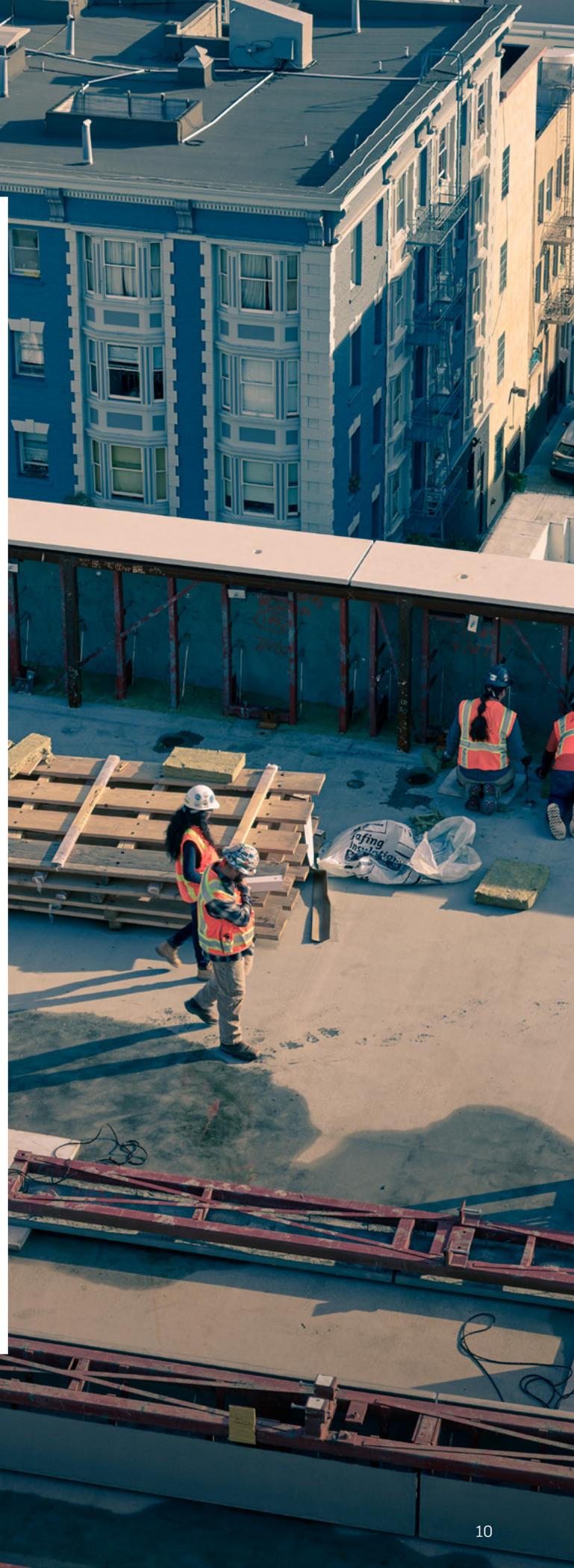
[how-the-tokyo-olympics-are-embracing-the-circular-economy](http://www.planetark.azurewebsites.net/newsroom/news/how-the-tokyo-olympics-are-embracing-the-circular-economy)

## Bau- und Abrissabfälle

Kreislaufwirtschaft wird oft nach dem 3R-Prinzip – Reduce (Abfallvermeidung), Reuse (Wiederverwendung) und Recycle (Recycling) – definiert. Dabei sollen die Auswirkungen menschlichen Handelns durch geringere Abfallmengen, Verschmutzung und Ressourcennutzung minimiert werden. Ein zweites 3R-Konzept – Remediation (Sanierung), Restoration (Restaurierung) und Regeneration (Regenerierung) – soll beeinträchtigte Ökosysteme wiederherstellen.

Von Architektur, Ingenieur- und Bauwesen als größten Rohstoffverbrauchern der Erde hängt maßgeblich ab, ob die Welt das Netto-Null-Ziel erreicht. Gemäß der Ellen MacArthur Foundation, die sich federführend für Zirkularität stark macht, werden die meisten Gebäudestrukturen am Ende ihrer Lebensdauer einfach abgerissen, wobei weltweit nur 20 bis 30 Prozent der Bau- und Abrissabfälle derzeit recycelt oder wiederverwendet werden.

Dabei variiert das Bild von Region zu Region. Dank der Abfallrahmenrichtlinie der EU, wonach bis 2020 70 Prozent des Bau- und Abrissabfalls recycelt werden mussten, sind die Recyclingraten europaweit konstant hoch und übertreffen das Ziel seit 2016 sogar. In China, wo bis 2050 323 Milliarden Tonnen Neubauten entstehen werden, liegen sie bei etwa 5 Prozent.<sup>16</sup> Japan wiederum, wo die durchschnittliche Lebensdauer eines Wohngebäudes nur 25 Jahre beträgt, bevor es abgerissen oder aufgegeben wird, nimmt – neben Südkorea – mit einer Recyclingrate von 97 Prozent die Weltspitze ein.<sup>17</sup> Mangels natürlicher Ressourcenvorkommen ist Zirkularität in dem Land gängige Praxis. Maßnahmen zur Verringerung der Ölabhängigkeit, Müll und Umweltauswirkungen sowie zur Förderung des öffentlichen Bewusstseins und Aufklärung gehören dort seit Langem zum Alltag.





**Bei TATA Projects gilt Digitalisierung bei der Bauüberwachung als Nachhaltigkeitskennzahl im Sinne der UN-Nachhaltigkeitsziele. Digitaltechnologien gehören zu vielen unserer Services und wir nutzen zahlreiche IoT-basierte Anwendungen – etwa um den Wasser- und Energieverbrauch sowie die Luftqualität zu messen.“**

Sashidhar Karamballi  
Leiter Projektdienste (Services SBG)  
bei Tata Projects Limited

## Technologie als Treiber der Kreislaufwirtschaft

Mithilfe moderner Technologien lässt sich der Materialbedarf für Projekte beträchtlich verringern. „Das steht und fällt mit einer zirkulären Planung“, erklärt Marius Jablonskis, Technologieleiter bei Norconsult. „Wir achten zunehmend darauf, wie wir mittels Daten und Prozessen wie maschinellem Lernen intelligenter und mit weniger Ausschuss arbeiten können. Beispielsweise liefern 3D-Modelle – anders als Zeichnungen – verlässliche Daten zur tatsächlich notwendigen Menge an Beton, was Verschwendung vermeidet.“

Eine wissenschaftliche Studie<sup>18</sup> nennt zehn Digitaltechnologien, die zirkuläres Bauen fördern: additive bzw. robotische Fertigung, künstliche Intelligenz (KI), Big Data und Datenanalyse, Blockchain, Building Information Modeling (BIM), Digitalplattformen bzw. -märkte, digitale Zwillinge, geografische Informationssysteme (GIS), Materialpässe bzw. -datenbanken sowie das Internet der Dinge (IoT).

GIS etwa dienen zusammen mit BIM zur Identifizierung, Kartierung und Verwaltung von im Gebäudebestand vorhandenen Ressourcen für deren künftige Wiederverwendung bzw. Umnutzung. In einer Studie der japanischen Stadt Kitakyūshū wurden mittels GIS-Analyse leerstehende Häuser und ihr Materialbestand identifiziert, um fundiert über die künftige Ressourcennutzung entscheiden zu können.<sup>19</sup>

16 [www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921344917303142](http://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921344917303142)

17 [www.sciendo.com/pdf/10.2478/ncr-2021-0009](http://www.sciendo.com/pdf/10.2478/ncr-2021-0009)

18 [www.res.mdpi.com/d\\_attachment/sustainability/](http://www.res.mdpi.com/d_attachment/sustainability/)

[sustainability-13-06348/article\\_deploy/sustainability-13-06348-v2.pdf](http://sustainability-13-06348/article_deploy/sustainability-13-06348-v2.pdf)

19 [www.mdpi.com/2071-1050/12/13/5363](http://www.mdpi.com/2071-1050/12/13/5363)

## JETZT HANDELN



### Wie gut wäre Ihr Unternehmen auf den Wunsch eines Kunden vorbereitet, zirkulär zu planen und zu bauen?

Technologie und Daten tragen zu mehr Nachhaltigkeit bei. So gehört BIM zu den Schlüsselverfahren für Kreislaufprojekte, mit dem Architekten und Ingenieure jeden Gebäudebestandteil dokumentieren und nachverfolgen können. Damit können Baufirmen Baustoffe von Schrauben und Muttern bis hin zum vollständigen Heizungs-, Lüftungs- und Klimatisierungssystem demontieren und wiederverwenden, statt Altes wegzuwerfen und Neues zu produzieren.

Generatives Design sorgt mithilfe von KI für fundiertere Materialentscheidungen, da bekannt ist, welche Gebäudebestandteile sich zerlegen und wiederverwenden lassen. Planer und Ingenieure hinterlegen in der Software neben Designzielen Parameter wie Performance oder Raumanforderungen, Materialien, Fertigungsmethoden und Kostenrahmen. Das Programm prüft sodann alle möglichen Permutationen und generiert im Handumdrehen verschiedene Optionen. Es lernt aus jeder Iteration, was funktioniert und was nicht.

Mit diesem Vorgehen lagert jedes Gebäude als „Materialbank“ (siehe **Adaptive Wiederverwendung** unten) wertvolle Baustoffe und -teile, die später oder bei Baufähigkeit entnommen und anderweitig eingesetzt werden können.

# Adaptive Wiederverwendung

Neben vermehrtem Recycling von Bau- und Abrisschutt wenden sich Vorreiter der AEC-Branche auch dem zweiten R – Reuse – des Kreislaufkonzepts zu. Dabei prüfen Architekten, Ingenieure und Baufirmen – statt immer auf Neubauten zu setzen – zunächst, ob sich bestehende Strukturen oder Gebäude gemäß den Kundenanforderungen umgestalten lassen, und zweitens Möglichkeiten zur Wieder- oder Umnutzung von Werkstoffen aus Gebäudebestand.

Nach diesem Rezept lassen sich Großaufträge gewinnen, bei denen sich Neumaterialbedarf, ökologischer Fußabdruck und Kosten für den Kunden erheblich reduzieren.

Bei der Ausschreibung der Brücke Queensferry Crossing, die die 50 Jahre alte Forth Road Bridge in Schottland ersetzte, schlugen das Beratungsbüro Arup und sein Partner Jacobs Engineering vor, die alte Brücke für Leichtverkehr zu nutzen, statt der neuen den gesamten Verkehr aufzubürden.

Das Ergebnis waren eine kleinere Neukonstruktion, deutliche Materialeinsparungen und ein mit 1,4 statt 4,2 Milliarden GBP um sagenhafte zwei Drittel geringeres Projektbudget.<sup>20</sup>



Ähnlich lief es beim französischen Steuer- und Buchhaltungsunternehmen CDER, für dessen Erweiterung in der „Champagner-Hauptstadt“ Épernay zunächst ein unansehnliches Gebäude aus den 1960er-Jahren weichen sollte.<sup>21</sup> Dem Pariser Architekturbüro OUYOUT fiel als Außenstehendem die effiziente Raumnutzung des Gebäudes auf, weshalb es mit einer umweltfreundlichen Renovierung aufwartete – die den unbeliebten Bau kostengünstiger mit dem Stadtbild in Einklang zu bringen vermochte.

Bisweilen können in Projekten zur adaptiven Wiederverwendung 90 Prozent der Ursprungsmaterialien wiederverwendet werden oder am Standort verbleiben.<sup>22</sup> Derart hohe Wiederverwendungsraten lassen sich mithilfe von Materialpässen erzielen. Bei dieser wichtigen Innovation handelt es sich um digitale Dokumente mit allen Werkstoffen eines Produkts oder Baus sowie Daten über deren Wertgehalt für Wiedergewinnung, -verwendung und Recycling. Die auf die niederländische gemeinnützige Madaster Foundation zurückgehenden Materialpässe kartieren in Gebäuden verwendete Ressourcen, geben beim Abriss Auskunft über deren Wiederverwendbarkeit und steigern die Recyclingrate.

Durch Kennzeichnung und detaillierte Dokumentation aller enthaltenen Materialien werden Gebäude zu richtiggehenden „Materialbanken“. Steht dann eine Umnutzung an, bei der etwa ein altes Gefängnis zu günstigem Wohnraum oder ein Hotel zum Bürogebäude wird, lassen sich alle Bestandteile analysieren und die adaptive Wiederverwendung planen. Hat ein Gebäude hingegen definitiv sein Lebensende erreicht, kann es rückgebaut statt abgerissen und das wiedergewonnene Material in anderen Bauten eingesetzt werden.

Zur effizienten Verwaltung dieser immer wichtigeren Ressourcen mithilfe von Materialbanken oder -pässen bedarf es moderner Technologien wie BIM und GIS, um potenziell wiederverwendbare Stoffe zu identifizieren, zu dokumentieren und zu extrahieren. Dies legt den Grundstein für neue Wertschöpfung, wie das Beispiel des Flughafens Schiphol in Amsterdam zeigt: Dort wurde das Cargo Building 18 an ein lokales Unternehmen verkauft, ab- und an einem neuen Standort mithilfe von Materialpassdaten wieder aufgebaut – bei CO<sub>2</sub>-Einsparungen von über 3 Millionen Kilogramm.<sup>23</sup>



Gelungene Renovierung des CDER-Gebäudes im französischen Épernay mit grüner Doppelfassade; Bild: OUYOUT Architects

## Wiederverwendung von Altmaterial im Kendeda Building for Innovative Sustainable Design

In den USA strebte das Projektteam hinter dem Kendeda Building for Innovative Sustainable Design<sup>24</sup> auf dem Universitätsgelände des Georgia Institute of Technology in Atlanta eine Zertifizierung durch das Programm „The Living Building Challenge“ mit den weltweit strengsten Standards für grünes Bauen an. Dabei trug die Nutzung von Altmaterialien maßgeblich dazu bei, 90 bis 100 Prozent der Recyclingkriterien zu erfüllen. So beinhalten Gebäudestruktur und -fundament ein Dutzend verschiedener Altmaterialien. Die Baustoffe stammten sogar vom Campus selbst, darunter Kiefernholzbalken aus den 1880er-Jahren, die nach einer Turmrenovierung in einem Treppenhaus verbaut wurden.

Dank nachhaltiger Technik wie Komposttoiletten, PV-Dachanlagen und Feuchtgebieten zur natürlichen Behandlung von Abwässern übersteigen Energieerzeugung und Wassereinsparungen des Baus zudem seinen Verbrauch.

## Vorfertigung, Auf- und Abbau sowie industrialisiertes Bauen als Planungsfaktoren

Tatsache ist und bleibt: Bis 2050 muss die städtische Baulandschaft der Circularity Gap Reporting Initiative zufolge um 60 Prozent anwachsen.<sup>25</sup>

Idealerweise müsste hierzu so geplant und gebaut werden, dass Gebäude auf adaptive Wiederverwendung bzw. Demontage und Wiederverwendung statt Recycling ausgelegt sind, das seinerseits energieintensiver und umweltschädlicher ist.

Für diese herausfordernde Aufgabe braucht es innovative Geschäftsmodelle, bei denen industrialisiertes Bauen bereits eine zentrale Rolle spielt. Bei diesem halten Produktionstechniken in der Baulandschaft Einzug, womit sich ein erheblicher Teil der Wertekette auf die Vorfertigung verlagert. „Ohne die Umstellung auf industrialisiertes Bauen inklusive Vorfertigung werden

wir die künftigen Infrastrukturanforderungen meines Erachtens nicht erfüllen“, sagt Amy Marks, Vice President Industrialized Construction Strategy bei Autodesk.

Industrialisiertes Bauen trägt auch massiv zur Abfallreduzierung bei. Denn wenn große Strukturteile standardisiert in der Fabrik gefertigt und vor Ort aufgebaut werden können, erhöht sich die Materialeffizienz bei gleichzeitig deutlich weniger Ausschuss erheblich.

<sup>20</sup> [www.arup.com/projects/queensferry-crossing](http://www.arup.com/projects/queensferry-crossing)

<sup>21</sup> <https://www.autodesk.com/de/design-make/articles/umweltgerecht-sanieren>

<sup>22</sup> [www.ribaj.com/intelligence/step-4-closed-loop-systems-from-the-re-use-atlas-duncan-baker-brown-intelligence](http://www.ribaj.com/intelligence/step-4-closed-loop-systems-from-the-re-use-atlas-duncan-baker-brown-intelligence)

<sup>23</sup> [www.schiphol.nl/en/real-estate/news/circular-dismantling-of-cargo-building-18-at-schiphol-completed](http://www.schiphol.nl/en/real-estate/news/circular-dismantling-of-cargo-building-18-at-schiphol-completed)

<sup>24</sup> [www.redshift.autodesk.com/reusing-construction-materials](http://www.redshift.autodesk.com/reusing-construction-materials)

<sup>25</sup> [ww3.rics.org/uk/en/modus/natural-environment/climate-change/material-world.html](http://ww3.rics.org/uk/en/modus/natural-environment/climate-change/material-world.html)

# Win-win-Lösung für AEC und Umwelt

**Zwar unterscheidet sich das Kreislaufmodell teilweise erheblich von aktuellen Gepflogenheiten der AEC-Branche, doch können Unternehmen gerade hier ansetzen, um gegenüber Mitbewerbern innovativ Kosten zu sparen, sich abzuheben und mehr Projekte mit größeren Margen für sich zu entscheiden.**

Apropos Kosten: Verstöße gegen Netto-Null-Ziele werden aufgrund von Mechanismen wie CO<sub>2</sub>-Abgaben immer teurer. Die Auswirkungen sind laut Troy Powell, Head of Sustainability bei Orica, bereits zu spüren: „[Der CO<sub>2</sub>-Markt] kann zur Treibhausgasreduzierung anreizen. Durch Prozessoptimierungen, neue Technologien und intelligentere Lösungen verringern wir den verkörperten Kohlenstoff in unseren Produkten, nutzen verstärkt erneuerbare Energien sowie Altmaterialien und steigern damit weltweit unsere Wettbewerbsfähigkeit.“

Unternehmen, die das Kreislaufkonzept in ihre Kundenberatung einfließen lassen, werden sich zunehmend von der Konkurrenz abheben können, wie das Beratungsbüro Arup bei der Ausschreibung für die Erneuerung der 50 Jahre alten Forth Road Bridge in Schottland feststellte (siehe **Adaptive Wiederverwendung** oben).

Auch die Gewinnmarge steigt potenziell. „**Viele Unternehmen denken allgemein, Nachhaltigkeitsinitiativen könnten ihre Rentabilität kurzfristig kaum verbessern**“, sagt Jae Yeon Cho, Vice President Digital Transformation von SK ecoplant. „**SK ecoplant jedoch ist überzeugt, dass es seine Rentabilität seinen zahlreichen Nachhaltigkeitsinitiativen verdankt.**“

“

**Unsere Strategie nach ESG-Grundsätzen erfüllt nicht nur regulatorische und Kundenanforderungen, sondern ist definitiv auch ein Wettbewerbsvorteil – insbesondere auch deshalb, weil wir ein börsennotiertes Unternehmen sind.**

**Ong Jee Lian**

Group Chief Sustainability Officer bei Gamuda

Dieses E-Book zeigt zahlreiche Möglichkeiten auf, wie Architektur, Ingenieur- und Bauwesen sich dank Netto-Null-Bestrebungen und Kreislaufkonzept neu erfinden und ESG-Ziele erfüllen können. Autodesk ist davon überzeugt, dass Unternehmen mithilfe datengestützter Erkenntnisse fundierter entscheiden sowie Planung und Prozesse optimieren können, was wiederum zu mehr Nachhaltigkeit führt.

Diese komplexe Zielsetzung geht weit über manuelle Verfahren hinaus: In diesem auf Systemdenken basierenden Ansatz, bei dem Ressourcen in einem geschlossenen Kreislauf eingesetzt und erhalten werden, sind digitale Lösungen der Schlüssel. In seinem Bericht „Wie die Kreislaufwirtschaft zu mehr Nachhaltigkeit und neuen Geschäftsmöglichkeiten im Baugewerbe führen kann“<sup>26</sup> kommt Roland Berger zu dem Schluss: „Die rasche Einführung digitaler Technologien wird das Wachstum neuer und innovativer zirkulärer Geschäftsmodelle stark vorantreiben.“

Von denjenigen in der Planungs- und Entwurfsphase erwarten wir zwischen 2020 und 2025 eine durchschnittliche jährliche Wachstumsrate von 20 Prozent. Modelle, die mit dem Geschäftsbetrieb in Verbindung stehen, werden im gleichen Zeitraum weltweit um 13 Prozent und in der EU um 18 Prozent wachsen. Die bislang weitgehend unentwickelte Verwertungsphase wird in den nächsten vier Jahren die größte durchschnittliche jährliche Wachstumsrate aufweisen: 33 Prozent in Europa und 27 Prozent weltweit.“

**Der Trend zu Netto-Null und echter Kreislaufwirtschaft ist nicht mehr aufzuhalten. Die hier aufgezeigten Beispiele und Vorteile belegen: Durch Erkundung und Einführung von Netto-Null-Strategien und Kreislaufgrundsätzen kann die AEC-Branche diesen unaufhaltsamen Wandel in neue Geschäftschancen statt zusätzliche Kosten ummünzen.**

## JETZT HANDELN



### **Dokumentieren Sie in Ihren Projekten umfassend, welche Materialien verwendet wurden und was sich recyceln lässt?**

Der intensive Rohstoffverbrauch der Baubranche hebt die Notwendigkeit einer gemeinsamen Datenumgebung als zentraler Informationsquelle hervor, über die Dokumente, Grafikmodelle und andere Daten erfasst, verwaltet und mit dem gesamten Projektteam geteilt werden. Initiativen wie „Buildings as Materials Banks“ (BAMB)<sup>27</sup> streben einen Systemwandel hin zu nachhaltigem Bauen mit digitalen Materialpässen an, die die Erfassung, Weitergabe und Nutzung von Daten zu recycelbaren Baustoffen bündeln.

Derartige Ansätze basieren zunehmend auf Systemdenken, um Ressourcen nach Kreislaufkonzept zu nutzen und zu erhalten. Mithilfe von Softwareanwendungen prognostizieren optimierte Entwürfe strukturelle Systemauslegungen und bieten Designalternativen beispielsweise für Gebäudestrukturen mit möglichst leichten Komponenten. Digitale Tools und Verfahren des industrialisierten Bauens wie die Vorfertigung von Bauelementen in Fabriken stärken die Nachhaltigkeit der Baubranche durch mehr wirtschaftliche, energetische und Ressourceneffizienz und höhere Umweltverträglichkeit in den einzelnen Bauphasen.

<sup>26</sup> <https://www.rolandberger.com/de/Insights/Publications/Es-wird-Zeit-f%C3%BCr-die-Kreislaufwirtschaft-in-der-Baubranche.html>

<sup>27</sup> [www.bamb2020.eu](http://www.bamb2020.eu)