

Baustelle Ressourcenwende

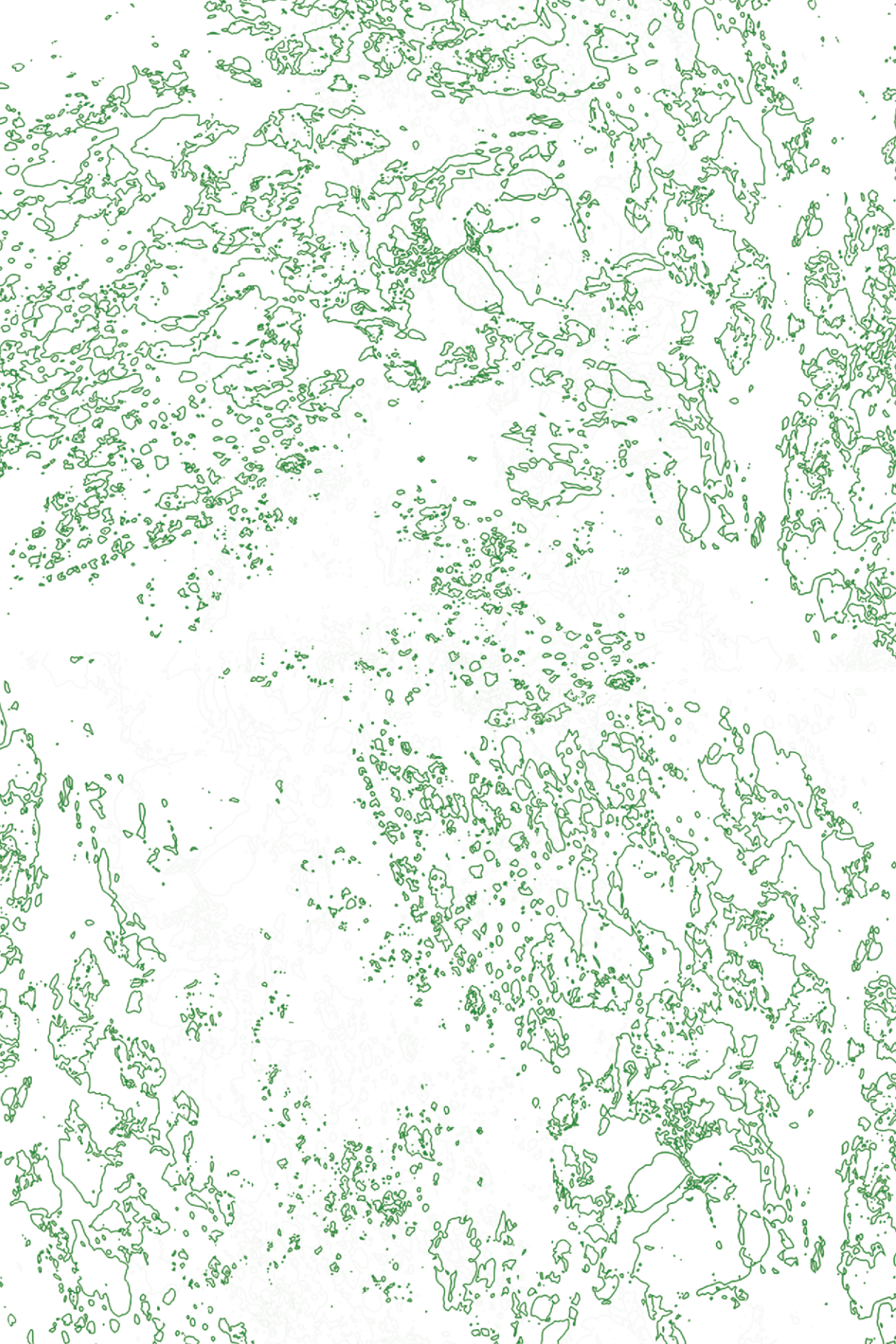
Planungshandbuch
ressourceneffiziente und
zirkuläre Architektur
und
Quartiersplanung

A detailed topographic map of a region, likely in Germany, showing contour lines, rivers, and urban areas. The map is rendered in a light green and white color scheme. The text is overlaid on the map in dark green boxes.

Baustelle
Ressourcenwende

Architektur

**Planungshandbuch
ressourceneffiziente und
zirkuläre Architektur**



Worauf beim Bauen besonders geachtet werden soll, ist durch gesellschaftliche Entwicklungen, neue Erkenntnisse und auch durch Trendbewegungen beeinflusst. Wir stehen zweifellos vor einer neuen Entwicklung. Nicht Brandschutz, Wärmedämmung oder Energieeffizienz sind das neue Thema, sondern »nachhaltiges« Bauen. Gesetze und Banken, Bauherrschaften und der allgegenwärtige Klimawandel zwingen die Architekt*innenschaft zum Umdenken. Bauen ist ressourcen- und energieaufwendig. Entgegen der bisherigen Entwicklung zur Optimierung der Nutzungsphase stehen Planende nun vor der Aufgabe, Materialität und Prozesse im Bau zu optimieren und Produkte zu wählen, die diese Entwicklung bestärken.

Die aktuellen Ansätze bieten kein Rundum-sorglos-Paket. Sie müssen neu gedacht werden und für jedes Büro und jedes Projekt neu konfiguriert werden. Das verleitet dazu, sich auf Bewertungssysteme, Zertifikate und »grüne« Produktbewertungen auf dem Markt zu verlassen, um eigene Weiterbildung zu vermeiden. Diese Entwicklung birgt eine Greenwashing-Gefahr. Also die Gefahr, dass sie Gebäude hervorbringen, die zwar auf dem Papier als »grün« und somit ökologisch wertvoll gelesen werden können, es jedoch im quantitativen und qualitativen Vergleich nicht sind. Planende müssen darum primär selbst die Prozesse und Abwägungen verstehen. Nicht nur die Umwelt dankt, wenn echte ressourceneffiziente Architektur entsteht. Auch die Bauherrschaft und die Planungsbüros selbst profitieren von zukunftsfähiger Architektur, die weniger Nachrüstungen, weniger Erneuerungen und längere Lebenszyklen durchsteht.

Wie Planende und Bauherrschaften den Weg zu einer ressourceneffizienten Gebäudeplanung gehen können, haben wir in diesem Heft zusammengetragen. Es soll als Werkzeug und Nachschlagewerk dienen und zum Stöbern in die neue Welt des Planens einladen.

Neue Planungsansätze für die Ressourcenwende	7	
<hr/>		
Vom Linearen zum Kreislauf	7	
Von Phase 0 bis 10	8	
Leistungsphasen im Überblick	10	
<hr/>		
LPH 0	Bedarfsermittlung	12
LPH 1	Grundlagenermittlung	18
LPH 2	Vorentwurfsplanung	22
LPH 3	Entwurfsplanung	24
LPH 4	Genehmigungsplanung	28
LPH 5	Ausführungsplanung	30
LPH 6	Vorbereitung der Vergabe	36
LPH 7	Mitwirkung bei der Vergabe	40
LPH 8	Bauüberwachung und -dokumentation	42
LPH 9	Objektbetreuung	46
LPH 10	Rückbau	48
Best Practice	55	
<hr/>		
Arbeiten	57	
Wohnen	79	
Verwalten	93	
Verweilen	103	
Lernen	111	
Anhang		
<hr/>		
Arbeitshilfen	121	
Abkürzungen	122	
Quellen	123	
Bildnachweis	124	
Impressum	126	

Neue Planungsansätze für die Ressourcenwende

Die Bauwirtschaft ist ein besonders großer Verbraucher von Ressourcen. Es sind große Anstrengungen erforderlich, die Inanspruchnahme natürlicher Ressourcen beim Bauen zu reduzieren. Planende müssen dabei vor allem die Planungsphasen vor der Errichtung der Gebäude und nach ihrem Ableben neu denken, um Treibhausgasemissionen zu reduzieren, Rohstoffextraktion zu minimieren, Sekundärstoffe einzusetzen und Abfall zu minimieren. Dafür müssen eine ganzheitliche und nachvollziehbare Betrachtung eines Gebäudes umgesetzt werden und Planungsschritte neu gedacht werden.

Vom Linearen zum Kreislauf

Prozesse, die alle Phasen eines Gebäudelebenszyklus umfassen, können nicht entlang linearer Zeitachsen umgesetzt werden. Sie müssen das Zirkuläre schon in den Planungsabläufen und Planungswerkzeugen einbeziehen. Wie eine ressourcenschonende und somit zukunftsfähige Architektur entstehen kann und wie der lineare zum zirkulären Planungsprozess werden kann, wird im Folgenden entlang der Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI) aufgezeigt. Es werden Ressourcenschutzmöglichkeiten erläutert und in die Leistungsphasen (LPH) eingeordnet. Die Einordnung erfolgte anhand der im ReBAU-Projekt gesammelten Erfahrungen. Dabei wurden zunächst notwendige Zeitpunkte im Bauablauf definiert und das Zeitmanagement im Bauen für eine zirkuläre Planung betrachtet – von der Rohstoff- oder Sekundärstoffschöpfung bis zum Rückbau. Der so entwickelte Idealzeitplan wurde dann der Planungsrealität gegenübergestellt.

Von Phase 0 bis 10

Obwohl die Honorargrenzen der HOAI seit dem Urteil des Europäischen Gerichtshofs (EuGH) 2019 als Verstoß gegen die Dienstleistungsrichtlinie gewertet wurden¹, dient die HOAI als »Orientierungsrahmen«² zur Kalkulation und Leistungsbeschreibung von Gebäudeplanung. Die HOAI wird stetig aktualisiert, um mit dem Stand der Technik und den aktuellen Gesetzen Schritt zu halten und die Honorare anpassen zu können. Auch nach der letzten Aktualisierung werden Ressourcenschutzmöglichkeiten im Bau jedoch nur schlecht abgebildet. In den Grund- und Nebenleistungen sind nahezu keine Ressourcenschutzansätze zu finden. Diese werden als »besondere Leistung« nur dann in einer Planung abgebildet, wenn Planende um die Chancen zum Ressourcenschutz wissen und die Bearbeitung konkret bei der Bauherrschaft anmelden, um den Ressourcenschutz vergütet als Qualitätsstandard in die Planung einzubeziehen.

Übergreifend werden in diesem Buch Ressourcenschutzmöglichkeiten in die Leistungsphasen der HOAI eingeordnet und ihr jeweiliger Bearbeitungszeitraum benannt. So werden neue Leistungsfelder und Kommunikationsansätze sichtbar. Um den Kreislauf zu schließen, werden die Leistungsphasen der HOAI hier um die LPH 0 »Bedarfsermittlung« und LPH 10 »Rückbau« erweitert.

Ressourcenschutzmöglichkeiten – die Kategorien

Die aktuellen Themen für den Ressourcenschutz lassen sich in sieben Kategorien einordnen:

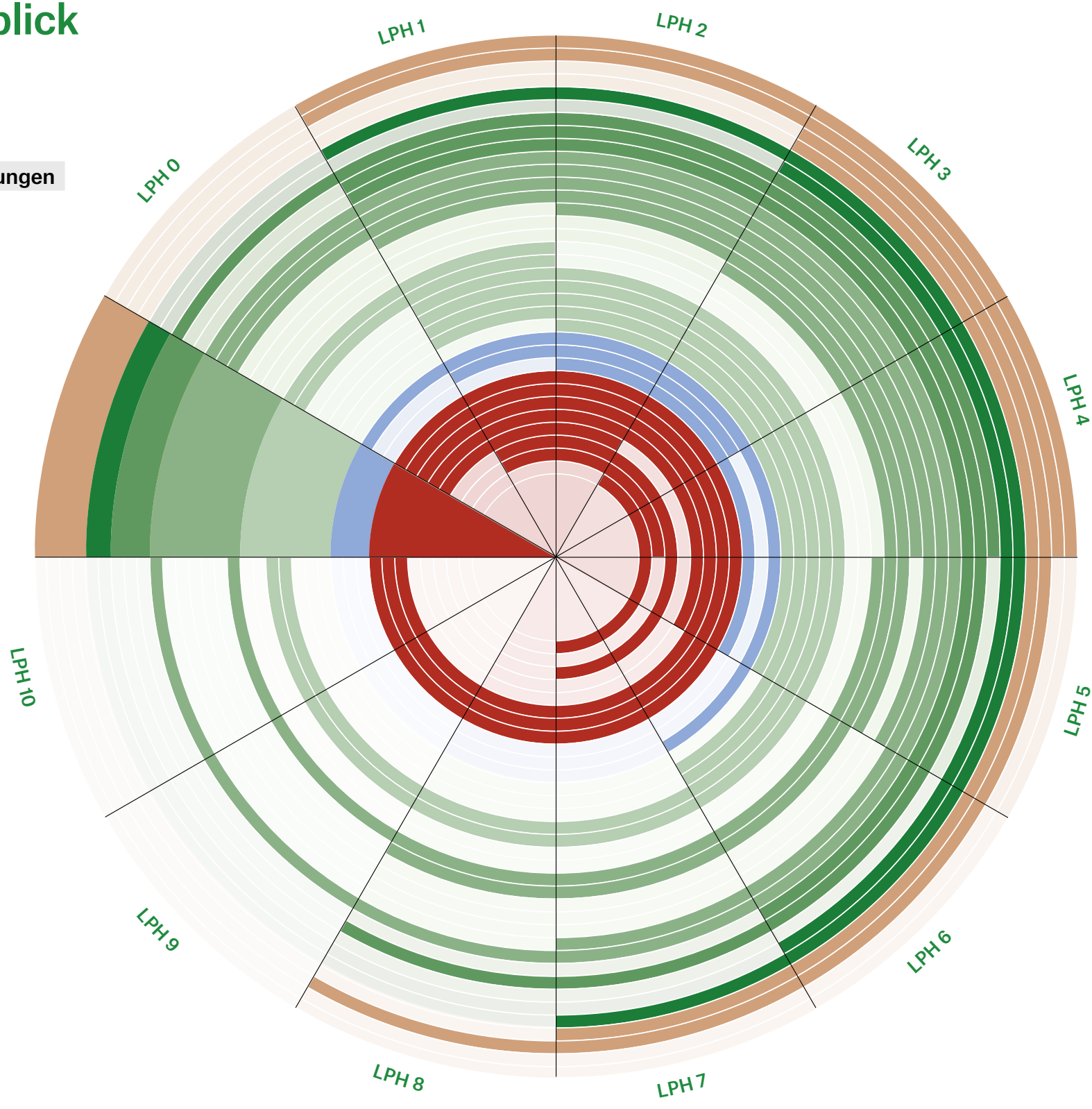
- Schaffung von Rahmenbedingungen
- Erstellung von Material- und Konstruktionskonzepten, die als gesamtheitliche Übersicht vergleichbare Betrachtungen liefern
- Reduktion des Ressourceneinsatzes
– Reduce

- Wiederverwendung von Materialien und Bauteilen – Reuse
- Rezyklierung von Materialien und Bauteilen – Recycle
- Einsatz nachwachsender Rohstoffe – Renewable
- Berücksichtigung der Energieeffizienz bei der Planung des Gebäudes

Mehr über die Kategorien und ihre Inhalte sind in »Baustelle Ressourcenwende – Glossar« zu lesen. Dort wird auch ausführlich darauf eingegangen, warum ReBAU den Begriff »Nachhaltigkeit« in seiner aktuellen Interpretation kritisiert und daher im Folgenden primär von »Ressourcenschutz« gesprochen wird. Ferner werden Begriffe wie »Ökobilanzierung«, »Zertifizierung«, »Wiederverwendung« und »Weiterverwendung« gegenübergestellt und erläutert.

Leistungsphasen (LPH) im Überblick

- Rahmenbedingungen
- Material
- Reduce
- Reuse
- Recycle
- Renewable
- Energy



LPH 0

Bedarfsermittlung

Eine Leistungsphase (LPH) 0 ist in der heutigen Planung HOAI nicht vorgesehen. Bereits 1996 wurden in der DIN 18205 jedoch die Umsetzungsrichtlinien einer Bedarfsplanung festgelegt. Die DIN-Norm stellt klar, »dass diese Leistungen nicht zu den Grundleistungen der Objektplanung der Leistungsphase 1 gemäß HOAI gehören, sondern zeitlich vorgelagert sind.«³ Demnach sind der Bedarfsplanung Leistungen wie »Projektkontext klären«, »Projektziele festlegen«, »Bedarfsplan erstellen«, »Bedarfsdeckung untersuchen«, »Bedarfsplan und Lösungen abgleichen« zuzuordnen, die nicht durch die Architekt*innen, sondern durch die Bauherrschaft zu leisten sind. Warum sollten Architekt*innen sich mit dieser Leistungsphase beschäftigen, obwohl sie vor der eigentlichen Objektplanung beginnt? Die Bedarfsplanung ist für einen kreislaufgerechten Planungsprozess von Bedeutung, weil hier die Grundlagen für Ressourcenschutzmöglichkeiten geschaffen werden. Wenn Planende sich hier involvieren, können sie Bedingungen und Vorgehensweisen sowie Anforderungskataloge begleiten und den späteren Planungsprozess damit vereinfachen.

Tipp: Die Schriftenreihe des AHO – Ausschuss der Verbände und Kammern der Ingenieure und Architekten für die Honorarordnung e.V. beschreibt in Heft 9 »Projektmanagement in der Bau- und Immobilienwirtschaft« auch eine LPH 0. In Verträgen, die nach AHO gestaltet werden, kann diese Leistungsphase im Projektmanagement also bereits eingeplant werden.

Ressourcenschutzmöglichkeiten

Im Rahmen der Bedarfsermittlung stehen Aufklärung und Abwägungen im Fokus, um eine solide Informations- und Entscheidungsgrundlage für alle nachfolgenden Planungsschritte zu schaffen. Hier können beispielsweise die Fragen geklärt werden, ob überhaupt gebaut und wie mit Bestandsgebäuden umgegangen werden soll. Auch die mögliche Wiederverwendung

◀ von Bauteilen und damit verbundene zusätzliche Planungsschritte lassen sich frühzeitig in die Überlegungen einbeziehen.

Die LPH 0 bietet die Chance, aus anderen Projekten zu lernen und mehrere Projekte inhaltlich und materiell zusammenzudenken bzw. die Grundlagen dafür zu schaffen.

Tipp: Erwägen Sie, ob bei Projekten mit Wettbewerbsanteil, ob die LPH 0 eine kooperative Leistungsphase vor und während des Wettbewerbs darstellen könnte. Ressourcenschutz kann darin verpflichtend erbracht werden.

Reuse
Glossar S. 13

Rahmenbedingungen

Netzwerk gründen

Projekte mit besonderem Augenmerk auf Ressourcenschutz benötigen neue Fachexpertise. Es braucht frühzeitig ein fachlich geschultes Planungsteam und entsprechende Projektpartner*innen.

Verantwortlichkeiten klären

Für die Unterstützung der Umsetzung des Ressourcenschutzes müssen im Netzwerk Verantwortlichkeiten abgesteckt und vertraglich festgehalten werden. Je nach Größe des Projekts müssen potenzielle weitere Partner zum Thema Bauleitung und Überwachung, Fachplanung, Rückbau, Sekundärstoffe und Fachbegleitung sowie fachliche Überwachung in das Projekt einbezogen werden. Der dazu notwendige Austausch sollte möglichst frühzeitig erfolgen.

Informationsaustausch strukturieren

Über die normalen Planungsabläufe hinaus ist für die Suche nach Bauteilen, ihren Rückbau und Wiedereinsatz ein reger Austausch zwischen Planenden und Beteiligten wie Produktherstellenden, Abbruchunternehmen, Statiker*innen und Schadstoffprüfenden erforderlich. Die Recherche nach Materialien und die Ausarbeitung des Entwurfs laufen in der zirkulären Planung parallel ab. Dadurch entstehen Rückkopplungsprozesse zwischen Entwurf, Bauteil und Baustelle. Für diese Prozesse sollten rechtzeitig Strukturen geschaffen werden. Besonders bei neuen Themen wie dem Ressourcenschutz und Bauteilmanagement hilft es, sich früh auf Softwarelösungen und Programme festzulegen. Stehen Rhythmus, Ort und Form des Austauschs fest und finden Teile davon automatisiert statt, kann der nötige Raum für andere Themen geschaffen werden.

Förderung identifizieren

Wenn für ein Vorhaben frühzeitig Förderungen identifiziert worden sind, lassen sich Themen, die ohne finanzielle Stütze keine Beachtung fänden, in den Planungsprozess einbeziehen. Dies entspricht auch der Vorgehensweise von Projektsteuernden, die nach AHO beauftragt werden. Die Identifikation von Förderungen wird auch hier in LPH 0 angeboten. Die zuvor bestimmten Anforderungen können richtungsweisend zur Identifikation von Fördermöglichkeiten eingesetzt werden. Stiftungen, kommunale Landes-, Bundes-

Tipp: Erstellen Sie eine Schnittstellenliste, um Abhängigkeiten festzustellen. Planende im Bereich Ressourcenschutz sind beispielsweise von Kolleg*innen in anderen Bereichen, wie Tragwerks- und Brandschutzplanung, abhängig und sollten mit diesen in einen Austausch kommen.

Anforderungen bestimmen LPH 0

► S. 15

Tipp: Nehmen Sie die Punkte »Mitwirken bei der Kredit- und Fördermittel beschaffung« und »Durchführen von Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen« als »Besondere Leistungen« in die Vereinbarung auf.

Tipp: Um den Anforderungskatalog in späteren Leistungsphasen rechtsicher in Entscheidungsprozessen referenzieren zu können, sollte dieser in LPH 0 als Vertragsgegenstand mit vereinbart werden.

◀ und europaweite Programme können Quellen für Unterstützung sein.

Gesetzliche Anforderungen identifizieren

Vor der Vertiefung der Planung ist es empfehlenswert, die gesetzlichen Planungsgrundlagen zu identifizieren und die aktuellen politischen Rahmenbedingungen und Entwicklungen in die Planung einzubringen.

Verträge gestalten

Die Vertragsgestaltung mit den Fachplanenden ist ausschlaggebend dafür, ob ressourcenschonende Ansätze im angestrebten Kostenrahmen zur Umsetzung kommen können.

Stufe A: Bedarfsermittlung

LPH 0 Bedarfsermittlung

Stufe B: Erarbeitung eines Planungskonzepts

LPH 1 Grundlagenermittlung

LPH 2 Vorplanung

Stufe C: Ausarbeitung eines genehmigungsfähigen Entwurfs

LPH 3 Entwurfsplanung

LPH 4 Genehmigungsplanung

Stufe D: Erarbeiten einer ausführungsfähigen Lösung der Planungsaufgabe

LPH 5 Ausführungsplanung

Stufe E: Erarbeiten einer zuschlagreifen Lösung der Planungsaufgabe

LPH 6 Vorbereitung der Vergabe

LPH 7 Mitwirkung bei der Vergabe

Stufe F: Sicherstellung der Umsetzung der Planung in ein mangelfreies Gebäude

LPH 8 Objekt-/Bauüberwachung

Stufe G: Objektbetreuung in der Nutzungsphase und darüber hinaus

LPH 9 Überwachung der Beseitigung von Gewährleistungsmängeln

LPH 10 Entwickeln von Reuse- bzw. Recyclingprozessen

Nebenleistungen und Sonderleistungen ausgestalten

Zu Beginn der Planung sollte festgelegt werden, ob Ressourcenschutzmaßnahmen als Sonderleistung abgerechnet oder anderweitig in einer Vertragsgestaltung abgebildet werden. »Besondere Leistungen« zum ressourcenschonenden Bauen außerhalb der Nebenleistungen könnten sein:

- Ressourcenschutzfachplanung
- Ressourcenschutzüberwachung auf der Baustelle
- Leistungen für das Einsetzen von Sekundärrohstoffen
- Rückbauplanung
- Bauzeitenplanung
- Materialpass-Erstellung
- Gebäudepass-Erstellung
- Ökobilanzierung
- ...

Aufklärung leisten

Planende sollten ihre Bauherrschaft über alternative Bauweisen oder Planungsansätze informieren. Im Folgenden werden einige Möglichkeiten zum Ressourcenschutz aufgezeigt, die in eine solche Aufklärung einfließen können.

Anforderungen bestimmen

Gemeinsam mit der Bauherrschaft und dem Projekt Netzwerk sollte ein Anforderungskatalog ausformuliert werden, in den auch Ressourcenschutzkategorien einfließen. Die Ressourcenschutzkategorien lassen sich auch im Anforderungskatalog beispielsweise in »Reduce«, »Reuse«, »Recycle«, »Renewable« und »Energy« einteilen. Auf diese Weise lässt sich gemeinsam festlegen, welches Ressourcenschutzthema prioritär verfolgt werden soll – zum Beispiel, ob die Verwendung von Sekundärstoffen, nachwachsenden Rohstoffen oder rezyklierten Materialien im Vordergrund steht. Neben den Wünschen und Plänen der Bauherrschaft sind die Rahmenbedingungen der umgebenden Siedlung in die Anforderungen einzubinden.

Der Anforderungskatalog sollte im Verlauf des Planungsprozesses aktualisiert und bei Planungsentscheidungen der Bauherrschaft als Instrument zur Entscheidungsfindung verwendet werden.

Material

Alternative Materialquellen identifizieren

Die Materialauswahl ist ausschlaggebend für den Ressourcenverbrauch des Gebäudes. 25 % bis 40 % der Treibhausgasemissionen werden bereits vor der Errichtung und der Nutzung eines Gebäudes durch die Produktion und den Transport von Materialien freigesetzt.⁴ Daher gilt es, sich möglichst früh mit den Eigenschaften von Produkten auseinanderzusetzen und den Entwurf dementsprechend zu gestalten. Um im späteren Planungsprozess nicht nur den Standard liefern zu können, sondern ressourceneffiziente Alternativen

► **Sekundärstoffeinsatz begleiten**

▼ S. 11

► **Recycle und Reuse LPH 0-10**

▼

► **Reuse LPH 10**

▼ S. 49

Tipp: Nehmen Sie den Anforderungskatalog in LPH 0 als Vertragsgegenstand auf, um ihn in späteren Leistungsphasen rechtsicher in Entscheidungsprozessen referenzieren zu können.

► **Reuse, Renewable, Recycle**
Glossar S. 11-13

► **PPS 5 und PPS 7 Städtebau** S. 42 und S. 48

► **Einleitung**
Glossar S. 11

Tipp: Legen Sie im Vertrag mehrere Bemusterungsstufen mit der Bauherrschaft fest und bieten Sie eine enge Beratung dazu an. Die Bauherrschaft kann ihrer Mitwirkungspflicht bei der Bemusterung mit Ressourcenschutzmöglichkeiten nur nachkommen, wenn sie ausreichend informiert ist.

besprechen und einbauen zu können, sind die Recherche, der Vergleich, die Abstimmung und die Berücksichtigung bei der Kalkulation unabdingbar.

Reduce

Neubau hinterfragen

Zur Aufklärung der Bauherrschaft gehört die Frage, ob ein Neubau überhaupt benötigt wird. Trotz der wirtschaftlichen Abhängigkeit der Planenden kann es sinnvoll sein, von Neubauten abzuraten.

Bestand auf Wieder- und Weiterverwendung prüfen

Eine Weiter- oder Umnutzung von Gebäuden ist einem Neubau grundsätzlich vorzuziehen. Doch nicht immer ist der Erhalt eines Gebäudes die ressourceneffizienteste Variante. Wenn das Bestandsgebäude in der erwartbaren Nutzungsphase mehr Ressourcen verbrauchen würde als ein Umbau oder ein Rückbau und Neubau inkl. einer Nutzungsphase, können sich diese Varianten auch unter Beachtung der Optimierung von Ressourcenschutz lohnen.

Um genau zu wissen, welche Variante die Ressourcenschonendste sein wird, ist eine Bedarfsanalyse notwendig, die aufzeigt, ob das Bestandsgebäude den angestrebten Nutzungen entsprechen kann und ein bilanzieller Vergleich von Indikatoren. Darin wird der Ressourcenaufwand aller Varianten gegenübergestellt. In den Vergleich fließen Materialaufwand, Treibhausgasausstoß und Energieaufwand für Rückbau, Produktion, Bau und Nutzung ein. Bestehende Gebäudeteile fließen als kostenneutral in die Berechnung ein – sowohl monetär als auch in der Ressourcenbetrachtung. Auch der Rückbau wird zusätzlich monetär betrachtet. Dafür werden Werte des

◀ stofflichen Materials benannt und in den Projektplan eingepreist. In den folgenden Planungsphasen kann daran anknüpfend eine umfassende Bestandsanalyse durchgeführt werden, die die Bausubstanz prüft und die notwendigen Erhaltungsmaßnahmen benennt.

Alternative Nutzungskonzepte aufzeigen

Sofern eine langfristige Nutzung oder Mehrfachnutzung des Gebäudes nicht vorgesehen ist, können temporäre Nutzungs- oder Mietmodelle eine sinnvolle Alternative sein. Es sollte frühzeitig darauf geachtet werden, die bebaute Fläche pro Kopf zu reduzieren und Co-Working oder Co-Living zu fördern und Flächen zu schaffen, die

◀ durch die Stadtbevölkerung angeeignet werden können.

Materialpass erstellen LPH 9
▼ S. 46

Rückbaukonzept des Bestands erstellen LPH 10
▼ S. 49

PPS 6 Städtebau S. 46

Reuse Recycle

Verwendung von Reuse- und Recyclingmaterial einplanen

In Aufklärungsgesprächen sollte über die Wiederverwendung von Bauteilen und den Einsatz von Rezyklaten gesprochen werden. In welchem Ausmaß und an welcher Stelle könnten wiederverwendete Bauteile oder Rezyklate wie zum Einsatz kommen? Die Ergebnisse werden im Anforderungskatalog festgehalten.

- ▶ Anforderungen bestimmen LPH 0
 - ▲ S. 15
- ▶ Quellen für Recyclingmaterial erschließen LPH 1
 - ▼ S. 20
- ▶ Bauteile zur Wiederverwendung ernten LPH 10
 - S. 53

Ressourcenschutzmöglichkeiten

Ziel der LPH 1 ist es, eine Planungsgrundlage zu schaffen. Am Ende dieser Leistungsphase sollte feststehen, welche grundlegenden Richtungen des Ressourcenschutzes in der Planung verfolgt werden. Entsprechend dem Anforderungskatalog sollte dazu festgelegt werden, in welchem Ausmaß gebaut, saniert oder rückgebaut wird. Das Reduzieren, Wiederverwenden und Rezyklieren sollten in die Entscheidung einfließen und mit den Gegebenheiten vor Ort abgeglichen werden, ebenso die Verwendung von nachwachsenden Rohstoffen.

Tipp: Erhalten Sie möglichst viele Bauteile und lagern Sie diese vor Ort. Das schont Ressourcen, da keine neuen Rohstoffe und Materialien abgebaut, verarbeitet und transportiert werden müssen.

Rahmenbedingungen

Zertifizierung anstreben

Sofern es sich für das Projekt rechnet, kann eine Zertifizierung aus verschiedenen Gründen erstrebenswert sein – sei es, um eine Förderung zu erhalten, aus rechtlichen Verpflichtungen oder zum Nachweis der eigenen Exzellenz. In »Baustelle Ressourcenwende – Glossar« werden verschiedene Zertifikate gegenübergestellt. Ein Zertifikat ist selbstverständlich keine Voraussetzung für ein ressourceneffizientes Bauwerk; auch ohne Zertifizierung kann ein exzellentes Gebäude entstehen.

Hürden durch Gesetze und Baurecht identifizieren

Teil der Grundlagenermittlung ist es, die Grenzen der Planung und der Umsetzung zu definieren. Die bereits in LPH 0 identifizierten Rahmenbedingungen können hier einfließen und erweitert werden. Sind aufgrund der Wahl der angestrebten Ressourcenschutzthemen zusätzliche bauaufsichtliche Hürden zu nehmen? Von Bedeutung sind hier beispielsweise Fragen zu Gewährleistungen von wiederverwendeten Bauteilen oder zu den besonderen Brandschutzanforderungen von Holzbauten.

Ökobilanz
Glossar S. 19

Reduce






Lokale Angebote identifizieren

Fast alle Orte verfügen über lokal gewachsene Strukturen und Angebote, deren Nutzung die Planung und den Entwurf beeinflussen und die Ressourceneffizienz des Gebäudes steigern können. Zu solchen Strukturen zählen etwa vor Ort ansässige Handwerksfirmen, Materialherstellende, Abbruchorte und Produktionsstätten, die eventuell für den Bau verwendbare Reststoffe anbieten. Zur Grundlagenermittlung gehört deshalb auch eine großflächige Recherche nach regional erhältlichen Produkten.

Treibhausgasemissionen durch kurze Transportwege minimieren

Kurze Transportwege reduzieren besonders bei Baustoffladungen mit hohen grauen Energiewerten den CO₂-Ausstoß. Grundsätzlich ist es empfehlenswert, für alle Materialien, aber besonders die, die schwer sind und einen hohen Energieinput in der Produktion erfahren mussten (z. B. Recyclingbeton) möglichst kurze Transportwege nicht länger als 25 km anzustreben.

Pro Tonnenkilometer werden je nach Transportmethode etwa folgende Mengen an Treibhausgasen ausgestoßen:

- Lkw ab 3,5 t: 113 g 
- Binnenschiff: 30 g 
- Güterbahn: 17 g⁵ 
- Flugzeug: 931 g 
- Seetransport: 5–60 g⁶ 

Wie dies in die Ausschreibung integriert werden kann, ist in LPH 6 »Vorbereitung der Vergabe« zu lesen.

Alternative Wirtschaftskonzepte einplanen

(Leasing-)Angebote zur Vermietung und Rücknahmesysteme von Bauprodukten finden

Bauprodukte und Innenausstattung lassen sich teilweise mieten oder leasen und später durch Rücknahmesysteme an die Herstellenden zurückgeben.

(Sharing-)Angebote zum Teilen nutzen

Um zusätzliche Ressourcen und Infrastrukturen einzusparen, ist es ratsam, in der Nachbarschaft nach Angeboten für das Teilen von Autos oder Fahrrädern, Räumen und Flächen

Tipp: Beantragen Sie einen Ausgleich für Parkplätze, wenn Sharing-Angebote genutzt werden können.

► The Cradle
▼ S. 64
Triodos Bank
▼ S. 72

zu suchen. Das Etablieren neuer Angebote lohnt sich unter Umständen, falls sich weitere Nachbar*innen der Nutzung anschließen.

Reuse Recycle

Sekundärrohstoff- oder Sekundärmaterialquellen finden und Bestandsgebäude analysieren

Tipp: Die Chance eines schadensfreien Ausbaus von Bauteilen zur Wiederverwendung lässt sich durch die parallele oder vorgelagerte Begleitung eines selektiven Rückbaus erhöhen.

Um Sekundärrohstoffe oder Sekundärmaterialien einzubauen, braucht es geeignete Quellen wie Bestandsgebäude oder Abrissobjekte im näheren Umfeld oder digitale Materialplattformen. Auch eine direkte Vernetzung mit Abrissunternehmen kann zielführend sein. Die anschließende Bauteilanalyse ist Teil des Rückbaukonzepts. Dieses kann durch ein BIM-Modell (Building Information Modelling) begleitet werden. Der Rückbauvorgang wird in **LPH 10** »Rückbau« beschrieben.

Quellen für Recyclingmaterial erschließen

Recyclingmaterial (RC-Material) für die Produktion von Beton mit Rezyklatanteil (RC-Beton) ist im Rheinischen Revier großflächig erhältlich. Teilweise wird jedoch Vorlaufzeit benötigt, da aufgrund der aktuell geringen Nachfrage generell keine RC-Materialien eingelagert werden. Es empfiehlt sich die Kontaktaufnahme mit den lokalen Recyclingunternehmen. Produkte mit Rezyklatanteil sind für viele Baustoffe bereits entwickelt, teilweise sind sie jedoch noch nicht oder nur ohne bauaufsichtliche Zulassungen auf dem Markt erhältlich. Eine Zulassung kann gegebenenfalls im Einzelfall erwirkt werden. Bei langfristig großen Abnahmemengen und bei entsprechender Vorlaufzeit könnten sich für die Herstellenden sogar eine langfristige Zulassung und die Entwicklung neuer Bauprodukte lohnen. Die Begleitung des Prozesses zur Rezyklatproduktion wird in **LPH 3** »Entwurfsplanung« beschrieben.

Renewable

Verwendung von Baumaterialien aus nachwachsenden Rohstoffen prüfen

Zu Beginn der Planung sollte geklärt werden, ob die Auftraggebenden offen sind für den Einsatz von Baustoffen aus Holz, Stroh, Hanf oder ähnlichen nachwachsenden Rohstoffen. Diese haben gegenüber Baustoffen aus fossilen oder mineralischen Quellen den Vorteil, dass sie Treibhausgase speichern und erst bei ihrer Ver-

brennung oder Kompostierung wieder ausstoßen. Diese Freisetzung kann durch ein Weiterverwenden der Bauteile weiter hinausgezögert werden. Holzbaustoffe, die im Werk vorproduziert und vor Ort mit lösbaren Verbindungen und unverklebt eingebaut werden, eignen sich gut für eine spätere Wiederverwendung. Beim **Holzbau** in Holzständerbau wirkt sich die Materialentscheidung maßgeblich auf die Tragstruktur aus und bestimmt Raster und Dimensionierungen.

Neben Holz finden Pilze, Gräser, Faserstoffe und Tierhaar zunehmend Verwendung in Baustoffen. Dämmungen aus Stroh oder Naturfasern, Betonzuschlagstoffe aus Hanffasern und Fassadenelemente oder Dämmungen aus Myzel sind zwar noch Neuheiten auf dem Markt, könnten aber bald zur Norm werden, da sie eine ressourcenschonende Alternative zu fossilen oder mineralischen Baustoffen darstellen.

Energy

Lokale Energie- und Wärmeversorgung identifizieren

Wärme- und Stromerzeugung und die Technische Gebäudeausrüstung (TGA) haben Einfluss auf den Rückbauprozess, die Wartungsintensität und die Reparierbarkeit eines Gebäudes. Sie sollten auch unter diesen Gesichtspunkten verglichen werden.

Einsatz regenerativer Energien prüfen

Werden Energie- und Wärme im Quartier bereits zentral produziert? Welche Netzform steht zur Verfügung? Soll regenerative Energie erzeugt oder bezogen werden? Weitere Informationen zu umfassenden Energieerzeugungsansätzen in Siedlungen finden Sie in »Baustelle Ressourcenwende – Städtebau«.

► **Tragstruktur optimieren LPH 3**
▼ **S. 25**

Tipp: Für den Brandschutz im Holzbau sind die Richtlinien für brandschutztechnische Anforderungen an hochfeuerhemmende Bauteile in Holzbauteile (M-HFH HolzR) in Kombination mit der Musterbauordnung 2002 (MBO) relevant. Die MBO teilt die Gebäude in verschiedene Klassen ein. In Gebäudeklasse 4 sind Holzbauten beispielsweise möglich, wenn ausschließlich nichtbrennbare Dämmstoffe verwendet werden und die Bauteile allseitig eine brandschutztechnisch wirksame Beplankung aufweisen.

► **Energy Glossar S. 17**

LPH 2

Vorentwurfsplanung

Ressourcenschutzmöglichkeiten

Ziel der LPH 2 ist es, verschiedene Entwurfsvarianten zu entwerfen, mit der Bauherrschaft abzustimmen und das entsprechende Planungsteam zusammenzustellen. Mit Blick auf den Ressourcenschutz bedeutet dies: Die Details zur Produkt- und Materialwahl sollten in dieser LPH bekannt sein, um weitere Entscheidungen sorgfältig abwägen zu können.

Material

Materialkonzept und Bilanzierung in Varianten erstellen

Um allen Beteiligten einen Überblick über potenzielle Alternativen zu herkömmlichen Materialien zu verschaffen, sollte für jede Variante ein Materialkonzept erstellt werden. Dieses kann sowohl qualitativ als auch quantitativ aufbereitet, also durch eine Ökobilanzierung begleitet werden.

Ökobilanzierung in Varianten einbeziehen

Wie eine verkürzte Ökobilanzierung als Bestandteil der Variantenbetrachtung ermittelt wird, hängt stark von den gewählten Arbeitstools ab. Um den Aufwand im Rahmen zu halten, empfiehlt sich eine Methode, die sich schnell und leicht verständlich auf verschiedene Varianten anwenden lässt. Eine Auswahl an Bewertungsansätzen und ihre Beschreibung können »Baustelle Ressourcenwende – Glossar« entnommen werden. Auch geeignete Indikatoren zum Ressourcenvergleich wie die graue Energie, die Treibhausgasemissionen, der nicht nachwachsende Rohstoffverbrauch und die Primärenergie werden hier eingehend beschrieben.

Konstruktion bestimmen

Im Bau eines Gebäudes sind die kritischen Materialmassen in der Tragstruktur und der Gründung gebunden. Die Optimierung beider ist für die Ressourcenbetrachtung daher besonders relevant und sollte Ausgangspunkt für die Betrachtung der verschiedenen Varianten sein.

Ökobilanz
Glossar S. 19

Indikatoren
Glossar S. 21

LPH 0, LPH 1, LPH 3
S. 13, 19, 25

Dimensionierung, Raster und Rückbau in Varianten betrachten

Um Material zu sparen und ein späteres Wiederverwenden zu ermöglichen, sollte bei der Tragstruktur auf Dimensionierung, Raster und Fügungsmöglichkeiten geachtet werden. Als Grundlage zur Entwicklung der entstehenden Varianten können neben verschiedenen räumlichen Anordnungen auch Kriterien wie Reversibilität, Materialität oder gar Verbindungsmittel der Tragkonstruktion sein.

Reduce

Materialverbrauch minimieren

Nutzungsoptimierte und flexible Typologien

Gebäude sollten flexibel nutzbar sein, um die gesellschaftlichen Veränderungen der nächsten Jahrzehnte überdauern zu können. Die Ansprüche an das Gebäude sollten deshalb über die kommende Nutzungsphase hinaus identifiziert werden. Für eine Umnutzung sind flexible Grundrisse, anpassungsfähige Tragwerksstrukturen und reversible Innenausstattungen förderlich.

Reuse

Recycle

Renewable

Alternative Baustoffe berücksichtigen

Recyclingmaterialien oder wiederverwendete Bauteile sind, sobald sie gefunden sind, in den Planungsprozess einzubeziehen. Wenn klar ist, welche Bauteile verwendet werden, sollten diese anschließend Prüfungen zu Statik und auf Gefahrenstoffe durchlaufen.

Energy

Energie- und Wärmekonzept erstellen

Aufbauend auf der Bedarfsanalyse und der Grundlagenplanung gilt es, die eigene Energie- und Wärmegewinnung in verschiedenen Varianten hinsichtlich ihrer Ressourceneffizienz, ihrer Rückbaubarkeit und ihrer Effizienz zu betrachten. Hierbei sollten sich Energieberatung und Ressourcenschutz eng miteinander abstimmen.

LPH 2

Tipp: Hier gilt der einfache Grundsatz: je weniger, desto besser. Das kann sich auf Materialmenge, Fläche oder Ökobilanzwerte beziehen.

Tipp: Wärmeverluste können nicht nur durch Dämmung und Reduktion der Wärmebrücken minimiert werden. Wählen Sie im Norden, Osten und Westen kleine Fensterflächen und im Süden große. Untersuchen Sie die Wechselwirkung zwischen Gebäudeform, Wanddicke, Flächengewinn, Heizwärmebedarf, Wärmeverlusten und Gewinnen und Einfachheit der Konstruktion.

► **Baustoffprüfung/ Rückbaukonzept**
LPH 10
S. 49
Bauteile zur Wiederverwendung ernten
LPH 10
S. 53

Ressourcenschutzmöglichkeiten

In der LPH 3 werden die grundlegende Struktur und der Entwurf des Gebäudes entschieden. Eine Variante wird zur weiteren Ausarbeitung gewählt. Konstruktions- und Materialentscheidungen der Variante sowie Material-, Energie- und Wärmekonzepte werden mit den Fachplanenden abgestimmt und eingearbeitet.

Rahmenbedingungen

Zertifizierung verfolgen

Wird eine Zertifizierung angestrebt, wird überprüft, ob die Variante dem gewünschten Ergebnis gerecht wird.

BIM-Modell erstellen

Das Arbeiten mit digitalen Modellen bietet besonders bei komplexeren Projekten Vorteile. Eine Arbeitsmethode für die vernetzte Planung ist das Building Information Modeling (BIM). Wie die ressourcenbewusste Planung bedürfen auch BIM-Modelle früh einer Vielzahl an Daten und detaillierten Informationen, erzeugen also zunächst einen erhöhten Arbeitsaufwand. Sind sie jedoch sauber aufgebaut, unterstützen sie die spätere Planungsarbeit durch Listen, Studien und Bilanzwerte, die per Knopfdruck exportiert werden können. Die Zusammenarbeit an den Modellen mit den Fachplanenden ist an den Schnittstellen unter Umständen zwar noch fehleranfällig, aber da redundante Zeichenarbeit vermieden wird, stellt die Methode unter dem Strich eine Erleichterung dar.

Material

Materialkonzept fortführen

Da die Suche nach gebrauchten Bauteilen parallel zum Entwurf stattfindet, steht die finale Materialwahl höchstwahrscheinlich noch nicht fest. Der Anspruch an den Entwurf ist darum, genügend

Informationsaustausch strukturieren

LPH 0

▲ S. 13

Tipp: Die Planungsentscheidungen können in dieser Leistungsphase so getroffen werden, dass möglichst lange eine Integration von Bauteilen oder Bauelementen sowie die Reaktion auf Angebote ermöglicht wird. Schaffen Sie planerische Voraussetzungen, um technische Anforderungen an Bauteile zu reduzieren oder gering zu halten.

Spielraum und Toleranzen zu schaffen für spätere Veränderungen von Form, Ästhetik und Material. Im Materialkonzept werden alle Entscheidungen festgehalten.

Reduce

Materialverbrauch minimieren

Das Ziel ist, Materialmassen an jeder möglichen Stelle zu minimieren. An diesem Maßstab sollten sich auch Statik und Bauphysik orientieren.

Tragstruktur optimieren

Die gewählte Tragstruktur sollte daraufhin überprüft werden, ob sie auch bei Klimaänderungen nutzbar bleibt und für neue Nutzung und Anforderungen angepasst werden kann. Außerdem ist zu prüfen, ob Reuse- und Recyclingmaterialien oder Baustoffe aus nachwachsenden Rohstoffen eingesetzt werden können.

Begrünung und Ressourceneffizienz abwägen

Böden, Dächer und Fassaden können für extensive und intensive Begrünungen genutzt werden. Die Pflanzen sorgen lokal für mehr Kühle und Feuchtigkeit sowie für eine höhere Diversität der Tier- und Insektenwelt. Die Begrünung sollte jedoch nicht zulasten der Ressourceneffizienz des Gebäudes umgesetzt werden. Darum ist eine vergleichende Ökobilanzbetrachtung der verschiedenen Konstruktionsweisen inklusive der zusätzlichen Unterkonstruktion der Begrünung unerlässlich. Ein positives Beispiel hierfür findet sich unter den Best-Practice-Projekten: Bei »ASI Reisen« wurde die Begrünung gleichzeitig als Verschattung eingesetzt.

Technische Gebäudeausstattung optimieren /

Möglichkeiten zur Lowtech-Planung berücksichtigen

Synergien zwischen Bauteilen, technischer Gebäudeausstattung und Umwelt sollten im Entwurf so berücksichtigt werden, dass alles Notwendige geleistet und zugleich der Ressourceneinsatz minimiert wird. Ansätze können sein: einzelne Räume weniger stark zu dämmen oder zu heizen, Lüftungsanlagen mit Wärmetauschern zu koppeln und nur wo unerlässlich in den Räumen anzubringen. In Hochwasser und Starkregen gefährdeten Regionen sollte die Haustechnik in Räumen in den Obergeschossen der Gebäude untergebracht werden, damit sie bei Überschwemmung nicht Schaden nimmt.

Sharing- und Leasing-Angebote finden

Sharing- und Leasing-Angebote gibt es über die Innenausstattung von Gebäuden hinaus. Neben Teppichen oder Waschmaschinen

► LPH 5
▼ S. 30

► Reuse und Renewable
▼ S. 26

► PPS4
Städtebau S. 34

► ASIReisen
▼ S. 74

Tipp: Ein vermehrter Materialeinsatz entsteht häufig zugunsten des Schallschutzes (z. B. Deckenschüttungen) oder Wärmeschutzes (z. B. Dämmung). Wägen Sie diese Aufwendungen genau ab.

Tipp: Leitungen und Kanäle sollten für Reparaturen reversibel sein bzw. über Wartungsschächte zugänglich sein.

können etwa auch Licht- oder Konstruktionssysteme geleast werden. Bei dem Sharing ist ausschlaggebend, was bereits vor Ort vorhanden ist und wie die Nachbarschaft interagiert. Geteilt werden können Flächen und Räume, Ladestationen für Elektroautos sowie unter

- ◀ Umständen sogar Parkplätze, Gartenflächen und vieles mehr. Besonders für die Planung von Mehrparteienhäusern und Wohnquartieren eröffnen sich hier vielfältige Möglichkeiten.

Reuse

Demontierbar konstruieren – Design for Disassembly

Bereits beim Entwerfen des Gebäudes kann so geplant werden, dass am Nutzungsende des Gebäudes Abfälle vermeiden werden und Bauteile möglichst hochwertig wiederverwendet werden können. Dabei sollte etwa bedacht werden, dass Bauteile später sauber getrennt und Verbindungen nachvollziehbar gelöst werden können. Dafür eignen sich mechanische, geschraubte oder gesteckte Verbindungen zwischen Materialschichten. Im Umkehrschluss sind Verbindungen, die verklebt, verschweißt oder anderweitig stark miteinander verbunden sind, zu vermeiden. Für diese Umsetzung sollten im Entwurf konstruktive Details skizzenhaft vorliegen, um die verschiedenen Fügungsmethoden für das Materialkonzept vergleichen zu können.

Bauteile aus Wiederverwendung wählen

- ◀ Bauteile aus Wiederverwendung, die in der Grundlagen- und Bedarfsermittlung priorisiert wurden, werden nun konkret eingeplant, damit sie im nächsten Schritt Teil des genehmigten Gebäudes werden können. Hierfür müssen sie in ihrer Dimensionierung aufgenommen und katalogisiert werden.

Fertigbauteile verwenden

Vorgefertigte Bauteile lassen sich in der Regel schnell und einfach auf einer Baustelle montieren. Durch mechanische Verbindungen ist auch die spätere Demontierfähigkeit einfach zu bewerkstelligen. Die Vorfertigung und Konzeption im Vorhinein erfordert eventuell in **LPH 5** einen erhöhten Planungsaufwand, der schon jetzt zu berücksichtigen ist.

PPS 7

Städtebau S. 48

Tipp: Für eine spätere Wiederverwendung und einen Rückbau des Gebäudes ist eine homogene Baustoffauswahl von Vorteil.

Bauteile zur Wiederverwendung ernten

LPH 10

▼ S. 53

Tipp: Die Vorbereitung zur Wiederverwendung sollte frühzeitig initiiert werden. Bauteile und Recycling-Baustoffe müssen abrufbereit eingelagert werden bzw. bereitstehen, um sie in Ausschreibungen aufzunehmen und reibungslos in den Bauablauf integrieren zu können.

Recycle

Baustoffe mit Rezyklatanteil wählen

Ein Produkt mit Rezyklatanteil (RC) unterscheidet sich in seiner Erscheinung und Beschaffenheit nicht unbedingt von herkömmlichen Baustoffen. Der RC-Anteil kann folglich auch erst in der Ausschreibung benannt werden. Wenn Recyclingstoffe zum Einsatz kommen sollen, muss jedoch geprüft werden, ob die in der Planung vorgesehenen Bauteile überhaupt mit einem Rezyklatanteil angeboten werden. Daher sollte schon in diesem Planungsstadium eine Recherche zu RC-Produkten stattfinden.

▶ LPH 6
▼ S. 36

Renewable

Baustoffe aus nachwachsenden Rohstoffen wählen

Holzgebäude galten lange Zeit als schwerer umzusetzen als Bauten aus Stein und Beton. Dass dennoch viele Gebäude in Holzbauweise entstehen, zeigt, dass die Umsetzung trotz höherer Anforderungen an den Brandschutz bei steigender Gebäudeklassezahl möglich ist. Im Kapitel »Best Practice« finden Sie Beispiele von Holzgebäuden in verschiedenen Größen.

Tipp: Kurze und sichere Fluchtwege erleichtern die genehmigungsfähige Umsetzung von mehrgeschossigen Bauten in Holzbauweise.

Tipp: Sofern Verbundstoffe alternativlos sind, können bei Plattenmaterialien und Brettern Faserstoffe aus Naturfaser verwendet werden.

LPH 4

Genehmigungsplanung

Ressourcenschutzmöglichkeiten

Für die Genehmigung wird geprüft, ob der Entwurf mit den öffentlichen Interessen vereinbar ist. Im Fokus stehen dabei besonders die städtebauliche Platzierung, die Kubatur, die Bauhöhen, die nach außen sichtbaren Besonderheiten, die Grundstücksgrenzen sowie die durch die Bauart entstehenden Annehmlichkeiten oder Unannehmlichkeiten.

Rahmenbedingungen

Übergabeprotokoll/Ressourcenschutzplan erstellen

Tipps: Erstellen Sie einen Ressourcenschutzplan, der die kompletten Planungsphasen umfasst.

Bei vielen Projekten teilen sich verschiedene Büros die Umsetzung der Planungsleistungen. So werden häufig die ersten Leistungsphasen bis zur Genehmigung von einem anderen Büro durchgeführt als die Ausführungsplanung, die Vergabe und die Bauüberwachung/Leitung. Damit der Ressourcenschutz effizient umgesetzt werden kann, ist es wichtig, die entsprechenden Überlegungen genau zu dokumentieren.

Netzwerk einbeziehen

Obwohl die finale Statik erst bei Baubeginn eingereicht werden muss, ist es beim ressourcenschonenden Bauen sinnvoll, die fachliche Einschätzungen zur Statik von den Fachplanenden schon in dieser Leistungsphase einzuholen. Dafür sollte auch die Schnittstellenliste aktualisiert werden.

Förderbedingungen beachten

Fördermittel müssen häufig vor einer Baugenehmigung beantragt werden. Eine Förderung durch den Staat wird unter Auflagen des Zuwendungsrechts und der Verwaltungsrichtlinien erteilt. In dem Zuwendungsbescheid, der Bewilligung der Gelder, steht genau geschrieben, an welche Richtlinien und Gesetze sich gehalten werden muss.

Informationsaustausch strukturieren
LPH 0
▲ S. 13

Netzwerk gründen LPH 0
▲ S. 13

Rückbau genehmigen lassen

In Nordrhein-Westfalen ist ab einem Gebäudevolumen von mehr als 300 m³ ist der Abbruch bzw. Rückbau vorheriger Gebäude genehmigungspflichtig und ein Abbruchartrag beim Bauaufsichtsamt einzureichen.

Material

Materialentscheidungen für Genehmigung ausformulieren

Zur Genehmigung eines Gebäudes werden dessen Dimensionierungen und teilweise die Höhen der Einbauten festgelegt – und damit auch die Tragstruktur und Konstruktionsart des Gebäudes bestimmt. Änderungen der Außenkanten und die Reduktion von Materialaufwand zugunsten ressourcenschonender Materialien sind in den nachfolgenden Leistungsphasen nur mit erhöhtem Aufwand und auf Kosten der Wohnfläche möglich. Es kann lohnenswert sein, zu prüfen, ob sich die Genehmigungschancen durch das Einreichen einer vergleichenden Ökobilanz steigern lassen.

Sondergenehmigungen einreichen

Für den Einsatz neuartiger oder besonderer Materialien oder Energiequellen müssen teilweise Sondergenehmigungen eingeholt werden. Deren Identifikation und Beantragung sind Bestandteile einer genehmigungsfähigen Planung. Als Genehmigungsgrundlage könnte in Zukunft auch das Thema Ressourcenverbrauch von Bedeutung sein.

► Ökobilanz
Glossar S. 19

LPH 5

Ausführungsplanung

Ressourcenschutzmöglichkeiten

In der Ausführungsplanung wird entschieden, wie die Materialien miteinander verbaut, also gefügt werden. Was gebaut werden soll, ist bereits geklärt. Das Wie liegt skizzenhaft vor und wird nun ausformuliert. Ein Entwurf der ausgeschöpften Ressourcenschutzmöglichkeiten liegt vor, in den Sekundärstoffe und Baustoffe mit geringem Ressourceninput eingeplant werden. Die Tragstruktur wird hinsichtlich ihres Ressourceninputs der Nutzung angepasst, und die Bauherrschaft ist über lokale Möglichkeiten, alternative Wertschöpfungsmodelle und alternative Materialmöglichkeiten informiert. Wenn die Vergabe der Leistungsphasen auf verschiedene Büros aufgeteilt wird, ist eine saubere Übergabe mit besonderem Fokus auf kreislaufgerechte und ressourceneffiziente Umsetzung wichtig.

Rahmenbedingungen

Netzwerk erweitern

Um Fachexpertise durch die Ausführenden einzubeziehen, sollte geprüft werden, ob Beratungsverträge mit Fachfirmen oder Fachexpert*innen geschlossen werden, die bei der Ausführungsplanung und der Formulierung der Ausschreibungsunterlagen beraten. Auf diese Weise können Erfahrungen mit innovativen Lösungsansätzen und aktuelle Marktentwicklungen direkt in die Planung einfließen. Handwerker*innen und Bauleitende kennen die Abläufe auf der Baustelle und können unter Umständen wertvollen Input dazu liefern, was im Rahmen des Projekts umgesetzt werden kann.

BIM-Modell verfeinern

Digitale BIM-Modelle sollten mit Ökobilanzdaten und Informationen zu Verbindungsmitteln und Zertifikatanforderungen verfeinert werden. So kann auf Konflikte reagiert werden und die Informationen können gebündelt an Partner*innen weitergegeben werden.

Tipp: Ressourcenschutzbeauftragte für Bauleitung, Ausführung und Vergabe betrachten den Bauprozess mit einem Hauptaugenmerk auf Ressourceneffizienz. Dadurch ist sichergestellt, dass die Ressourceneffizienz in Bauprozessen berücksichtigt wird.

Netzwerk gründen

LPH 0
▲ S. 13

BIM-Modell erstellen

LPH 3
▲ S. 24

Material

Materialkonzept weiterentwickeln

In der Detailplanung werden Bauteile, ihre Verbindung und ihre Materialität so angepasst, dass sie den rechtlichen und bautechnischen Anforderungen entsprechen. Aus diesem Grund ist nun eine vertiefte Materialrecherche notwendig, die auch die Sichtung mit Bauteilproben und dazugehörigen Details umfasst.

Wenn zur Einsparung von Ressourcen eine Abwägung notwendig ist, sollten tragende Bauteile, also der Rohbau und die Gründung, zuerst in den Blick genommen werden. In diesen Teilen stecken anteilig die meisten Ressourcen und sie müssen überdies am längsten halten. Hier sollte Ressourceneinsparung vor Trennbarkeit gehen, denn ob der Rohbau am Nutzungsende in 80 bis 100 Jahren nach den gegenwärtigen Vorstellungen zurückgebaut werden kann, bleibt aus heutiger Sicht unklar. Bei schnell alternden Bauteilen oder solchen, die häufiger ausgetauscht werden müssen, sollte verstärkt auf Trennbarkeit geachtet werden.

Verfügbarkeitsaufnahme und Tauglichkeit von Materialien aus Reuse und Recycling prüfen

Vor der Ausschreibung und Beauftragung, sind Bauteile, »gerentete« Baustoffe und Baustoffe mit Rezyklatanteil abschließend auf ihre Tauglichkeit für das Projekt zu prüfen. Bei dieser Betrachtung geht es um die Fragen, ob die Bauteile und -stoffe nach der Ausführungsplanung weiter wie vorgesehen in den Entwurf passen und ob sie beispielsweise im Zuge des Ausbaus oder während der Lagerung beschädigt wurden. Erst nach dieser Prüfung können Unternehmen dazu aufgefordert werden, die Materialien zu verarbeiten. Um die konkrete Verarbeitung und die Vorgehensweise beim Einbau in der Ausschreibung präzise benennen zu können, werden technische Daten der Bauteile benötigt.

Reduce

Möglichkeit zur Lowtech-Planung prüfen

Es ist zu prüfen, wie die Planung mit möglichst geringem technischem Aufwand umgesetzt werden kann. Hierbei stellt sich die Frage, welche Synergien zwischen Bauteilen, Materialien und Technik entstehen und eine Symbiose erzeugen können.

Tipp: Eine Betonwand kann gegenwärtig in Recyclingbeton ausgeführt und eine Leichtbaudecke in Holz oder Fertigbauteilen konstruiert werden. PVC-Fenster können komplett recycelt werden. Es gibt bereits Unternehmen und Dienstleistende, die entsprechende Produkte mit einem Rezyklatanteil anbieten.

► LPH 3, LPH 5
▲ S. 25
▼ S. 32

LPH 5

Tipp: Fordern Sie die technischen Datenblätter der Produkte an!

Tipp: Auch auf der Baustelle gibt es Einsparpotenzial. Schränken Sie die Baustellenbeleuchtung und die Beheizung der Bürocontainer ein. Beziehen Sie Baustrom aus regenerativen Quellen. Viele Baumaschinen gibt es als Hybrid- oder Elektrofahrzeuge.

► Energy
Glossar S. 17

Ressourcenoptimierte Aufbauten wählen

Aufbauten und Installationen sollten hinsichtlich ihrer Kreislauffähigkeit und ihres lebenszyklusweiten Ressourcenverbrauchs überprüft werden.

Tipp: Fußbodenheizung bietet den Vorteil, einer niedrigen Vorlauftemperatur. Ein Nachteil sind ihre träge Reaktion auf Temperaturschwankungen sowie die schwierige Rückbaubarkeit und aufwendige Reparatur bei konventioneller Installation unter Gussstrich. Trockenbaulösungen sind eine reversible Alternative. Je nach Interessenlage der Nutzenden sind eine photovoltaikgestützte Infrarotheizung oder ein Belüftungssystem mit Wärmetauscher die besseren Lösungen.

Reuse

Schadstofffreie Materialien wählen

Alle eingebauten Materialien, Bauteile und Rohstoffe sollten frei von Schadstoffen sein. Bei neuen Materialien sollte aufmerksam nachvollzogen werden, ob die darin verbauten Stoffe zukünftig als Schadstoff eingestuft werden könnten. Das Beispiel Asbest zeigt, dass manche Schadstoffe erst im Nachhinein erkannt werden. Zu welchen Problemen dies bei Rückbau und Erhalt von Gebäuden führt, lässt sich bis heute schmerzlich beobachten.

Rücknahmesysteme für Baustoffe überprüfen

Besonders bei gut erhaltbaren Bauprodukten, die zum Beispiel verkleidet oder durch die Nutzer*innen nicht erreichbar sind, könnte eine Rücknahme der Bauteile sinnvoll sein. Diese Bauprodukte sollten auf Stoffströme analysiert werden, um sinnvolle Rückbaukonzepte zu identifizieren.

Bauteile vorfertigen

Bei Balkonen, Türen, Fenstern, Treppen etc. ist es bereits üblich, die Bauteile als Ganzes oder halbfertige Module vorgefertigt an die Baustelle zu liefern. Die Einbauzeit und der Abfall auf der Baustelle reduzieren sich dadurch deutlich. Dieses Prinzip lässt sich auch bei anderen Bauteilen wie Wänden, Decken, Fundamenten, Dächern etc. anwenden.

Für den Rückbau planen – Design for Disassembly

Die bereits im Entwurf geprüften Verbindungsmöglichkeiten der Bauteile sollten bei der Detailplanung so ausformuliert werden, dass sie langfristig lösbar bleiben und Materialkomposite

Tipp: Konsultieren Sie den Schadstoffkompass⁷, dem entnommen werden kann, welche Stoffe aktuell als Schadstoffe deklariert sind.

Fertigbauteile verwenden LPH 3
▲ S. 26

Tipp: Eine Vorfertigung kann beispielsweise in Holz, Recyclingbeton, in Faserverbundstoffen wie Hanffaserplatten erfolgen.

Design for Disassembly
Glossar S. 16

weitestgehend vermieden werden. Komposite sollten nur dann zum Einsatz kommen, wenn sie unbeschadet ausgebaut und wiederverwendet werden können oder ein hochwertiges Recyclingverfahren für diese Stoffe zur Verfügung steht.

Rückbaupläne erstellen

Wenn bereits in dieser Leistungsphase ein Rückbaukonzept erstellt wird, ist eine gute Informationsbasis für aktuelle Verbindungsdetails vorhanden. Die Skizzen und Pläne können in **LPH 10** »Rückbau« ausformuliert und an die Bauherrschaft für die spätere Verwendung übergeben werden.

Recycle

Recyclingpotenzial ausschöpfen

Sowohl das Recyclingpotenzial für den Einsatz in den neu verbauten Bauteilen, als auch das Potenzial für hochwertiges Recycling nach dem Rückbau sollten aufmerksam geprüft werden.

Produktionsprozess-Baustoffe mit

Rezyklatanteil begleiten

Bei der Aufbereitung mineralischer Reststoffe gilt, dass die Qualität der Recyclingprodukte in hohem Maße abhängig ist von der Sortenreinheit des aufzubereitenden Materials.⁸ Die Sortenreinheit der im Gebäude eingesetzten Sekundärstoffe sollte daher gesondert geprüft werden, indem der Recyclingprozess stichprobenhaft begleitet wird.

Bestandsmaterialien selektiv rückbauen

Bestandsmaterialien, die rezykliert werden sollen, sollten auf Aufbereitungsnotwendigkeit geprüft werden. Ist eine Reinigung notwendig? Bedarf die Oberfläche einer Aufarbeitung? Muss eine Zerkleinerung und Neueinmischung erfolgen? Sind kleinteilige Verbindungsmittel zu entfernen?

Bestandsmaterialien aufbereiten lassen

Die Materialien werden an ein verarbeitendes oder ein anderweitig Gewährleistung übernehmendes Unternehmen vermittelt, wie beispielsweise ein Recyclingunternehmen. Dort werden die Materialien je nach Beschaffenheit und Anspruch an das später zu produzierende Bauprodukt verarbeitet. Für jeden Standort muss eine eigene Zulassung für das jeweilige Rezyklat erwirkt werden. Ist dieses Zertifikat noch nicht vorhanden, ist es unter Umständen sinnvoll, perspektivisch eine

Tipp: Beispiel zu lösbaaren Verbindungen: Eine Abdichtung kann alternativ zur Beschichtung auch als Plattenmaterial oder von der Rolle mit Klemmverbindungen ausgeführt werden.

Tipp: Der Grenzwert für den Recyclinganteil in Beton, bei dem der Kiesanteil durch rezyklierte Gesteinskörnung ersetzt wird, beträgt aktuell 40 %. Dieser Grenzwert ist in der DIN 4226-101 festgehalten.

LPH 5

► **Rückbaukonzept des Bestands erstellen LPH 10**
▼ S. 49

Zusammenarbeit mit den Recyclingunternehmen anzustreben. Bei großem Abnahmeumfang kann dies für beide Seiten wirtschaftlich rentabel sein.

Aufbereitetes Material an Materialproduzierende vermitteln

Das Rezyklat (z. B. Granulat oder Gesteinskörnung) wird zusammen mit anderen Bestandteilen zum gewünschten Baustoff weiterverarbeitet. Das aufbereitete Material wird an den Materialherstellenden geliefert, der es dann zum fertigen Produkt beimischt. Die finale Materialabnahme erfolgt durch die Bauherrschaft. Wenn in der Region bereits Bauprodukte mit Rezyklatanteil hergestellt werden, entfällt die Begleitung der beiden vorherigen Schritte. Wie Material mit Rezyklatanteil abgenommen und ausgeschrieben wird, ist in **LPH 6** beschrieben.

Renewable

Treibhausgasemissionen durch kurze Transportwege minimieren **LPH 1**
▲ S. 19

- ◀ Beim Bauen mit Holz sollten vorrangig lokale Quellen gewählt werden. Die Langlebigkeit der Holzbauteile, besonders wenn diese für eine schadstofffreie Planung unbehandelt bleiben, hängt maßgeblich von der Qualität des Entwurfs, der Konstruktion und der Verbauung ab.

Energy

Innovatives Energiekonzept entwickeln **PPS 8 Städtebau** S. 50

- ◀ Auch bei der TGA-Planung können Produkte aus Rezyklat sowie kreislauffähige und wiederverwendete Produkte zum Einsatz kommen. Zur Definition des Umfangs der Systeme erfolgt eine detaillierte Abstimmung von lokalen Energieversorgenden bzw. dezentralen Energiesystemen, um den Heiz- und Energiebedarf aufeinander anzupassen.

Tipp: Viele Heizsysteme haben aktuell eine lange Vorlaufzeit für die Bestellung.

LPH 6

Vorbereitung der Vergabe

Ressourcenschutzmöglichkeiten

Bei öffentlichen Aufträgen sind Planende nach der Vergabeverordnung angehalten, das für die Bauherrschaft wirtschaftlichste Angebot zu ermitteln. Dabei wird häufig nach dem Kriterium »Preis« entschieden. Dass dieses Auswahlverfahren nicht immer die geeigneten Handwerker*innen und Produkte zusammenbringt, zeigt sich an nachtraglastigen und verzögerten Projekten. Im Folgenden werden verschiedene Schritte hin zu Ausschreibungen beschrieben, die sich sowohl an der Qualität als auch an der Wirtschaftlichkeit orientieren. Auch für die Arbeit mit privaten Auftraggeber*innen sind diese Schritte für die Umsetzung einer Planung im Sinne einer Ressourcennutzung von Interesse.

Rahmenbedingungen

Funktionelle Vergabe durchführen

In einer funktionellen Vergabe wird nicht das günstigste, sondern das wirtschaftlichste Angebot gewählt. Was im Kontext des Projekts als wirtschaftlich angesehen wird, legen die Planenden anhand der Zuschlagskriterien (Vergabekriterien) mittels einer Vergabematrix fest. Dabei wird auch der Ressourcenschutz berücksichtigt. Zuschlagskriterien im Sinne des Ressourcenschutzes können sein:

- ◀ Zertifikate, Regelwerke und Ökobilanzindikatoren wie der CO₂-Ausstoß, der Ressourcenaufwand in der Produktion oder andere quantitativ vergleichbare Werte.

Eine Matrix zum Vergleich der Angebote ist nur eine von mehreren Bewertungsmethoden, die im Rahmen der Vergabe zur Anwendung kommen. Die Matrix wird der Ausschreibung beigefügt. Bewertungskriterien wie Preis und Zuschlagskriterien werden darin in einem Punktesystem gegenübergestellt. So wird das Angebot mit dem besten Preis-Leistungs-Verhältnis ermittelt.

Zu den Rahmenbedingungen zählt auch, dass die Verantwort-

- ◀ lichkeiten klar benannt werden. So sollte beispielsweise die Ermittlung von Ökobilanzwerten durch die Ressourcenschutzbeauftragten

Tipp: Der Preis muss bei der Gesamtbewertung min. 30 % ausmachen (teilweise werden auch 50 % empfohlen). Die restlichen 70 % können Kriterien wie »Eignung«, »Zertifikate«, »CO₂-Ausstoß« etc. ausmachen.

Indikatoren
Glossar S. 21

Ökobilanz
Glossar S. 19

erfolgen. Liegt die Berechnung in der Hand der anbietenden Firma, kann die Wirtschaftlichkeit des Angebots leiden oder ein Mehraufwand entstehen, der letztlich zu weniger Angebotsauswahl führt. Können die Planenden oder die Auftraggebenden die Werte erst nachträglich berechnen, entsteht zudem einen Mehraufwand bei den Prüfenden.

Eignungskriterien für den Ressourcenschutz formulieren

In den Vorbemerkungen der Leistungsbeschreibung werden die Eignungskriterien ausformuliert, die Bietende bzw. Bewerbende erfüllen müssen, um den ausgeschriebenen Auftrag überhaupt ausführen zu können. Die Eignungskriterien sind von den Zuschlagskriterien zu unterscheiden und teilen sich auf in drei Gruppen:

- Befähigung und Erlaubnis zur Berufsausübung
- wirtschaftliche und finanzielle Leistungsfähigkeit
- technische und berufliche Leistungsfähigkeit¹⁰

Hier können Ressourcenschutzkategorien abgefragt werden wie:

- besuchte Schulungen oder Weiterbildungen (z. B. zusätzliche Fortbildungen oder Kenntnisse zu neuartigen Baumaterialien und Konstruktionsweisen)
- regionale Verfügbarkeit eines Produkts
- Umweltschutz im Betrieb, Erfahrung mit Vermeidung von Verpackungsmaterial, Dauerhaftigkeit, Rückbaufähigkeit, Baugrunderschließung oder Dokumentation, Weiterverwendung von Verschnitt oder Überschussmaterial über z. B. Bauteilbörsen¹¹

Die Eignungskriterien dürfen nur einmalig im Rahmen der Zulassung zum Bewerbungsverfahren angelegt werden und bei den Zuschlagskriterien nicht erneut berücksichtigt werden.

Produktneutral ausschreiben

Für innovative Lösungen gibt es häufig noch keinen etablierten Markt. Hier können eine vertiefte Marktrecherche und eine detaillierte Beschreibung der Anforderungen helfen, die Besonderheit des Produkts und die Notwendigkeit zum Einsatz im Gebäude darzustellen und eine Einzelfallentscheidung zu erwirken. Das Produkt sollte neutral oder nach dem Prinzip der »Gleichwertigkeit« beschrieben werden, sofern eine eindeutige Leistungsbeschreibung anders nicht möglich ist. In diesem Fall können Leitfabrikaten oder Leitprodukten mit dem Zusatz »oder gleichwertig« verwendet werden.¹²

Tipp: Um Zuschlagskriterien vergleichbar zu machen, werden vorher Punktzahlen festgelegt. Bei der Interpolierungsmethode erhält das schlechteste Angebot (z. B. mit dem höchsten Preis) 0 Punkte und das beste Angebot (z. B. mit dem niedrigsten Preis) 100 Punkte. Alle dazwischenliegenden Angebote werden entsprechend interpoliert. Eine Übersicht verschiedener Bewertungsmethoden findet sich in Ferber (2022).⁹

Tipp: Formulieren Sie klare Eignungskriterien, um qualifizierte Handwerker*innen für die Verwendung von Reuse- und Recycling-Material zu finden.

Tipp: Die Transportdistanz als Zuschlagskriterium wäre für einen europäischen Wettbewerb schädlich, weil Produkte aus anderen Ländern so ohne quantitative Bewertung benachteiligt würden. Darum kann die Transportdistanz nicht in den Zuschlagskriterien eingebracht werden. Der CO₂-Ausstoß von Produktion und Anlieferung ist zählbar bzw. klar quantitativ vergleichbar und darum als Zuschlagskriterium möglich. Darin kann mittelbar auch die Transportdistanz ausgewertet werden.

Materialien mit und ohne Rezyklatanteil vergleichen

Um Materialien mit und ohne Rezyklatanteil zu vergleichen oder alternative Verbindungsmittel in der Ausschreibung abzufragen, kann mit Eventualpositionen gearbeitet werden.

Mit Vergabegesprächen arbeiten

Nicht immer sind Vergabegespräche vorgesehen oder erwünscht. Ein Vergabegespräch ist jedoch hilfreich, um besonders Ressourcenschutzanforderungen besser zu überprüfen und zu bewerten. Neben der Kompetenz der Anbietenden können Angebote einzelner Baustoffe besprochen und somit Nachträge vermieden werden.

Anbietende auswählen

In einigen Vergabeverfahren kann vorab der Kreis der Bietenden bestimmt werden, bei anderen ist es möglich, bestimmte Bietende nach der Veröffentlichung auf die Ausschreibung aufmerksam zu machen. Durch diese Steuerung kann der Ausgang der Vergabe und des Baus maßgeblich beeinflusst werden. Das Ziel ist es, Bietende zu identifizieren, die der Qualität der Planung und des geplanten Gebäudes prinzipiell gerecht werden und die Eignungskriterien erfüllen.

Vertragsgestaltung dem Ressourcenschutz anpassen

Ausschreibungen sollten so formuliert werden, dass ressourcenschutzgerechte Verträge entstehen. Dafür ist es wichtig, zusätzliche technische Vertragsbedingungen im Sinne des Ressourcenschutzes zu formulieren und relative oder absolute Vertragsstrafen festzusetzen. Um diese später ziehen zu können, muss das Ziel des Auftrags sehr genau definiert sein.

Verträge entsprechend der aktuellen Marktlage aufsetzen

Bei Bindefristen sollten schwankende Marktpreise für Baumaterialien berücksichtigt werden. Ferner können Preisgleitklauseln mit der Bauherrschaft vereinbart werden, um schlecht kalkulierbare Risiken einzuplanen oder bewusst in Kauf zu nehmen. Alternativ ist es möglich, im angebotenen Preis einen Puffer zu erlauben, der einen dokumentierten Nachtrag in der Summe X zulässt. Bei der Rechnungsprüfung ist dann besonders auf die Aufschlüsselung des Nachtrags zu achten.

Tipp: Ziehen Sie bei der Erstellung des Leistungsverzeichnisses und der Prüfung der Angebote eine*n Ressourcenschutzbeauftragte*n hinzu.

Tipp: Beziehen Sie alternative Wertschöpfungsmodelle, wie Rücknahmekonzepte (z.B. bei Fenstersystemen) oder eine Art Service-Leasing für Gebäudekomponenten (z.B. Trennwände, Teppichböden, technische Anlagen oder Fassadenmodule) in die Vergabe mit ein.

Ressourcenschutzmöglichkeiten

Die Planenden unterstützen die Bauherrschaft im Sinne der Planung bei der Vergabe. Wenn entsprechend detailreiche Vorbereitungen getroffen wurden, kann sich die Vergabeempfehlung auf die quantifizierbaren Ressourcenschutzkriterien stützen. Eine Nutzwertanalyse ist hilfreich, um zusätzliche Vergleiche der Angebote anzustellen.

Rahmenbedingungen

Vergabegespräche im Sinne des Ressourcenschutzes begleiten

Die Bewertungsmatrix quantifiziert die Zuschlagskriterien und dient als Grundlage bei Vergabegesprächen. Für die Auswahl der einzuladenden Bietenden werden die Eignungskriterien herangezogen und dann in den Vergabegesprächen abgefragt. Die Vergabegespräche sollten, gerade bei neuen Themen wie Wieder- und Weiterverwendung von interdisziplinären Teams geführt werden, wobei die Anbietenden mithilfe der Vergabematrix bewertet werden, um schließlich eine konsensuale Empfehlung aussprechen zu können.

Eignung der Anbietenden garantieren

Besonders bei neuartigen Bauweisen ist es ratsam mit den Handwerker*innen im Rahmen der Vergabegespräche frühzeitig in den Dialog zu treten. Es kann notwendig bzw. hilfreich sein, bei neuen Techniken noch eine Weiterbildung für die einbezogenen Handwerker*innen anzubieten und sich gemeinsam anhand von Mock-ups (Anschauungsmodelle) mit dem Material vertraut zu machen. In der Vergabephase ist dieser Schritt schon spät angesiedelt. Besser wäre es, bei besonders komplexen oder neuartigen Bauweisen in LPH 3 bis LPH 5 zu prüfen, ob die handwerklichen Fähigkeiten zur hochqualitativen Verarbeitung angeeignet werden können bzw. vorhanden sind.

Tipp: Ziehen Sie bei der Erstellung des Leistungsverzeichnisses und der Prüfung der Angebote eine*n Ressourcenschutzbeauftragte*n hinzu.

Reduce Reuse Recycle

Alternativen identifizieren

Die Vergabegespräche bieten die Chance, Alternativen zu den angebotenen Baustoffen zu identifizieren und mit den Anbietenden zu besprechen. Wichtig: Falls dadurch neue Bestandteile der Vergabe entstehen, muss den anderen Anbietenden die Möglichkeit zur Abgabe eines Nachtragsangebots eingeräumt werden.

Risikoübernahme und Eignung der Baustoffe abklären

Auftragnehmende müssen nach § 4 Abs. 3 der Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen VOB/B vorgeschriebene oder gelieferte Baustoffe oder Bauteile auf ihre Tauglichkeit prüfen. Sie verpflichten sich durch den Werksvertrag, einen bestimmten Erfolg herbeizuführen und nur Baumaterialien und Bestandteile mit der erforderlichen Eignung zu verwenden.

Falls die Bauherrschaft Baumaterialien vorschreibt oder zur Verfügung stellt, dürfen Auftragnehmende diese Stoffe nicht unbeesehen verwenden, sondern müssen sie vor Beginn der Ausführung überprüfen, um sicherzugehen, dass das Gebäude mangelfrei errichtet werden kann.

► Rückbaukonzept des Bestands erstellen LPH 10
▼ S. 49

LPH 8

Bauüberwachung und -dokumentation

Ressourcenschutzmöglichkeiten

Um Ressourcenschutzmöglichkeiten umzusetzen, kann ein ähnliches Verfahren gewählt werden, wie es auch zur Vermeidung von Baumängeln angewandt wird. Der Bauprozess ist streng und besonders an kritischen Punkten zu überwachen.

Rahmenbedingungen

Fachspezifische Ressourcenschutzaufsicht beauftragen

Die Bauleitung sollte mit Blick auf den Ressourcenschutz gesondert beauftragt werden. Je nach Projektgröße kann es sinnvoll sein, einer zusätzlichen Person die Rolle der Ressourcenschutzaufsicht zu übertragen. So entsteht ein weiteres Kontrollorgan neben der abnehmenden Person in Funktion der Bauleitung, das kontinuierlich mit Handwerker*innen und Fachplanenden im Dialog ist. Auf diese Weise lässt sich vermeiden, dass das Thema Ressourcenschutz auf Baustellen in den Hintergrund rückt oder bei Konflikt mit anderen Themen nachrangig behandelt wird.

Präzise Dokumentation erstellen

Die Bauüberwachenden oder die Fachbauleitenden erstellen in einem separaten Ressourcenprotokoll eine möglichst detailgenaue Dokumentation. Nebenleistungen sind hier Fotos, Abnahme- und Mängelprotokolle, Baustellen- und Baubesprechungsprotokolle und Bautagebücher.

Zeitpläne/Grobzeitpläne

Für die Vorbereitung einer Baustelle werden als Nebenleistungen zur Bauaufgabe Grobzeitpläne erstellt. Durch das Thema Ressourcenbetrachtung kann die Baustelle jedoch an Komplexität gewinnen. Ist das der Fall, sollten die Meilensteine des Ressourcenschutzes in einem als Sonderleistung vereinbarten Bauzeitenplan

Faktor X
Glossar S. 23

Tip: Regulär werden Protokolle je Gewerk erstellt. Um diese entsprechend einer ganzheitlichen Planung und im Sinne des Ressourcenschutzes zusammenzudenken, empfiehlt sich ein gesamtheitliches Protokoll. Die inhaltliche Ergänzung dieser Leistungen um die Betrachtung der Ressourcen ist laut HOAI eine Sonderleistung und kann als solche abgestimmt und abgerechnet werden.

festgelegt werden. Die Abnahme dieser Meilensteine orientiert sich idealerweise an Checklisten, die auf den Ausschreibungen und Anforderungskatalogen basieren.

Materialverzeichnis für Gebäudepass erstellen

Für das Erstellen eines Gebäudepasses sind sämtliche Materialien, Beschichtungen, Verbindungsmittel und die Rahmenbedingungen des Einbaus zu dokumentieren und ein Materialverzeichnis anzulegen. Dieses wird in LPH 9 und LPH 10 weitergeführt. Hierbei können die zuvor angeforderten Datenblätter zum Einsatz kommen. Wie, wo und von wem der Materialpass gespeichert, verwahrt und weiter gepflegt wird, sollte in LPH 9 entschieden und dann in LPH 10 umgesetzt werden.

Bauteildaten am physischen Objekt festhalten

Um die Wartung des Gebäudes zu erleichtern und sicherzustellen, dass es später als Materialquelle genutzt werden kann, ist es ratsam, sämtliche Bauteile zu kennzeichnen. Neben den technischen Daten werden das Leitprodukt und das konkrete Produkt sowie die Bewertungskriterien für den Zuschlag aufgeführt.

Material

Einbauprüfungen durchführen

Die genaue Durchführung geplanter Details kann ausschlaggebend dafür sein, ob ein Gebäude Ressourcenschutz-Standards erfüllt oder nicht. Besonders das »Design for Disassembly«-Prinzip, also die Verwendung lösbarer Verbindungen, wird aus Zeitgründen oder aufgrund von bestehenden Routinen auf der Baustelle schnell vernachlässigt. Dies gilt es zu vermeiden, denn unter Umständen können nur wenige zusätzliche Zentimeter Materialmenge die komplexen Ressourcenberechnungen aus dem Gleichgewicht bringen.

Materialien auf Zertifikate und Sekundärstoffanteil prüfen

Bei der Produktprüfung sollten vorrangig Materialien untersucht werden, bei denen nicht direkt erkennbar ist, ob Sekundär- oder Primärmaterialien eingesetzt werden. Die Produktdatenblätter sollten mit der Ausschreibung samt (Re-)Zertifizierungen und dem tatsächlich gelieferten Produkt abgeglichen werden. Im Zweifel sollte eine Materialstichprobe entnommen werden.

► Design for
Disassembly
Glossar S. 16

Reduce

Abfall reduzieren

Planende haben die Pflicht, Abfallmengen auf ein Minimum zu reduzieren. Je nach Ausschreibung müssen Mülltrennung und -minimierung gesondert überwacht werden. Bei Verpackungen, Bauschutt und Materialresten ist auf möglichst sortenreine Trennung zu achten. Eine Wiederverwendung oder ein Recycling sollten geprüft werden, auch um Mehrkosten bei der Entsorgung zu vermeiden. Besonders bei leichtem und kleinteiligem Schüttgut ist darauf zu achten, dass es sich bei Windeinwirkung nicht auf der Baustelle oder gar darüber hinaus verteilt und eine sortenreine Trennung anderer Materialien unmöglich macht. Es ist daher beispielsweise empfehlenswert, Verklebungen zu vermeiden.

Reuse

Bauteilreste verkaufen

Materialreste und Verschnitt sollten nicht in der Mülltonne landen, sondern bestenfalls sinnvolle Verwendung auf weiteren Baustellen finden. Dafür können die Reststoffe über spezielle Bauteilbörsen weiterverkauft werden. Auch Boden und Schüttgut kann weiterverkauft werden, anstatt auf der Deponie zu enden. Falls ein Verkauf beabsichtigt ist, gewinnt eine Lagerung an Bedeutung, bei der die Materialeigenschaften erhalten bleiben. Hierfür gibt es verschiedene digitale Bauteilbörsen und Marktplätze.

LPH 9

Objektbetreuung

Ressourcenschutzmöglichkeiten

Die Objektbetreuung legt den Fokus auf die Funktionstüchtigkeit des erstellten Gebäudes in der Nutzungsphase. Hier werden jedoch auch die Grundsteine gelegt für eine Nutzung darüber hinaus. Die Plangrundlagen und Daten, die an die Bauherrschaft übergeben werden, ermöglichen die Planung von Schritten weit über die Nutzungsphase hinaus.

Rahmenbedingungen

Übergabe an Bauherrschaft durchführen

Wenn keine weitere Begleitung durch die Planenden angesetzt ist, sollten an dieser Stelle das Rückbaukonzept, das Wartungskonzept, das Materialverzeichnis und alle Pläne an die Bauherrschaft übergeben werden. Es ist jedoch zu empfehlen, eine weitere Begleitung in Form einer **LPH 10** zu vereinbaren.

Material

Materialpass erstellen

Anhand des Materialverzeichnisses, das während der LPH 8 weiter gepflegt wurde, können nun der Materialpass und das BIM-Modell bzw. die Plangrundlagen aktualisiert werden. In den Unterlagen sollten nun alle Mengen, Einbauarten, Fügungen, Veränderungen, Beschichtungen, Stoffzusammensetzungen und Zertifikate zu finden sein.

Wartungskonzept erstellen

Um die Funktionstüchtigkeit des Gebäudes auch langfristig zu gewährleisten, sollte ein Wartungskonzept vorgelegt werden. Dies kann aus den Reparatur- und Pflegeanleitungen der einzelnen Produkte und Konstruktionen bestehen und durch die Ansätze der Planenden ergänzt werden. Auch die regulären Austauschzyklen von Bauprodukten und Leasingkonzepte sollten festgehalten werden.

Bauwerksaufnahme, Schadstoffkataster

LPH 10

▼ S. 51

Tipp: Binden Sie das Facility Management schon früh, möglichst ab LPH 3, in die Planung ein, um Aufwand/Kosten für den Betrieb geringer zu halten. Das Facility Management sieht nach

Nutzungskonzept erstellen

Um Nutzer*innen mit dem Wissen über die antizipierte Nutzung auszustatten, kann ein Nutzungskonzept erstellt werden, in dem auch Sharing-Konzepte, Belüftungs- und Beheizungskonzepte sowie Behaglichkeitstipps untergebracht werden.

Baufertigstellung oft große Potenziale, die sich mit einer frühzeitigen Einbindung ausschöpfen lassen.

Reuse

Rückbaukonzept skizzieren

Wurde bei der Planung der Rückbau des Gebäudes bereits wie empfohlen angedacht, sollten die entsprechenden Rückbaukonzepte der Bauprodukte und Verbindungen dokumentiert werden. Die Dokumentation kann als Ergänzung des Wartungskonzepts oder als separate Plangrundlage behandelt werden.

► **Rückbaukonzept des Bestands erstellen LPH 10**
▼ S. 49

Die LPH 10 legt den Fokus auf das Nach- und Weiterleben des Gebäudes. Sie kann sowohl von einem Architekturbüro begleitend durchgeführt werden als auch weiterhin bei den Gebäudeeigentümer*innen und Nutzer*innen liegen. Diese müssen zu diesem Zweck ausreichend informiert und ausgebildet werden. Auch eine LPH 10 ist wie schon die LPH 0 in der aktuellen HOAI nicht vorgesehen. Hier könnte ein neues Arbeitsfeld für Architekt*innen entstehen, dessen Aufgaben derzeit teilweise noch in den Rollen der Immobilienverwaltenden und der Bauherrschaft zugeordnet sind:

1. Begleitung hin zu neuen Bedarfen und Grundlagen
2. Möglichmachen von Rückbau, späterer Umnutzung
3. Übergabe von Dokumenten an die Bauherrschaft

Ressourcenschutzmöglichkeiten

Sobald die Dokumentation abgegeben und die Gewährleistungen abgelaufen sind, sind Planende regulär nicht mehr Teil des Lebenszyklus eines Gebäudes. Berührungspunkte bestehen in der Regel nur noch aus nostalgischen Gründen oder im Zusammenhang mit Projektpräsentationen. Angenommen die Planenden würden auch über die Gewährleistung hinaus als Ansprechpersonen für das Gebäude zur Verfügung stehen, eröffnen sich weitere Möglichkeiten, Umnutzungsszenarien und Erneuerungsprozesse zu begleiten und den Rückbau des Gebäudes nach der aktuellen Nutzungsphase mit vorzubereiten. Die LPH 10 bietet diese Möglichkeiten. Ein weiteres Problem kann sich aus dem Verkauf des Gebäudes ergeben: Bei der Übergabe gehen oftmals Dokumente verloren und die Daten müssen für die neuen Besitzer*innen abermals aufwendig eingepflegt werden. Hier können Start-ups, die spezialisierte Cloud-Lösungen für Pläne, BIM-Modelle, Verträge, Gewährleistungen etc. anbieten, einbezogen werden. Im Rahmen eines Verkaufs ist es für Projektsteuernde dann ohne großen Mehraufwand möglich, die Dokumente zu sichten und zuzuordnen.

Reduce

Umnutzungen und Erneuerungsprozesse begleiten

Ist für ein Gebäude nur eine kurze Nutzungsphase vorgesehen, können die nächsten Umnutzungsstadien frühzeitig identifiziert und vorbereitet werden.

Gebäudepass pflegen

Ist im Projekt ein Gebäudepass zum Einsatz gekommen, bietet die LPH 10 die Möglichkeit, den Alterungsprozess des Gebäudes zu begleiten und fortlaufend zu dokumentieren.

Materialabnutzung überwachen und katalogisieren

Veränderungen im Material und den Verbindungen lassen sich nach den künftig jeweils aktuellen Ständen der Technik bewerten. Parallel dazu kann das Nutzungsverhalten überprüft werden.

Reuse

Rückbauskizze in -konzept überführen und dem aktuellen Stand der Technik anpassen

Es ist wahrscheinlich, dass im Laufe der Nutzungsphase eines Gebäudes neue Recyclingverfahren, Rückbautechniken, Wiederverwendungsmechanismen und Materialien entwickelt werden. Dieser Fortschritt kann sich auch auf die Art und Weise eines Rückbaus auswirken. Die Rückbausskizze sollte darum in Kombination mit einer Wartungsanleitung des Gebäudes in regelmäßigen Abständen aktualisiert werden. Es empfiehlt sich ein Zehn-Jahres-Rhythmus, da Techniken, Methoden und Standards, die zum Zeitpunkt des Einbaus angewendet wurden, dann noch nachvollziehbar sind.

Vor einem Rückbau:

Rückbaukonzept des Bestands erstellen

Das »Rückbaukonzept Bestand« wird erstellt, wenn der Rückbau eines Bestandsgebäudes angestrebt wird. Es ist die Plangrundlage für den Umgang mit den in der Gebäudesubstanz enthaltenen Materialien. Nach der Bauteilaufnahme wird geprüft, welche dieser Materialien rezykliert und wiederverwendet und welche gegebenenfalls weiter veräußert oder deponiert werden müssen. Im Rückbaukonzept sollten auch die Lagermöglichkeiten für die entsprechenden Bauteile berücksichtigt werden. ReBAU hat hierzu eine durch die Concular-Plattform erstellte Studie zum Rückbau einer Scheunenanlage veröffentlicht.

Tip: Die Wiederverwendung von ganzen Bauteilen sollte der Wiederverwertung von Baustoffen vorgezogen werden. So lassen sich Energie und Ressourcen für den Aufbereitungs- und den anschließenden Herstellungsprozess von Recyclingbaustoffen einsparen.

Bauteilaufnahme/Bauteilanalyse durchführen

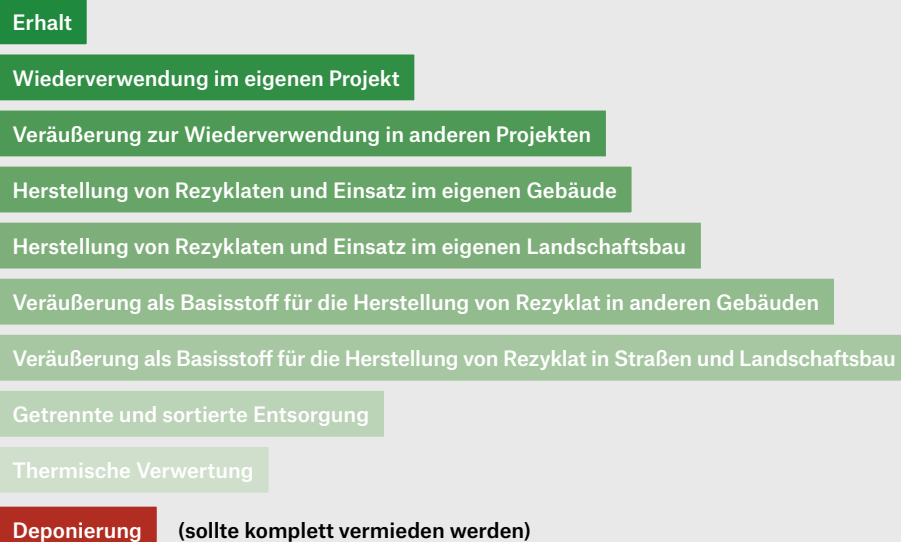
Ein Bestandsgebäude wird in der Bauteilaufnahme und Bauteilanalyse auf das Potenzial von Bauteilen zur Wiederverwendung geprüft. Wenn keine Katalogisierung beim Neubau stattgefunden hat, werden Bauteile vor Ort markiert und katalogisiert, um die Qualität und Massen zu dokumentieren.

Bestandsmaterialien umfassen Innenausbau und Bauteile wie Fenster, aber auch tragende Elemente, Schüttgut auf den Außenanlagen und Pflasterungen.

Eignung zur Bauteilwiederverwendung in Reuse- oder Recyclingprozessen prüfen

Sämtliche Bauteile, die Recycling- oder Reuse-Potenzial aufweisen, können in Entwürfe einfließen oder zur Weiterveräußerung eingeplant werden. Welche Rolle sie spielen können und sollen, wird idealerweise schon vor weiteren Schritten bedacht. Erst wenn klar ist, was mit den identifizierten Bauteilen passieren soll, werden diese Prüfungen zu Statik und Gefahrenstoffen unterzogen. Selbstverständlich können Stoffe immer auch auf Verdacht ausgebaut und zwischengelagert werden, um etwa später eingeplant oder veräußert zu werden. Hier besteht jedoch das Risiko, dass der geleistete Mehraufwand der Prüfungen und des Ausbaus sich nicht rechnet. Das ist besonders dann der Fall, wenn Bauteile trotz selektiven Rückbaus aufgrund fehlender Prüfung oder falscher

Hierarchisieren Sie den Umgang mit Materialien wie folgt:



Einschätzung nur noch deponiert oder thermisch verwertet werden können.

Schadstoffprüfung und Prüfung auf technische Eigenschaften durchführen

Mineralische Baustoffe, die zur Wiederverwertung identifiziert worden sind, müssen im weiteren Prozess auf Schadstoffe und technische Eigenschaften nach DIN 4226-101 und DIN 4226-102 geprüft werden.

Bestand selektiv rückbauen

Für einen selektiven Rückbau ist bei einem Neubau eine Planung der Abläufe und der auszubauenden Materialien notwendig, die die Selektion der Materialien zur Weiterverwendung erlaubt. Um einen Rückbau umzusetzen, kann wie folgt vorgegangen werden:

Recherche der Nutzungsgeschichte

Der erste Schritt der Erkundung ist die Recherche der Nutzungsgeschichte. Unter Umständen finden detaillierte Auswertungen weiterer Unterlagen (z. B. aus Bauarchiven) in einer vertiefenden Erkundungsphase statt. Diese können erste Hinweise auf verwendete (und eventuell schadstoffhaltige) Baustoffe, nutzungsbedingte Einträge, militärische Altlasten etc. liefern und sollten in einem Gutachten oder einer Checkliste zusammengefasst und in einem Plan (Lageplan, Grundriss o. Ä.) dokumentiert werden. Aus diesem Gutachten bzw. dieser Checkliste geht hervor, welche Baumaterialien und Gebäudeteile womöglich schadstoffbelastet sind. Das Gutachten bzw. die Checkliste dient als Grundlage für die Aufstellung des Probenannahmeplans.¹³

Bauwerksaufnahme/-untersuchung

Verknüpft mit der Recherche der Nutzungsgeschichte erfolgt die Bestandsaufnahme zur Erfassung der Gebäudesubstanz. Datenquellen sind Bestandspläne, Projektunterlagen sowie vergleichende Vorortaufnahmen zur Ermittlung der Baumaterialien (Art, Mengen), zur Bauart und zum Bauzustand. Methodische Hinweise zur Vorgehensweise finden sich unter anderem im DWA-Merkblatt.¹⁴

Technische Erkundung

Auf eine Probenahme von eventuell konterminierter Bausubstanz nach einem zuvor erstellten Probenentnahmeplan folgt eine Schadstoffanalyse zur Klärung der Belastung mit Umweltschadstoffen.

Bewertung der Analyseergebnisse/ Schadstoffkataster

Sobald der Verdacht besteht, dass Schadstoffe vorhanden sind, ist nach VDI/GVSS 6202 ein*e sachkundige*r/fachkundige*r Gutachter*in einzuschalten.

Die Erstellung eines Schadstoffkatasters bildet die Basis für Planung und Ausschreibung der Rückbaumaßnahme. Die Gebäudeschadstoffe werden erfasst und unterteilt in baustoffbedingte (z.B. Asbest) bzw. nutzungsbedingte Gefahrstoffe (z.B. Vornutzung als Tankstelle) ohne Berücksichtigung biologischer Belastungen wie etwa Taubenkot oder Hausschwamm.

Planung Rückbauverfahren

Für den Abbruch von Gebäuden stehen verschiedene Verfahren, Maschinen und Geräte zur Auswahl. Die DIN 18007 »Abbruchverfahren« erläutert Begriffe, Verfahren und Anwendungsbereiche für den Abbruch von Gebäuden bzw. baulichen Anlagen. Anhang A der DIN 18007 bewertet die geäußerten Abbruchverfahren hinsichtlich ihrer Eignung und Auswirkung in Abhängigkeit von Konstruktion, Bauteil und Baustoff. In Nordrhein-Westfalen ist ab einem Gebäudevolumen von mehr als 300 m³ der Abbruch vorhandener Gebäude genehmigungspflichtig.

In zeichnerischen Darstellungen (Lage- und Bestandspläne) werden Mengenermittlung, Lagerflächen, Flächen zur Aufbereitung dokumentiert. Eine Rückbaustatik kann notwendig werden, denn um einzelne Demontagestufen durchführen zu können, sind für Gebäudeteile oder für das gesamte Bauwerk unter Umständen statische Nachweise für kritische Rückbauzustände zu erbringen. In einem Termin- und Ablaufplan werden die Abläufe strukturiert.

Erstellung eines Sicherheits- und Gesundheitsschutzplans

Das Abbruchunternehmen hat auf Basis des Schadstoffkatasters für jede Baustelle vor Beginn der Bauarbeiten eine baustellenbezogene Gefährdungsbeurteilung zu erstellen. Diese muss auf der Baustelle verfügbar sein und ist bei Bedarf zu aktualisieren.¹⁵

Ausschreibung

Es bedarf einer detaillierten Ausschreibung mit entsprechenden Vorgaben zur Rückbautechnologie, um die Sicherheit in jeder Demontagephase (Schadstoffentfrachtung während

Tipp: Eine Hilfestellung zur Erstellung eines Schadstoffkatasters bietet z.B. www.umwelt.sachsen.de/umwelt/download/boden/hza2.pdf

Tipp: Erkunden Sie Einsparpotenziale bei der Baustelleneinrichtung, der Wahl von Abbruchgerät (elektrisch, hybrid), und Abbruchunternehmen (regionaler oder weiter entfernter Recyclinghof). Klären Sie, welche Materialien zur Weiterverarbeitung zum Recyclinghof gebracht und welche von Ausführenden vor Ort gereinigt werden.

des Demontagevorgangs etc.) zu garantieren. Dies gilt auch für das Lagern und Verladen der rückgebauten Bauelemente und für den entstehenden Bauschutt.

Bauablauf und Bauüberwachung

Neben der örtlichen Abbruch- und Sanierungsüberwachung und der Rechnungsprüfung werden die Rückbaumaßnahmen dokumentiert und es erfolgt eine Qualitätsüberwachung der einzelnen Rückbauchargen. Unter Umständen ist eine Freistellung (Entlassung aus dem Altlastenverdachtsflächenkataster) zu veranlassen.

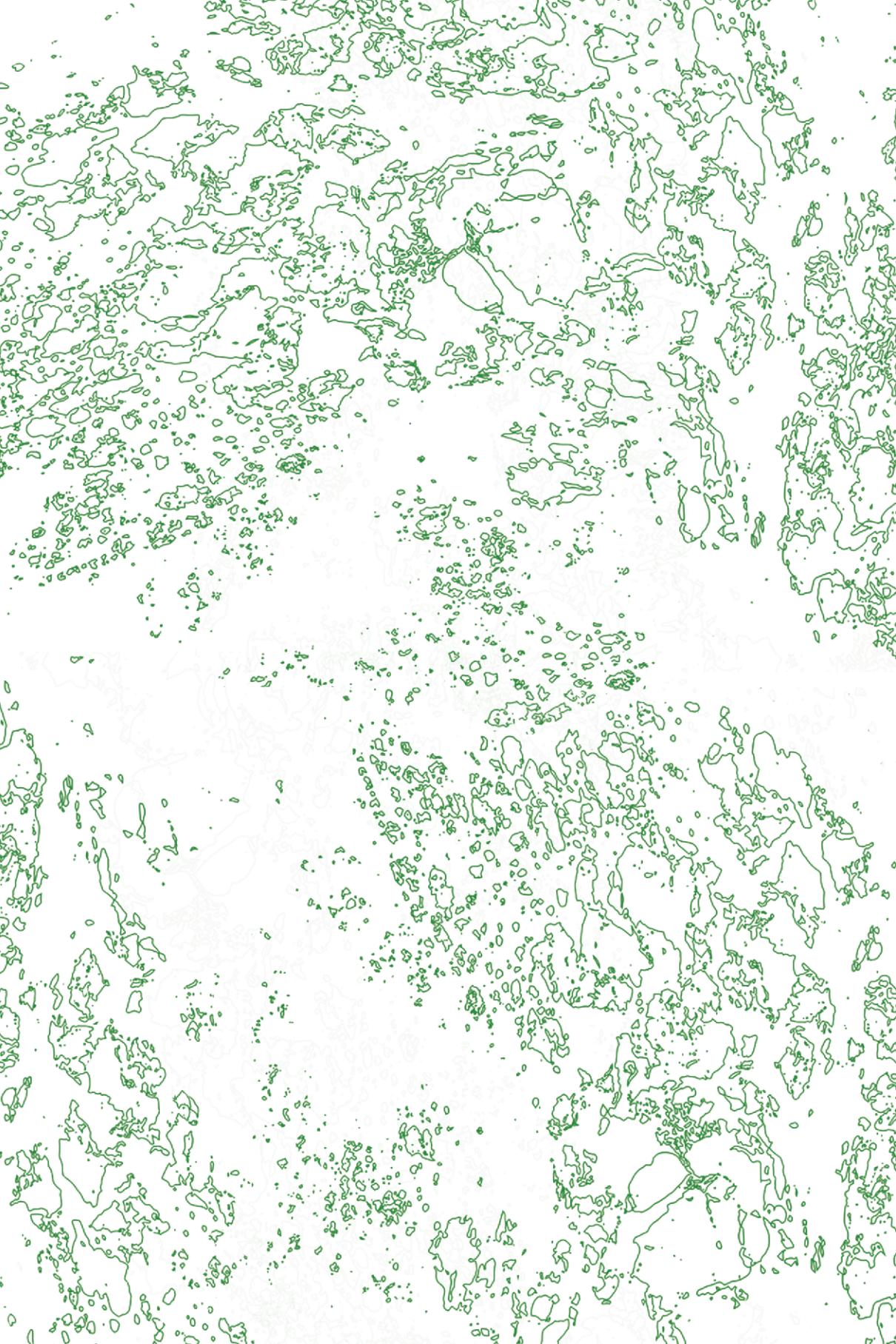
Bauteile zur Wiederverwendung ernten

Sollen wiederverwendete Bauteile zum Einsatz kommen, sind Planende meist mit einem komplett neuen Entwurfsprozess konfrontiert. Diesem muss zusätzliche Zeit eingeräumt werden, da der Entwurf mit den vorhandenen Bauteilen konzipiert wird und geprägt ist von den Massen und der Ästhetik der zur Verfügung stehenden Bauteile. Eine Prüfung auf die Einsatzfähigkeit der Bauteile erfolgt parallel zum Entwurfsprozess und kann sich im Zuge des Prozesses immer wieder ändern.

Die Suche nach Bauteilen und Materialien ist damit nicht beendet, sondern zieht sich durch fast alle Planungsphasen und kann somit kontinuierlich zu Veränderungen und Anpassungen des Entwurfs führen. Der Prozess der Sichtung, der Prüfung und des Ausbaus sowie gegebenenfalls der Aufarbeitung der Bauteile wiederholt sich dabei unabhängig vom Stand der Entwurfsplanung.

Trotz aller Anstrengungen lässt es sich häufig nicht vermeiden, dass einige Materialien entsorgt werden müssen. Dies muss bei der Kostenplanung beachtet werden. Sicherlich können einige Materialien verkauft werden, sofern sie nicht anderweitig auf der Baustelle benötigt werden.

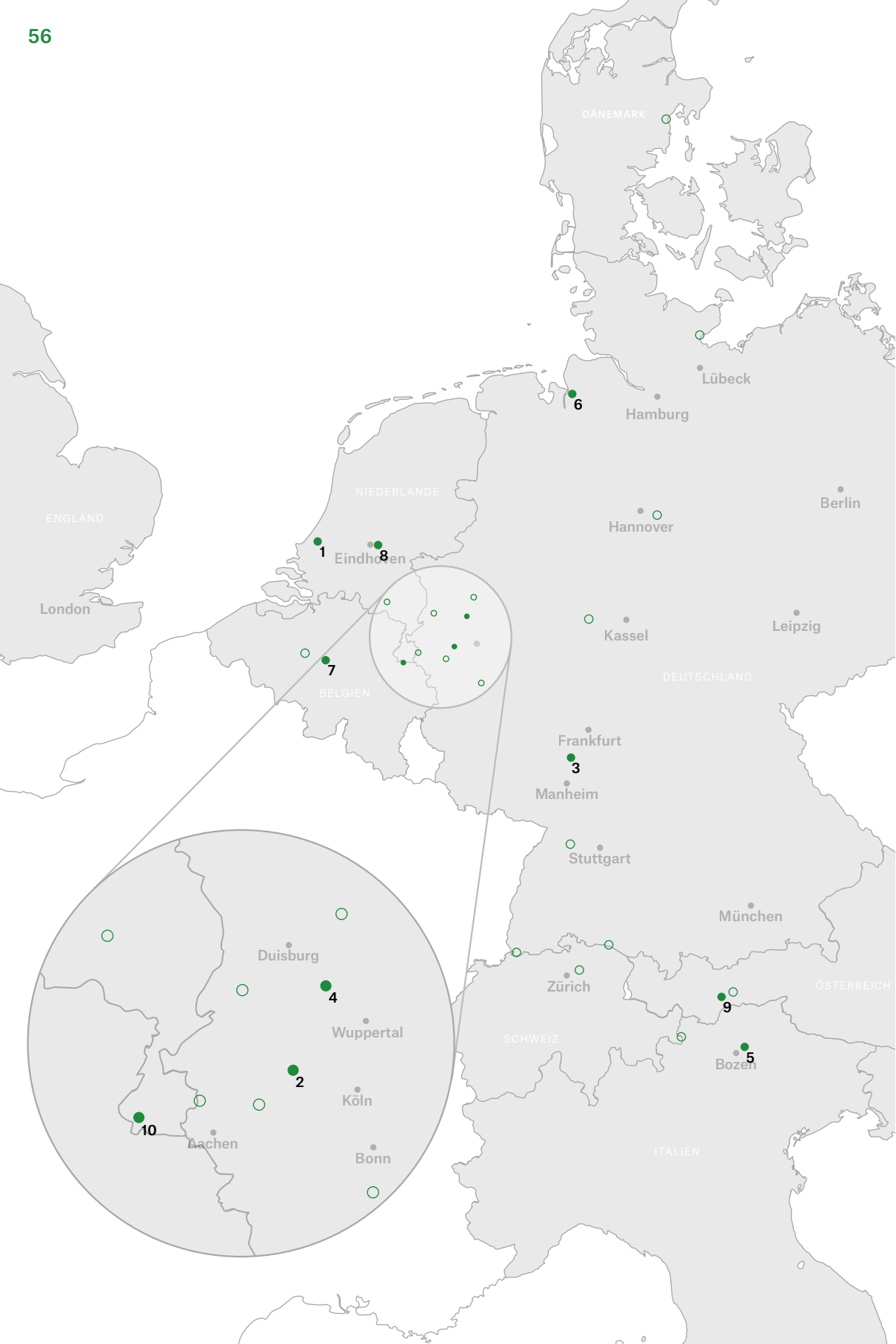
Es ist hilfreich, eine Bilanzierung aufzustellen, damit der Bauherr eine Entscheidungshilfe vorliegt. So lassen sich Antworten auf üblich aufkommende Fragen – Können durch einen Verkauf Einnahmen generiert werden? Ist die Verwendung von RC-Material (aus eigenem Bestand) teurer oder günstiger? – leichter und sorgfältiger beantworten.



Die Sammlung internationaler und nationaler Gebäude stellt anhand verschiedener Beispiele vor, wie Bauen für die Ressourcenwende aussehen kann. Diese Sammlung zeigt Ansätze des Ressourcenschutzes auf und stellt Möglichkeiten zur Umsetzung und Denkansätze dieser komplexen Thematik vor.

Zu den ausgewählten 27 Best-Practice-Projekten sind informative Details wie Baujahr, Nutzung des Gebäudes oder Art des Ressourcenschutzes aufbereitet. Fünf Ressourcenschutzkategorien »Reduce«, »Reuse«, »Recycle«, »Renewable« und »Energy« werden projektspezifisch zugeordnet. Die Kapitelüberschriften ordnen die Gebäude den fünf Handlungen »Arbeiten«, »Wohnen«, »Verwalten«, »Verweilen« und »Lernen« zu.

Unter den vorgestellten Projekten gibt es Um- und Weiterbauten von bestehender Bausubstanz, temporäre Projekte und Neubauten, die häufig mehrere Ressourcenschutzkategorien bündeln. Sie geben Planenden Inspirationen und Denkanstöße und bestärken künftige Projekte in ihrer Umsetzung. Die Sammlung zeigt, was heute schon möglich ist und weiter und neu gedacht werden kann.



Arbeiten

1	Building (D)emountable	58
2	4R Haus	60
3	Alnatura Arbeitswelt	62
4	The Cradle	64
5	Lichtfänger	66
6	De Tokomen Tied	68
7	Sitz des Europäischen Rats	70
8	Hauptsitz der Triodos Bank	72
9	ASI Reisen	74
10	Kringloop Zuid	76



Building (D)emountable

architectenbureau cepezed b.v.

Die Niederlande streben mit dem staatlichen Programm Nederland Circulair bis 2050 eine komplett zirkuläre Wirtschaft an.¹⁶ Das modulare Projekt Building D(emountable) auf dem ehemaligen Areal der TU Delft soll dazu einen Beitrag leisten. Das viergeschossige Bürogebäude besteht aus einer Hybridstruktur mit einem vorgefertigten Tragwerk aus Stahlrahmen mit angeschweißten Schraubenprofilen. Die eingesetzten Böden der Obergeschosse und das Dach bestehen ebenfalls aus vorgefertigten Elementen aus Furnierschichtholz mit kompakten Dimensionen, in die alle Installationen integriert sind. Der verwendete Trockenestrich besteht aus kiesartigem Granulat in einer Pappwabenstruktur mit Gipsfaserplatten darüber. Als Bodenbelag wird teilweise recyceltes PVC verwendet. Das Isolierglas wurde direkt auf die Stahlkonstruktion montiert. Für die Belüftung sorgen schwarze vertikale Lamellen, die in die Fassade integriert sind. Die gesamte Konstruktion ist bis auf die aus Beton gegossene Bodenplatte komplett zerlegbar und an einem anderen Ort wieder aufbaubar.

Reduce

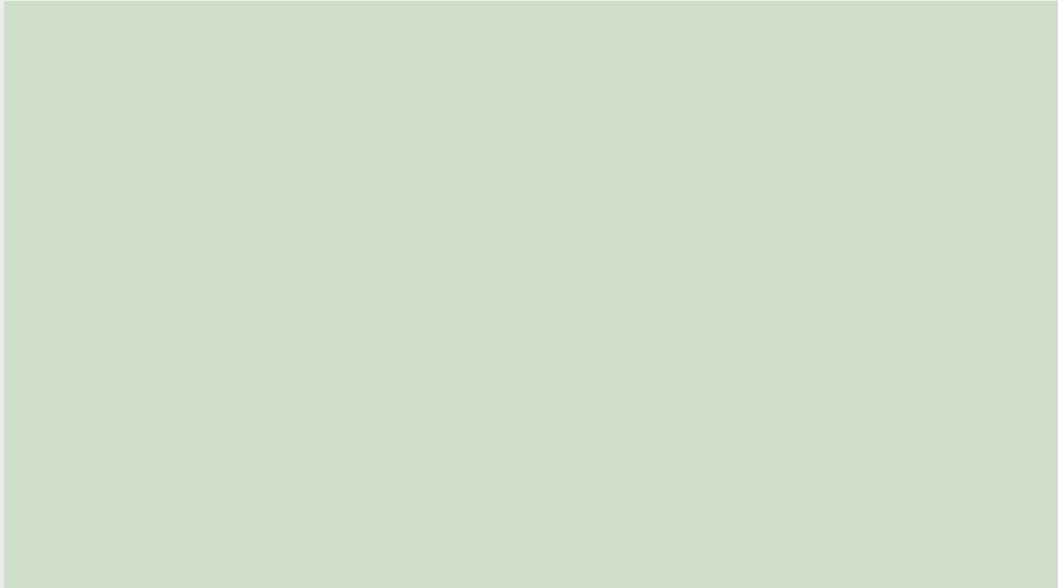
Reuse

Recycle

Renewable

Energy

Bauprogramm:	Neubau eines Bürogebäudes
Projektstandort:	Nieuwelaan 72a, 2611 RV Delft, Niederlande
Baufertigstellung:	2019
Bruttogrundfläche:	800 m ²
Auftraggebende:	De Groot Vroomshoop
Architektur:	architectenbureau cepezed b.v.



3



4

4R Haus

dahmen architektur

Namensgebend für das 4R Haus sind vier der Ressourcenschutzkategorien »Reduce«, »Reuse«, »Renewable« und »Recycle«. Die Richtlinien der Faktor X Agentur bilden dabei die Grundlage, nach denen das Büro bereits mehrere Projekte in der Ressourcenschuttsiedlung Bedburg-Kaster umgesetzt hat.

In den Obergeschossen des viergeschossigen Holz-Hybrid-Gebäudes befinden sich zehn Wohnungen mit kurzen Erschließungswegen und 35 m² bis 80 m² Wohnfläche. Das Erdgeschoss mit seinen Büronutzungen kann flexibel auf zukünftige Nutzungsszenarien reagieren. Im Innenausbau werden Sekundärbaustoffe wie Fliesen, Glasbausteine, Klinker oder Altfenster als erkennbar wiederverwendete Elemente verbaut. Die Außenfassade besteht aus Dämmziegeln und wird im Erdgeschoss mit wiederverwendeten Backsteinen eines nahe gelegenen Rückbauprojekts verkleidet. Die Primärkonstruktion des vierten Geschosses soll als Holzmassivskelett ausgebildet werden. Ein massiver Versorgungs- und Erschließungskern unterstützt statisch. Für die Wandaufbauten wurden in einer begleitenden Forschung vergleichende Ökobilanzen für unterschiedliche Materialkombinationen erstellt. Das Energiekonzept sieht eine Luft-Wärmepumpenanlage im Contracting-System vor, unterstützt von einer Photovoltaikanlage auf dem Dach.

Reduce

Reuse

Recycle

Renewable

Energy

Bauprogramm:	Neubau eines Büro- und Wohnhauses
Projektstandort:	Bedburg, Deutschland
Baufertigstellung:	in Planung
Bruttogrundfläche:	1.200 m ²
Auftraggebende:	privat
Architektur:	dahmen architektur



5



6

Alnatura Arbeitswelt

haas cook zemmrich STUDIO2050

Herzstück des 55.000 Quadratmeter großen Alnatura Campus ist die Alnatura Arbeitswelt für 500 Mitarbeitenden. Sie ist europaweit das größte Bürogebäude mit Wänden aus Stampflehm mit folgender Zusammensetzung: Lehm aus dem Westerwald, Lavaschotter aus der Eifel und recyceltes Material des Tunnelaushubs des Bahnprojekts Stuttgart 21. Im Gebäude verbinden Brücken, Treppen und Stege die Arbeitsebenen.

Für die massiven Außenwände erstellte die TU München vergleichende Ökobilanzen. Nach der Auswertung der Ergebnisse empfahlen die Planenden die Verwendung von Dämmziegeln oder Lehm. Die Besichtigung einer fast 20 Jahre alten Lehmmaußenwand im Basler Zoo führte seitens der Bauherrschaft zur Entscheidung für eine Stampflehmfassade. Im Gebäude wurde weitgehend auf ressourcen- und wartungsintensive Klima- und Lüftungssysteme verzichtet. Der Wasserbedarf für die sanitären Anlagen und die Bewässerung der Außenflächen wird aus einer unterirdischen Regenwasserzisterne mit einem Fassungsvermögen von einer Million Liter gespeist. In den Stampflehmblöcken befindet sich eine integrierte Flächenheizung, die durch Geothermie betrieben wird. Die Lampen aus den ehemaligen Panzerhallen auf dem Gelände wurden auf energiesparende LEDs umgerüstet und in dem neuen Bürogebäude wiederverwendet.

Reduce

Reuse

Recycle

Renewable

Energy

Bauprogramm:	Neubau eines Bürogebäudes mit Restaurant
Projektstandort:	Mahatma-Gandhi-Straße 7, 64295 Darmstadt, Deutschland
Baufertigstellung:	2019
Bruttogrundfläche:	13.505 m ²
Auftraggebende:	Campus 360 GmbH
Architektur:	haas cook zemmrich STUDIO2050
Lehmbau:	Lehm Ton Erde Baukunst, Martin Rauch



7



8

The Cradle

HPP Architekten (mit Madaster)

Die Stadt Düsseldorf lobte nach Besichtigung des Rathauses in Venlo und dem Besuch des C2C®-Kongresses einen Wettbewerb mit dem Projektziel eines kreislauffähigen Gebäudes aus. Das Projektteam mit HPP Architekten und Interboden gewann und holte schon in LPH 1 (HOAI) Fachplanende dazu, um den ganzheitlichen Ansatz zu gewährleisten. Ab LPH 6 wurde das Projekt an Diète + Siepmann übergeben. So entsteht nun im Medienhafen Düsseldorfs erstes Bürogebäude in Holzhybrid-Bauweise.

Das außen liegende Holztragwerk übernimmt nicht nur die Verschattungsfunktion und bildet Richtung Hafenbecken und Vorplatz Loggien aus, es wird auch im Fall eines Rückbaus vom Hersteller Derix zurückgenommen. Der Treppenkern wurde nach Beratung von ReBAU in Recyclingbeton ausgeführt.

Alle eingesetzten Baustoffe werden durch die C2C®-Bilanzierungsstelle EPEA hinsichtlich ihrer ökologischen Eignung geprüft und ausgewählt. Die im Gebäude verbauten Materialien werden in einem Building Material Passport dokumentiert. Dieser digitale Zwilling ermöglicht die Optimierung der Materialauswahl in der Planung und bietet eine präzise Dokumentation für den Rückbau. Nach Fertigstellung wird The Cradle als erstes Pilotprojekt in Deutschland auf der Madaster-Plattform registriert.

Reduce

Reuse

Recycle

Renewable

Energy

Bauprogramm:	Neubau eines Bürogebäudes mit Gastronomie
Projektstandort:	Speditionstraße 2, 40221 Düsseldorf, Deutschland
Baufertigstellung:	vsl. 2023
Bruttogrundfläche:	7.200 m ²
Auftraggebende:	Interboden Tochtergesellschaft
Architektur:	HPP Architekten (LPH 1-5) Diète + Siepmann Ing. Ges. mbh (LPH 6-8)



9



10

Lichtfänger

Messner Architects

Eingebettet in die Alpenregion Ritten in Norditalien liegt die Werkstatt des Bildhauers und Künstlers Franz Messner. Das Büro Messner Architects beschäftigte sich im Auftrag der Bauherrschaft mit der Transformation von Bestandsbauten und erreichte eine Neuorganisation der Halle und eine Verbesserung der Lichtsituation.

Im Inneren wurde die Werkstatt in zwei neue Arbeitsbereiche mit Galerie und einem gemeinsamen Stauraum zониert. Die neu eingefügten Treppen und Galerieebenen besitzen einen Belag aus heimischen Hölzern. Regale, die aus Brettern des alten Bodenbelages gefertigt wurden, dienen als Raumteiler. Zwei »Lichtfänger« aus Massivholz an der Süd- und Westfassade schneiden in die bestehende Dachstruktur ein und lassen viel Tageslicht in den Innenraum. Für den sommerlichen Wärmeschutz liefern die Holzlamellen der Konstruktion den nötigen Schatten.

Reduce

Reuse

Recycle

Renewable

Energy

Bauprogramm:	Umbau und Nutzungsänderung einer Werkstatt
Projektstandort:	Klobenstein, Ritten, Italien
Baufertigstellung:	2014
Bruttogrundfläche:	135 m ²
Auftraggebende:	Franz Messner
Architektur:	Messner Architects



De Tokomen Tied

Partner und Partner Architekten

Südlich des Bremerhavener Fischereihafens entsteht ein Gründerzentrum als Auftaktbau für ein nachhaltiges Gewerbegebiet. Auf vier Geschossen ist Platz für 270 Arbeitsplätze mit Werkstätten, Büros, Gastronomie und Kinderbetreuung. Eine robust anmutende Gebäudestruktur in Holzskelettbauweise soll flexibel auf zukünftige Nutzungsszenarien reagieren. Ein geschossübergreifendes Atrium, das auf dem Dach in eine öffnbare Dachlaterne mündet, ermöglicht eine natürliche Lüftung und Nachtauskühlung. Eine Lüftungsanlage gibt es nicht. Nutzer*innen werden für das eigenständige Lüften geschult. Sogenannte CO₂-Ampeln bieten dabei technische Unterstützung. Die Fußbodenheizung wird auf 18 Grad Celsius geregelt und mit Geothermie beheizt. Die geringe Grundtemperatur kann eine Energieersparnis von ca. 20 % bringen. Die Infrarotdeckenstrahler mit Strom aus Photovoltaik können Nutzer*innen bei Bedarf zuschalten.

Das Holzmassivskelett der Primärkonstruktion aus Buchenholz kann zerstörungsfrei demontiert und wiederverwendet werden. Zwei massive Versorgungs- und Erschließungskerne aus Beton unterstützen statisch. Im Innenausbau werden Sekundärbaustoffe wie Fliesen, Glasbausteine, Klinker oder Altfenster verwendet und als erkennbar wiederverwendete Elemente verbaut.

Reduce

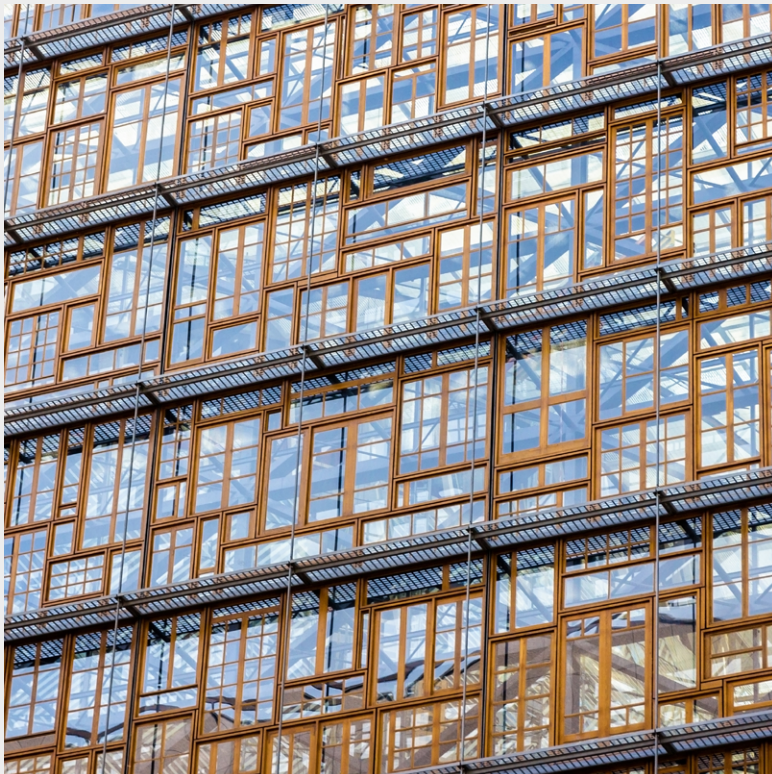
Reuse

Recycle

Renewable

Energy

Bauprogramm:	Neubau eines Bürogebäudes
Projektstandort:	Bremerhaven, Deutschland
Baufertigstellung:	vsl. 2024
Bruttogrundfläche:	6.446 m ²
Auftraggebende:	Bremerhavener Entwicklungsgesellschaft Alter/Neuer Hafen mbH & Co. KG
Architektur:	Partner und Partner Architekten



13

Sitz des Europäischen Rats

Philippe Samyn & Partners

Die Hülle des neuen Ratssitzes ist als frei stehende Doppelfassade konstruiert mit einer außen liegenden Sekundärfassade, die lediglich einen ersten thermischen und akustischen Schutz darstellt. Dadurch konnte die äußere Fassade jenseits von energetischen (EU-) Richtlinien in besonderer Weise ausgebildet und gestaltet werden: Sie ist eine Collage aus fast 3.000 alten Eichenfensterrahmen mit Einfachverglasungen, die wie ein grafisches Muster über- und nebeneinander gefügt sind und aus den EU-Mitgliedstaaten stammen. Sie wurden aufgearbeitet, auf eigene Stahlrahmen montiert und an der ebenfalls stählernen Tragstruktur der Fassade befestigt.

Mit einem Abstand von 2,70 m bilden innenseitig montierte Dreifach-Verbundsicherheitsgläser die schussichere Primärfassade. Die feingliedrig-maßstäbliche Struktur ist gleichzeitig eine Anspielung auf die immer strenger werdenden EU-Bestimmungen zum Energiesparen, die zur Folge haben, dass in unzähligen Gebäuden in ganz Europa die alten Fenster ausgetauscht werden müssen und somit in der Regel Material und solides Handwerk vernichtet werden.

Nach Aussage des Europäischen Rats handele es sich bei der Fassade nicht nur um ein Beispiel einer nachhaltigen Bauweise, sondern auch um ein »Sinnbild handwerklichen Könnens und kultureller Vielfalt der EU«.

Reduce

Reuse

Recycle

Renewable

Energy

Bauprogramm:	Neubau eines Bürogebäudes
Projektstandort:	Rue de la Loi/Wetstraat 175, 1048 Bruxelles, Belgien
Baufertigstellung:	2015
Auftraggebende:	Council of the European Union, Brüssel
Architektur:	Philippe Samyn & Partners architects & engineers mit Studio Valle Progettazioni und Happold Limited engineers

14



15



16

Hauptsitz der Triodos Bank

RAU Architects (Gründung Madaster)

Im Jahr 2011 beauftragte die Triodos Bank das Büro RAU Architects mit der Planung ihres Hauptsitzes. Im Gebäude wurden 1.615 m³ laminiertes Holz, mehr als 1.008 m³ Brettsperrholz und fünf Baumstämme eingebaut. Das Holzfachwerk blieb sichtbar. 1.633.052 kg CO₂ sind laut dem Planerteam im Holz des Gebäudes gespeichert. Systemlieferant war Derix aus Niederkrüchten, der sich verpflichtet, nach Ablauf der von seinen Kunden zu bestimmenden Gebäudelebensdauer Elemente aus Brettchichtholz- und Brettsperrholz zurückzunehmen und für neue Konstruktionen und Bauteile wiederzuverwenden.

Das Gebäude sitzt auf einem halb unterirdischen Betonsockel, da der hohe Grundwasserspiegel die Verwendung von Holz für das Untergeschoss ausschloss. Eine Glasfassade erstreckt sich von Geschoss zu Geschoss und lässt natürliches Tageslicht ins Gebäude. Pro Fassadenraster von 3,6 m kann ein bodentiefes Fenster geöffnet werden. Die Wendeltreppen in den Hohlräumen verbinden die Stockwerke und bilden kurze Durchgänge. Regenwasser speist die Grünflächen, wird aber auch für die Toilettenspülung genutzt. Ein digitaler Materialpass wurde generiert und in die Materialdatenbank Madaster eingepflegt.

Reduce

Reuse

Recycle

Renewable

Energy

Bauprogramm:	Neubau eines Bürogebäudes
Projektstandort:	Zeist, Landgut De ReeHorst, Niederlande
Baufertigstellung:	2019
Bruttogrundfläche:	12.500 m ²
Auftraggebende:	Triodos Bank Nederland, EDGE Technologies
Architektur:	RAU Architects mit Ex Interiors



17



18

ASI Reisen

Snøhetta

Das Unternehmen ASI Reisen ist auf nachhaltigen Tourismus spezialisiert. Der neue Firmensitz mit 65 Arbeitsplätzen soll die Arbeitskultur des Unternehmens reflektieren.

Das Planungsbüro setzt dieses Motiv mit einem viergeschossigen Holzskelettbau um. Lediglich Keller und aussteifender Kern des Hauses bestehen aus Stahlbeton. Innen entwickelt sich ein offener Büroraum über mehrere Etagen, der durch ein raumgreifendes Regalsystem aus schlanken Stahlprofilen in verschiedene Bereiche zониert wird und bei Bedarf adaptiert werden kann. Bei der Holzfassade wurde die japanische Holzkonservierungsmethode Yakisugi verwendet, bei der die Holzoberfläche durch leichtes Verkohlen wasserabweisend und haltbarer wird. Vor der Fassade hängt ein Gerüst für Kletterpflanzen. Die Pflanzen übernehmen den sommerlichen Wärmeschutz der Glasfassaden.

Das Energiekonzept wurde zur optimierten Abstimmung zwischen Haustechnik und Gebäude mittels einer thermisch-dynamischen Gebäudesimulation überprüft und optimiert. Die Haustechnik konnte daraufhin auf eine Luft-Wärmepumpenanlage zur Heizung und Kühlung sowie eine Lüftung über mechanisch angetriebene Lüftungsflügel reduziert werden. Das Regenwasser der Dachflächen wird in einer unterirdischen Zisterne gesammelt und speist das automatische Bewässerungssystem für die Pflanzen an der Fassade und im Garten.

Reduce

Reuse

Recycle

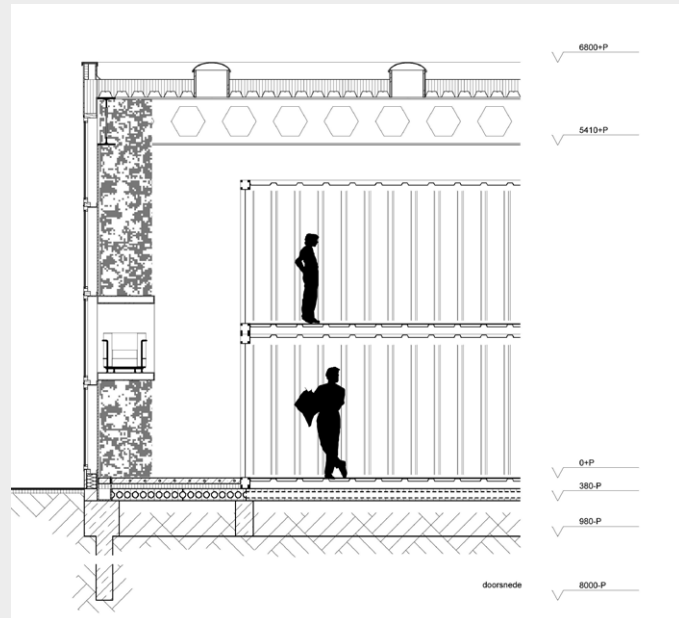
Renewable

Energy

Bauprogramm:	Neubau eines Bürogebäudes
Projektstandort:	In der Stille 1, 6161 Natters, Österreich
Baufertigstellung:	2019
Nutzfläche:	1.389 m ²
Auftraggebende:	ASI Reisen – Alpenschule Innsbruck GmbH
Architektur:	Snøhetta Oslo/Innsbruck



19



20

Kringloop Zuid

Superuse

Kringloop Zuid («Kreislauf Süd») ist ein niederländisches Unternehmen, das sich auf den Vertrieb von Secondhandmaterialien und -objekten spezialisiert hat. Für den Standort in Maastricht lobte das Unternehmen einen Architekturwettbewerb für einen Secondhandladen und ein Recyclingcenter aus. Das Büro Superuse konnte mit seinem Konzept, ein Gebäude aus wiederverwendeten, in der Nähe des Bauplatzes »geernteten« Baumaterialien überzeugen.

Die Tragstruktur besteht aus einem leicht demontierbaren Stahlskelett. Für die Fenster wurden alte Fensterrahmen von in der Nähe abgerissenen Wohnhäusern aufbereitet und wiederverwendet. Die Fassadenelemente bestehen aus einem Patchwork von Wellblechtafeln aus Überproduktion. Ein gebrauchtes Rotorblatt einer Windkraftanlage mit einer Höhe von 27 m sticht durch das Dach und trägt den Namen des Recyclingcenters.

Reduce

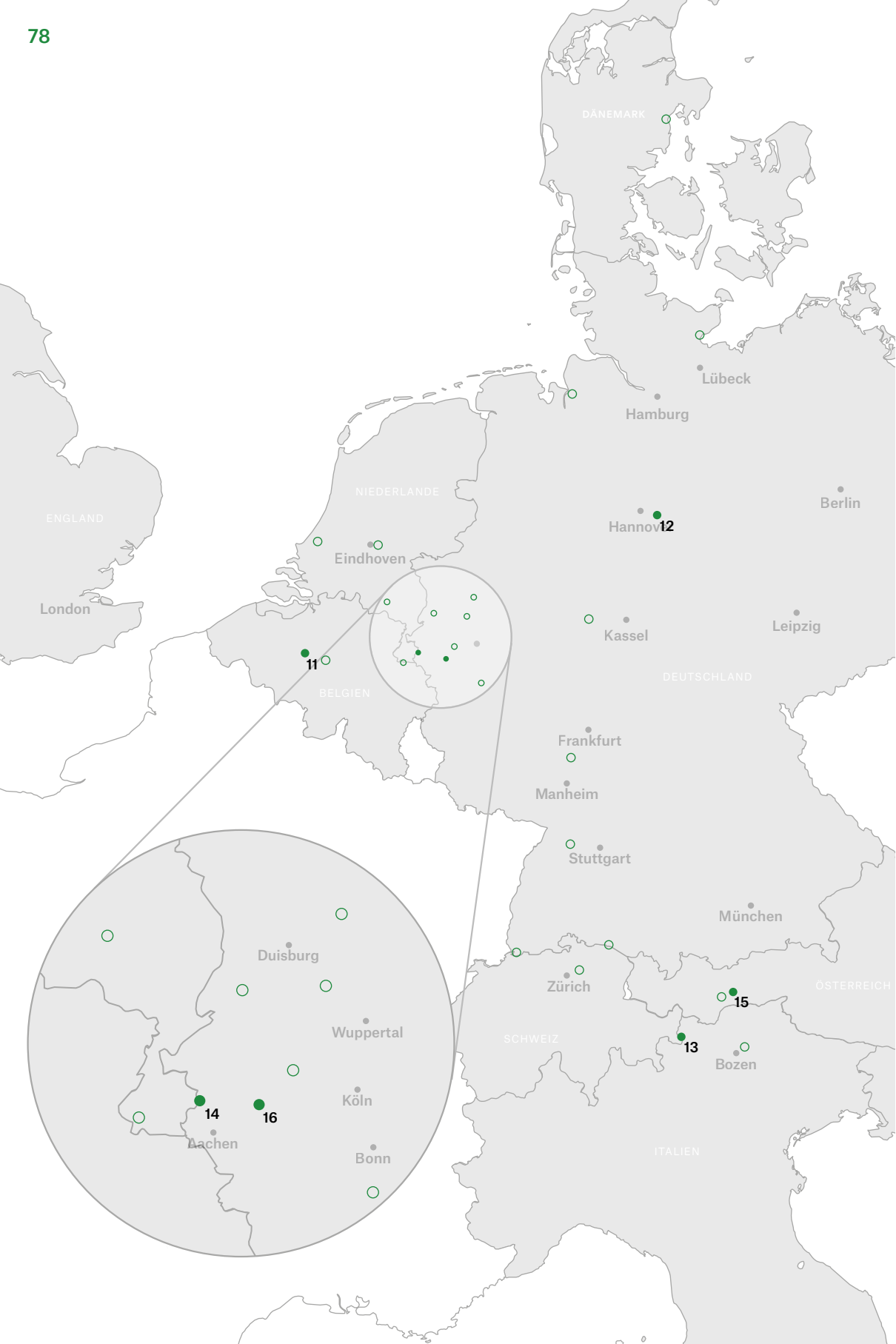
Reuse

Recycle

Renewable

Energy

Bauprogramm:	Neubau eines Secondhandladens und Recyclingcenters
Projektstandort:	Watermolen 52, 6229 PM Maastricht
Baufertigstellung:	2014
Bruttogrundfläche:	2.033 m ²
Auftraggebende:	Kringloop Zuid, Michel Dorigo
Architektur:	Superuse Studios

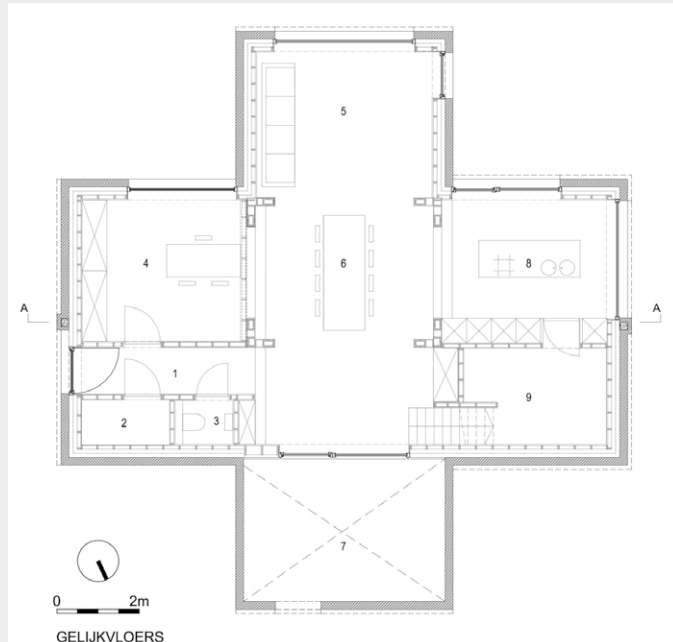


Wohnen

11	DNA House	80
12	Das Recyclinghaus	82
13	Haus Fliri	84
14	Superlocal	86
15	Wohnanlage Kaspar Weyrer Straße	88
16	Faktor X Haus	90



21



22

DNA House

BLAF

In Belgien ist der Backsteinbau baukulturell und wirtschaftlich eng mit der an Ton- und Lehmvorkommen reichen Region Flandern verbunden. Aufgrund des hohen Prozentsatzes an Einfamilienhäusern in Vorstädten ist die belgische Architekturlandschaft bis heute von dieser Bauform geprägt.¹⁷

Inspiriert von der Sanierungsproblematik der zahlreichen ungedämmten einschaligen Ziegelbestandsbauten der Region, ist das DNA House das erste Projekt, das BLAF als Haus-in-Haus-Prinzip geplant haben: Die äußere Hülle ist tragende Schicht und Wetter-schutz. Sie ist 188 mm dick und aus wiederverwendetem Vollstein-mauerwerk, im Kreuzverband verlegt. Unterstützend sind Sicht-betonbalken und -stürze verbaut. Der statisch unabhängige, innen liegende Holzrahmenbau hat eine Dicke von 140 mm, ist mit Zellulo-seflocken gedämmt und folgt seiner eigenen Konstruktionslogik. Die beiden Schichten sind durch 80 mm XPS-Dämmung voneinander getrennt.

Das Architekturbüro BLAF spricht von einer »intelligenten Rui-ne«, die dem Haus einen eigenständigen Charakter verschafft, so als wäre es bereits mehrfach umgebaut worden.

Reduce

Reuse

Recycle

Renewable

Energy

Bauprogramm:	Neubau eines Einfamilienhauses
Projektstandort:	Asse, Belgien
Baufertigstellung:	2013
Bruttogrundfläche:	2-geschossig
Auftraggebende:	N.N.
Architektur:	BLAF architecten



23



24

Das Recyclinghaus

CITYFÖRSTER

Die Wohnungsgesellschaft »Gundlach Bau und Immobilien« wünschte sich ein experimentelles Pilotprojekt – ursprünglich in Stroh oder Lehm. Das Architekturbüro CITYFÖRSTER überzeugte mit ihrem Konzept der radikalen Ressourceneffizienz.

Die Fassadenbekleidungen, Fenster und Außentüren wurden aus gebrauchten Bauteilen hergestellt. Messebauplatten wurden für Innenwände, -böden, -türen verwendet, Kronkorken als Mosaikfliesen, eine Waschschale aus Edelstahl eines ehemaligen Saunaaufgussbeckens als Waschbecken, Holz von Saunabänken für die Verkleidung von Außenbereichen und gebrauchte Betongehwegplatten dienen als Estrichersatz auf Brettstapeldecken, Rasensteine, -borde und Mauern. Viele weitere Fundstücke wurden verbaut. Die gebrauchten Bauteile wurden lokal »geerntet« und stammen aus den Gebäudebeständen der Bauherren. Zudem kamen frei auf dem Baustoffmarkt verfügbare Recyclingbaustoffe zum Einsatz: Schaumglasschotter, -granulat und -platten aus dem Glasrecycling, verschiedene Recyclingsplitte oder eine Fassadendämmung aus recycelten Kakaobohnen-Jutesäcken.

Für einen späteren Rückbau wurden unter anderem der Rohbau aus leimfrei zusammengesetzten Massivholzelementen hergestellt und andere Bauprodukte so verbaut, dass sie ohne Qualitätsverlust in ihre Bestandteile zerlegbar sind.

Reduce

Reuse

Recycle

Renewable

Energy

Bauprogramm:	Neubau eines Einfamilienhauses
Projektstandort:	Treppenkamp 1, 30539 Hannover, Deutschland
Baufertigstellung:	2019
Bruttogrundfläche:	273,64 m ²
Auftraggebende:	Gundlach GmbH & Co. KG Wohnungsunternehmen
Architektur:	CITYFÖRSTER architecture + urbanism PartGmbH



25



26

27

Haus Fliri

columbosnext

Bäuerliche Wirtschaftsgebäude in Bruchsteinmauerwerk prägen die Südtiroler Dorfgemeinden seit mehr als 100 Jahren. Die Landesregierung verpflichtet seit 2004 alle Gemeinden per Raumordnungsgesetz mit dem »Ensembleschutzplan«, schutzwürdige Liegenschaften zu schützen.

Das alte »Heustadl« wurde erhalten und in ein Wohnhaus mit Atelier umgebaut. Eine statisch unabhängige, innen liegende Holzkonstruktion aus vorgefertigten Brettsperrholz-Elementen trägt das neue Holzsparrendach, gedeckt mit ortsüblichem Zinkstehfalz. Ressourcenaufwendig war der Keller, der als Werkstatt dient: Er wurde um 80 cm tiefer gegraben und mit einem neuen System aus Betonboden, -säulen und umlaufendem I-Trägerkranz ausgeführt, auf dem die Holzkonstruktion aufliegt. Alle Fassadenöffnungen und die bestehende Hülle aus Bruchsteinmauerwerk beließ man originalgetreu. Es wurden nur grobe Fehlstellen mit Kalkmörtel saniert und das historische Mauerwerk zur Sicherung mit wenigen Ankern an der innen liegenden Holzkonstruktion verankert. Durch die offenen Fugen und einen Abstand von 10 bis 15 cm zwischen der Bestandsfassade und dem innen liegenden gedämmten Holztragwerk (Außenseite Windpapier) entsteht eine hinterlüftete Fassade.

Reduce

Reuse

Recycle

Renewable

Energy

Bauprogramm:	Nutzungsänderung und Sanierung einer Scheune in ein Einfamilienhaus mit Atelier
Projektstandort:	Petnal 3, 39020 Taufers im Münstertal, Südtirol, Italien
Baufertigstellung:	2021
Nutzfläche:	132 m ²
Auftraggebende:	Antoinette Bader und Michael Fliri
Architektur:	columbosnext, Innsbruck



28



29

SUPERLOCAL

Maurer United Architects

Wohnhochhäuser aus dem Bauboom der 1960er- bis 1980er-Jahre finden sich in vielen Kommunen. So auch in Kerkrade. Im Projekt SUPERLOCAL wurde das Areal rund um die Wohnhochhäuser zu einem neuen Wohnquartier umgewandelt. Dafür wurden die Gebäude ganz oder teilweise rückgebaut und die Baumaterialien wiederverwendet. Es entstanden verschiedene neue Nutzungen, die im Rahmen der Internationalen Bauausstellung (IBA) Parkstad Limburg fertiggestellt wurden.

Für einen Informationspavillon wurde ein Gebäudeblock herausgeschnitten und mit einem Kran aus dem Bestandsgebäude herausgehoben. RC-Gesteinskörnung aus Bestandsbeton wurde als Zuschlagstoff für neue Bauteile erstellt. Ein Wohnhochhaus wurde saniert und an die heutigen Wohnbedürfnisse adaptiert: Lagerräume wurden in Gemeinschaftsräume umgewandelt und erdgeschossige Wohnungen mit eigenen Eingängen entwickelt. Hier entstanden auch Sozialwohnungen, die im niederländischen Wohnungsmarkt im europäischen Vergleich den größten Anteil haben.¹⁸

Beim Verbau neuer Materialien sollte eine leichte Rückbaubarkeit gegeben sein. Unter anderem wurde dafür die Ziegelfassade des Sockel-/Erdgeschosses des Wohnhochhauses trocken gestapelt wodurch auf die Anwendung von Mörtel verzichtet werden konnte.

Reduce

Reuse

Recycle

Renewable

Energy

Bauprogramm:	Sanierung, Rückbau und Neubau eines Wohnquartiers
Projektstandort:	Voorterstraat 429, 6462 SP Kerkrade, Niederlande
Baufertigstellung:	2021
Auftraggebende:	HEEMwonen mit der Gemeinde Kerkrade
Architektur:	Maurer United Architects



30



31

32

Wohnanlage Kaspar Weyrer Straße

Werner Burtscher mit Patrick Lüth

Die Diözese Innsbruck lobte einen Wettbewerb für ein Mehrfamilienhaus mit Mietwohnungen in Holzbauweise aus. Werner Burtscher und Patrick Lüth gewannen den Entwurf mit zehn Wohneinheiten (37–65 m²) in Ost-West-Orientierung auf je ein bis zwei Geschossen. Die Wohnungen sind von außen erschlossen. Der Holzbau besteht aus vorgefertigten Tragelementen aus Brettschichtholz. Für die Deckschalung der Fassade wurde unbehandelte Vorarlberger Weißtanne aus Möbelholzsortierung gewählt, da sich Latten ohne Astlöcher und anderen Fehlstellen nicht so schnell verziehen und damit eine längere Lebensdauer garantieren.

In der Bauausführung wurde auf möglichst wenige Schnittstellen gesetzt. Bevor das nächste Gewerk beginnen konnte, mussten Handwerker*innen ihre Einbauten fertigstellen. Ziel war, die Haftungen leichter klären zu können. Dafür verzichtete man etwa bei den Bädern auf flächenbündige Einbauten: Die Führungsschienen der Glas-Duschtrennwände wurden auf die fertigen Oberflächen von Wand und Decke geschraubt, dann die Gläser eingeschoben. Dieses Konzept setzte sich auch bei anderen Bauteilen fort: Die Holzoberflächen der Wandelemente wurden roh belassen. Den Fußbodenbelag bildet ein geschliffener Anhydritestrich und sauber ausgeführte Fugen erlaubten den Verzicht auf Fußleisten.

Reduce

Reuse

Recycle

Renewable

Energy

Bauprogramm:	Neubau eines Mehrfamilienhauses mit 10 WE
Projektstandort:	Kaspar-Weyrer-Straße 1, 6020 Innsbruck, Österreich
Baufertigstellung:	2015
Nutzfläche:	990 m ²
Auftraggebende:	Diözese Innsbruck
Architektur:	Werner Burtscher mit Patrick Lüth, Stams/Innsbruck



33



34

Faktor X Haus

Wollenweber Architektur

Das Faktor X Haus dient als Musterhaus einer ressourcenschonenden Bauweise: Über 50 Jahre betrachtet verbraucht es rund 75 % weniger fossile Energie, CO₂-Emissionen und nicht nachwachsende Rohstoffe als ein herkömmliches regionales Energiesparhaus.

Drei Nutzungsformen des Hauses wurden bei der Planung mithilfe flexibler Grundrisse berücksichtigt: Gegenwärtig beherbergt es das Büro der Faktor X Agentur. Danach kann es entweder als Einfamilienhaus genutzt oder in zwei Einheiten geteilt werden, mit einer barrierearmen Einliegerwohnung. Statik, Sanitär- und Elektroinstallation sind auf diesen Lebenszyklus vorbereitet.

Das Faktor X Haus wurde in Holzbauweise errichtet. Für die Wärme- und Schallisolierung der Außenwände, des Dachs und der Geschossdecke wurde rezyklierte Zellulose als Einblasdämmung verwendet. Eine mit Ökostrom betriebene Luft-Wasser-Wärmepumpe beheizt das Gebäude. Eine Lüftung mit Wärmerückgewinnung sowie eine Wärmerückgewinnung aus dem Duschwasser senken den Energieverbrauch zusätzlich. Viele Baumaterialien wurden im Hinblick auf möglichst kurze Transportwege von der Herstellung zur Baustelle ausgesucht, beispielsweise wurde das verlegte Steinzeug in Alfter bei Bonn produziert: Der Transportaufwand betrug so nur 66 km statt der üblichen 1.000 km bei der Verwendung von südeuropäischer Keramik.

Reduce

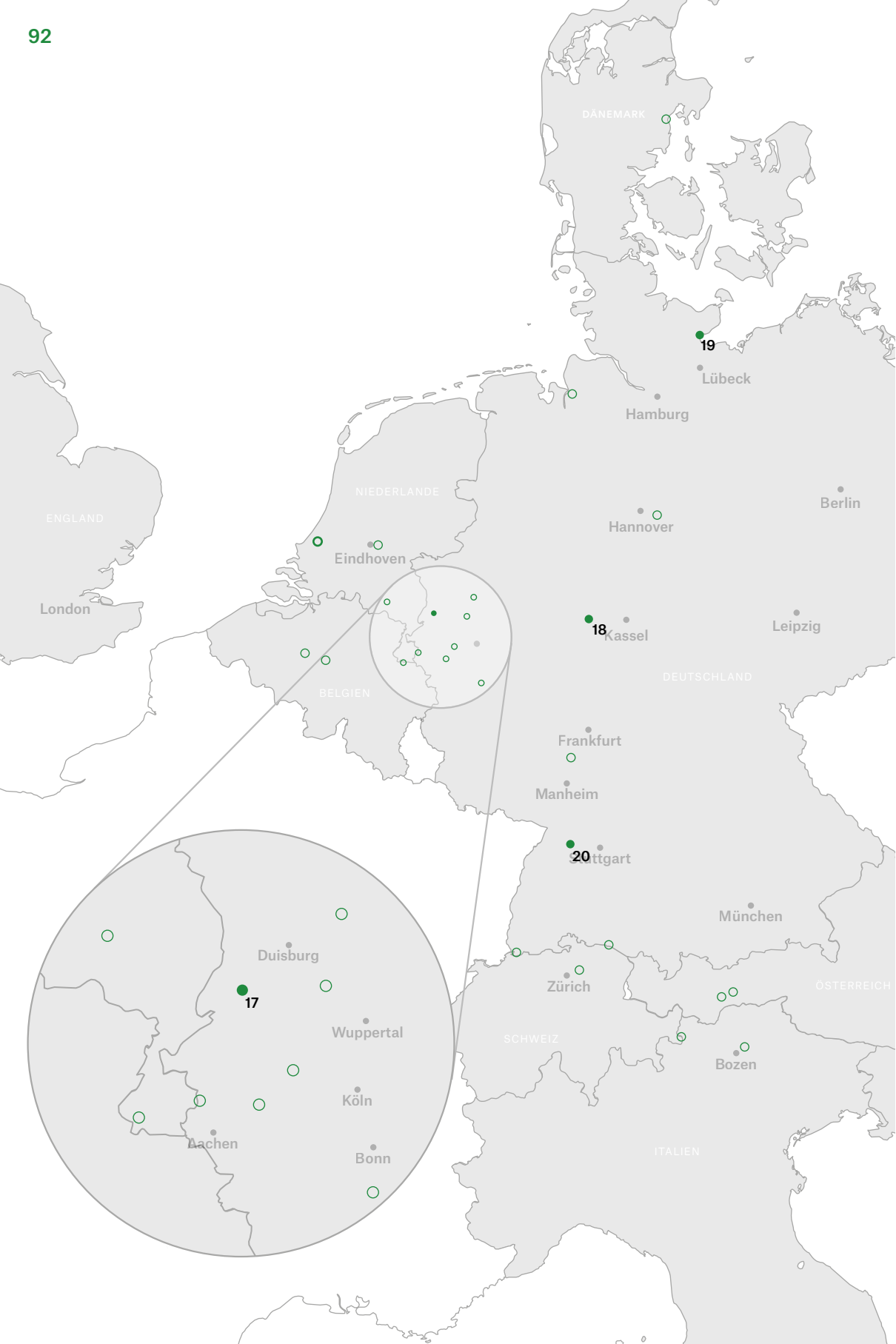
Reuse

Recycle

Renewable

Energy

Bauprogramm:	Neubau eines Einfamilienhauses zur variablen Nutzung
Projektstandort:	An der Waagmühle 11, 52459 Inden, Deutschland
Baufertigstellung:	2018
Nutzfläche:	180 m ²
Auftraggebende:	Entwicklungsgesellschaft indeland GmbH
Architektur:	Wollenweber Architektur, Düsseldorf

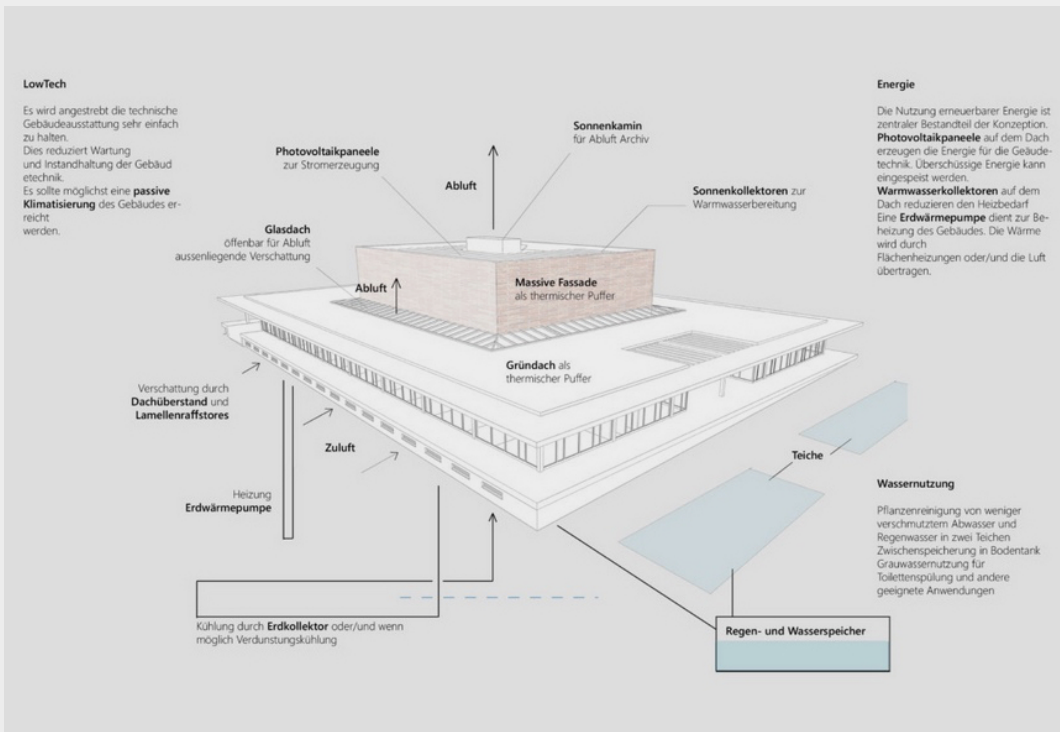


Verwalten

17	Kreisarchiv Viersen	94
18	Rathaus Korbach	96
19	Stadtwerke Neustadt	98
20	Feuerwehrhaus Straubenhardt	100



35



36

Der Kreistag des Kreises Viersen beschloss 2019 die zirkuläre Wertschöpfung für alle Neubauten. Das Kreisarchiv Viersen ist das Pilotprojekt.

Der fensterlose Kern zur Lagerung der Archivalien hat eine zweischalige Wand mit einer Vorsatzschale aus wiederverwendetem Backstein aus der Region. Die Wände sind mit Lehm verputzt, die Leitungen sichtbar angebracht. Das Brandrisiko wird in den Lagern durch die Minimierung von elektrischen Anschlüssen gering gehalten. Im Erdgeschoss sind Arbeits- und Besucherbereiche sowie Werkstätten untergebracht.

Die Tragkonstruktion wurde in gesteckter und geschraubter Holzbauweise errichtet. Holzstützen und -träger können durch einheitliche Querschnitte einfacher wiederverwendet werden. Der Gussasphalt der Böden besteht aus einem upgecyclten Abfallprodukt. Das Heizsystem besteht aus einem 200 m³ großen Eisspeicher im Erdreich mit zwei Wärmepumpen und einer Kombination aus Solarabsorber und Photovoltaikanlage.

Im Außenbereich wurde eine biodiverse Pflanzung vorgenommen. Für die Planung und Dokumentation wurde über das Building Information Modeling (BIM) ein »digitaler Zwilling« des Gebäudes erstellt und eine Lebenszykluskostenrechnung durchgeführt. Durch den Erhalt der Daten sollen Instandsetzungs- und Renovierungsphasen langfristig besser planbar werden.

Reduce

Reuse

Recycle

Renewable

Energy

Bauprogramm:	Neubau des Kreisarchivs
Projektstandort:	Ransberg 41, 41747 Viersen, Deutschland
Baufertigstellung:	2022
Auftraggebende:	Kreis Viersen
Architektur:	DGM Architekten



37



38

Rathaus Korbach

heimspiel architekten

Das Zentrum Korbachs mit dem mittelalterlichen Rathaus aus dem Jahr 1377 und seinem Umfeld wurden in einer quartiersbezogenen Stadtreparatur neu gestaltet. Der abzubrechende Rathausanbau aus den 1970er-Jahren sollte als »urbane Mine« genutzt werden. Heimspielarchitekten schlugen für die Erweiterung eine Kubatur vor, die das historische Rathaus spiegelte. In den Betonbauteilen, einige in Sichtbeton, kam Rezyklat-Zuschlag zum Einsatz. Regionale Recyclingunternehmen wurden bezüglich der Aufbereitung der Gesteinskörnung für Beton befragt. Transportentfernungen und Kosten wurden sondiert.

Der selektive Rückbau wurde anschließend so ausgeschrieben, dass mineralische Reststoffe ortsnah aufbereitet wurden. Rund 62 % des Abbruchmaterials konnten für den Neubau verwertet werden. Verunreinigungen durch Verklebungen sowie gesetzliche Vorgaben führten dazu, dass nur 19 % des Betonbruchs als Rezyklat-Zuschlag geeignet war. Parallel zu dem Planungsauftrag untersuchten Anja Rosen (Bergische Universität Wuppertal) und Harald Kurkowski (Bimolab gGmbH) im Auftrag der Hessischen Landesregierung Möglichkeiten eines selektiven Rückbaus mit ortsnahem Recycling der mineralischen Abbruchmaterialien und Wiedereinsatz für den Neubau. So entstand der »Leitfaden für ressourcenschonendes Bauen im Land Hessen«.

Reduce

Reuse

Recycle

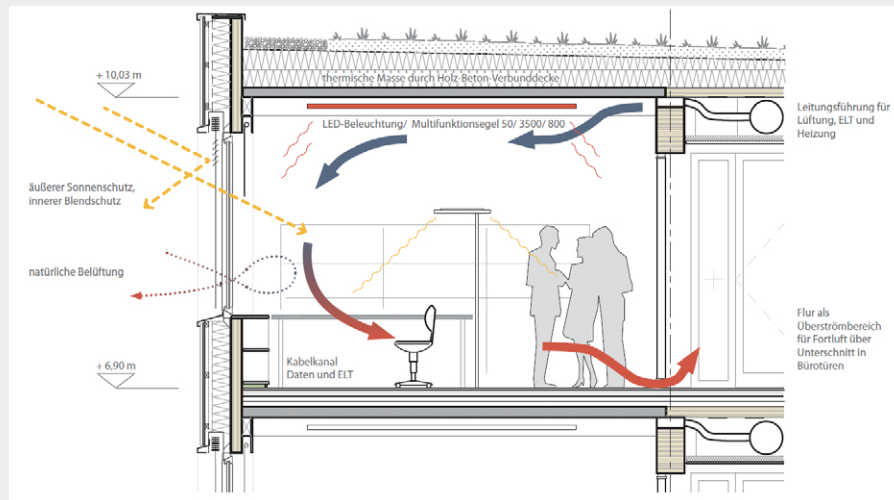
Renewable

Energy

Bauprogramm:	Umbau/Erweiterung des historischen Rathauses
Projektstandort:	Stechbahn 1, 34497 Korbach, Deutschland
Baufertigstellung:	2022
Bruttogrundfläche:	7.000 m ²
Auftraggebende:	Stadt Korbach, Magistrat
Architektur:	heimspiel architekten mit agn



39



40

Stadwerke Neustadt

IBUS Architektengesellschaft mbH

Der Neubau der Stadwerke Neustadt sollte flexibel auf künftige Betriebsentwicklungen reagieren können. Nach vier Jahren Planungs- und Bauzeit mit einem interdisziplinären Team konnte das dreiteilige Gebäudeensemble fertiggestellt werden. In einem Bauteilekatalog wurden alle Bauteile dokumentiert. Die Baumaterialien sind wiederverwendbar und bestehen aus Recyclingbaustoffen oder nachwachsenden Rohstoffen. Nur Teile der Außenwand wurden aus technischen Gründen in Stahlbeton ausgeführt.

Tragende Bauteile, Innenwände, Decken und Wärmedämmung bestehen aus Brettsperrholz, Vollholz oder Holzfaserplatten. Holzwolle-Leichtbauplatten dienen als Abhangdecken. Die Fassade ist mit Eichenholz von zurückgebauten Fachwerkhäusern verschalt. Als Trennlage kam Baupapier zu Einsatz und im Sockelbereich wurde wiederverwendbare Foamglasdämmung eingestreut. Fünf kleine Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung wurden verbaut. Sie sind günstiger bei Anschaffung und Wartung und dazu CO₂-effizienter. Energie liefern eine Erdwärmepumpe und ein Blockheizkraftwerk sowie Photovoltaikanlagen auf den Dächern. Im Innenraum wurden als Bürotrennwände Systemwände aus Hamburg sowie alte Fliesen und eine Stütze aus Gusseisen wiederverwendet. Die verbauten Teppiche bestehen aus Recyclingfasern.

Reduce

Reuse

Recycle

Renewable

Energy

Bauprogramm:	Neubau für die Stadwerke
Projektstandort:	Neukoppel 2, 23730 Neustadt in Holstein, Deutschland
Baufertigstellung:	2018
Bruttogrundfläche:	3.415 m ²
Auftraggebende:	Stadwerke Neustadt in Holstein
Architektur:	IBUS Architektengesellschaft mbH
Gefördert durch:	Deutsche Bundesstiftung Umwelt



41



42

Feuerwehrhaus Straubenhardt

wulf architekten

Die Kommune Straubenhardt erklärte sich 2019 zur ersten C2C®-Modellgemeinde in Baden-Württemberg. Daher folgt auch der Neubau des Feuerwehrhauses dem Prinzip der Kreislaufwirtschaft. Das Büro wulf architekten wurde 2017 nach einem Verhandlungsverfahren mit der Planung beauftragt.

Das neue Feuerwehrhaus führt sechs Feuerwehrabteilungen zusammen. Die einzelnen Funktionsebenen werden gestapelt und die Hanglage genutzt, was die Versiegelung der Grundfläche minimiert. In einem aufgeständerten Holzbaukörper sind ein Schulungsraum, Büroflächen und Gemeinschaftsräume angeordnet. Dieser wird von einer homogenen weißen Streckmetallfassade umhüllt.

Die verbauten Materialien sollen schadstofffrei, einfach trennbar und wiederverwendbar sein. Unterstützt wurden die Planenden dabei von dem Umweltberatungsinstitut EPEA. Das Institut prüfte 248 Materialien und 79 Bauteile in Bezug auf Materialgesundheit, sortenreine Trennbarkeit, den Energiebedarf und die CO₂-Emissionen bei Herstellung und Transport.

Um die Kreislauffähigkeit sicherzustellen, wurde auf Klebstoffe, Anstriche oder Putze verzichtet. Holzelemente wurden verschraubt. Ein digitaler »Gebäuderessourcenpass« dokumentiert die verbauten Materialien und deren chemische Zusammensetzung, um eine künftige Wiederverwendung zu erleichtern.

Reduce

Reuse

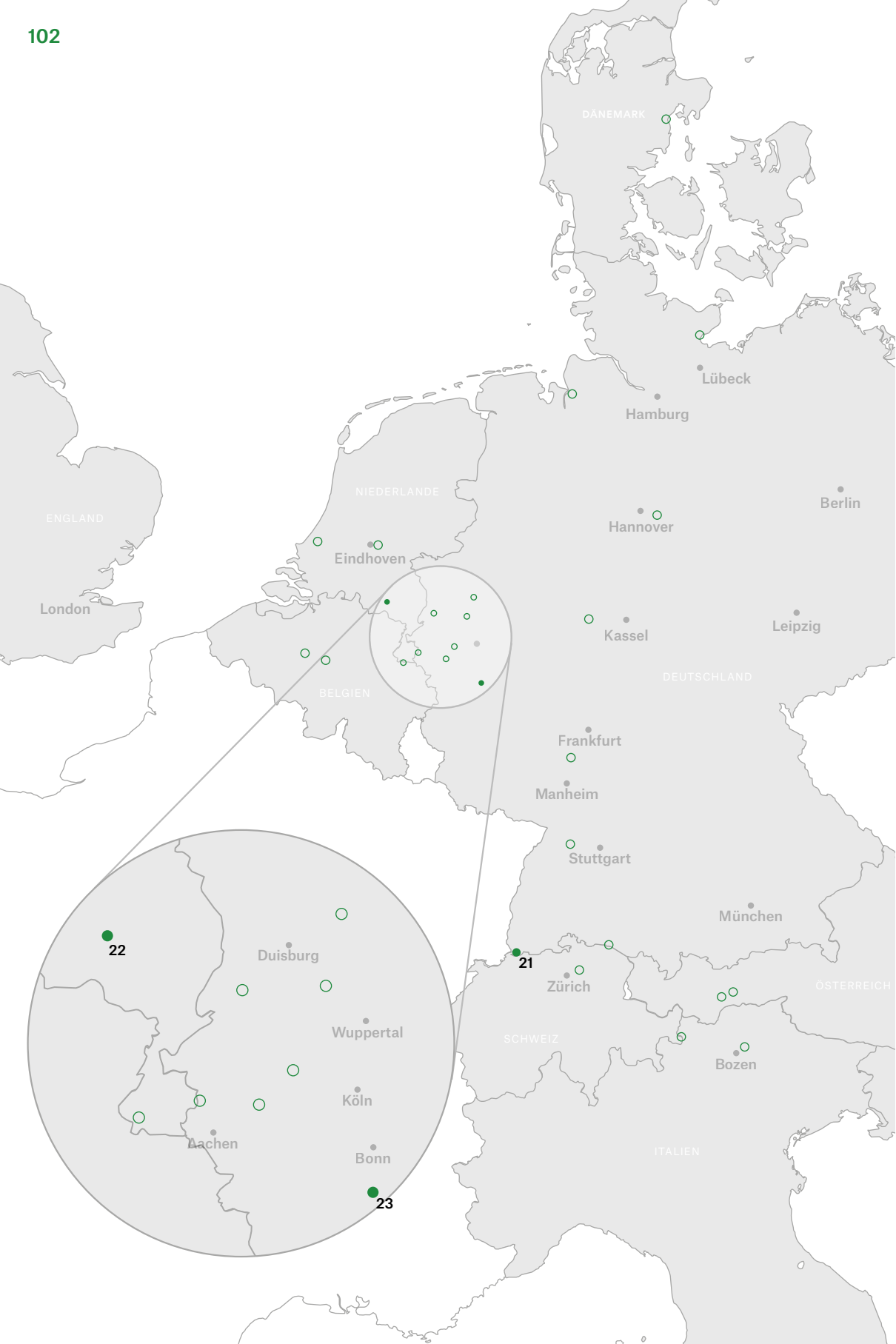
Recycle

Renewable

Energy

Bauprogramm:	Neubau eines Feuerwehrhauses
Projektstandort:	Langenalber Straße 67, 75334 Straubenhardt, Deutschland
Baufertigstellung:	2022
Bruttogrundfläche:	4.000 m ²
Auftraggebende:	Gemeinde Straubenhardt
Architektur:	wulf architekten

Verweilen



- 21 Kultur- & Gewerbehaus**
- ELYS**
- 22 People's Pavilion**
- 23 Community Center**

104

106

108



43



44

Kultur- & Gewerbehaus ELYS

baubüro in situ ag

Zentrale Themen beim Umbau des ehemaligen Coop-Verteilzentrums (Baujahr 1982) zum Kultur- und Gewerbehaus ELYS waren die Beschränkung auf das Notwendige und die Verwendung bestehender Baustrukturen, die Wiederaufbereitung und das Recycling von bestehenden Baumaterialien. Durch einen Teilrückbau des ursprünglich reinen Zweckbaus entstand eine neue Fassadenfläche an der Südostseite, die mit wiederverwendetem Baumaterial gestaltet wurde. Um Tageslicht in das tiefe Gebäude zu bringen, schuf man einen Innenhof, der analog zur Südostfassade gestaltet wurde.

Pfetten, Sparren und Leimbinder aus Rückbauten in der näheren Umgebung bilden die neue Holzrahmenkonstruktion der Fassaden, die mit 200 Fenstern von unterschiedlicher Farbe und Form aus Lagerrestbeständen gefüllt wurden. Die Kammern der Holzrahmenbauelemente wurden mit Steinwollgedämmung gefüllt, die als Restposten oder Reste von neuwertigem Material auf Baustellen gesammelt wurde. Verbleibende Hohlräume wurden mit Steinwollgranulat gefüllt.

Die augenfälligen grünen Trapezbleche aus Aluminium an der Hülle wurden beim Rückbau eines ehemaligen Getränkelagers im Quartier demontiert und an der neu entstehenden Außenwand im Originalzustand wieder eingesetzt.

Reduce

Reuse

Recycle

Renewable

Energy

Bauprogramm:	Umnutzung des Coop-Verteilzentrums in ein Kultur- und Gewerbehaus
Projektstandort:	Elsässerstrasse 215, 4056 Basel, Schweiz
Baufertigstellung:	2020
Bruttogrundfläche:	20.000 m ²
Auftraggebende:	Immobilien Basel-Stadt
Architektur:	baubüro in situ ag



45



46

People's Pavilion

Bureau SLA & Overtreders mit Arup

Der People's Pavilion entstand 2017 als temporärer Ausstellungsort für die Dutch Design Week. Aufgrund der kurzen Einsatzzeit von nur einer Woche wurde ein demontierbares Gebäude mit lösbaren Verbindungen aus geliehenen Materialien geplant. Die Materialien wurden dabei nicht nur von Baulieferfirmen und Herstellenden, sondern auch von Bürger*innen geliehen und nach der Einsatzzeit zurückgegeben.

Die Grundkonstruktion bestand aus 12 Betonpfeilern und 19 Holzrahmen. Die Rahmen waren aus Holzbalken, die mit Stahlbändern zusammengehalten wurden. Betonpfähle und -zargen wurden mit 350 Spanngurten verbunden und schufen so eine 8 m hohe Grundstruktur für das 250 m² große Gebäude. In der Mitte stand ein Podium aus geliehenen Betonplatten, in den anderen Bereichen waren Sitzmöglichkeiten und eine Bar untergebracht. Der vollständig verglaste Bereich im Erdgeschoss stammte aus dem Rückbau der BOL.com-Zentrale und wurde anschließend für neue Büroräume genutzt. Der obere Teil der Fassade war schuppenartig mit farbigen Fassadenfliesen verkleidet, die für das Projekt aus Kunststoffabfällen hergestellt wurden. Diese Fliesen übergab man nach dem Rückbau des Pavillons jenen Bürger*innen aus Eindhoven, die die Kunststoffabfälle für die Produktion der Fliesen gesammelt hatten.

Reduce

Reuse

Recycle

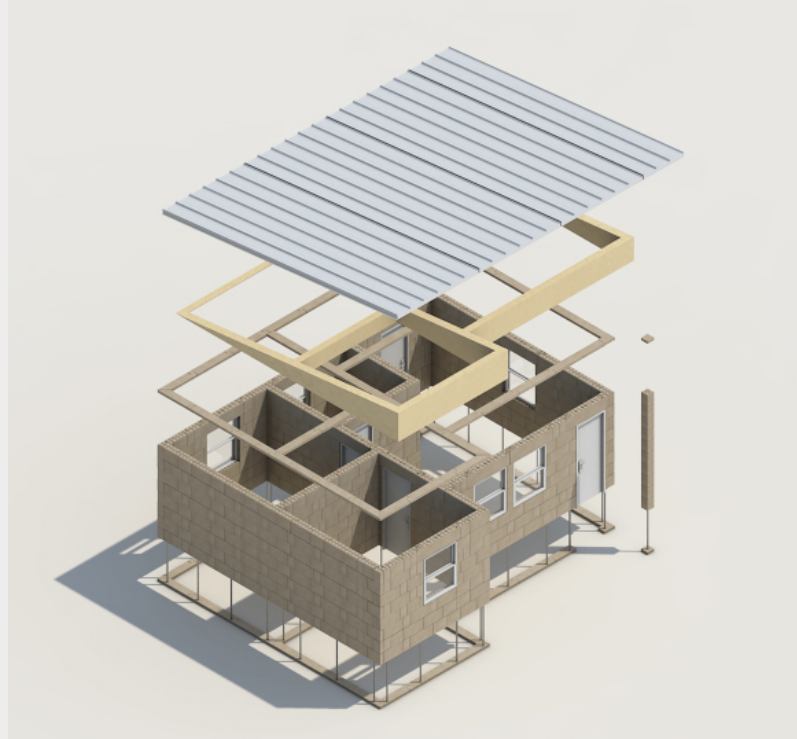
Renewable

Energy

Bauprogramm:	Neubau eines Pavillons
Projektstandort:	Eindhoven, Niederlande
Baufertigstellung:	2017
Auftraggebende:	Dutch Design Week
Architektur:	Bureau SLA & Overtreders mit Arup



47



48

Community Center

Polycare Generalplaner mit Unterstützung der Firma Kohlbecker

Im Ahrtal entsteht im Auftrag einer vom Hochwasser betroffenen Gemeinde ein temporäres Gemeinschaftsgebäude. Für die Bewohner*innen einer Tiny-House-Siedlung, die bei der Flut im Juli 2021 ihre Häuser verloren haben, soll ein multifunktionaler Aufenthalts- und Nutzraum zur Verfügung gestellt werden. Die Gemeinde suchte im Rahmen dieser temporären Siedlung nach einer Lösung für ein schnell zu errichtendes Gebäude, das nach der Rückkehr der Bewohner*innen in ihre alten bzw. neuen Häuser zurückgebaut und an anderer Stelle wiederaufgebaut werden kann.

Das Start-up Polycare kam mit ihren Polyblocks ins Gespräch. Polyblocks sind ein Bausystem nach dem Prinzip großer Legosteine, die – ohne Mörtel und Kleber – miteinander verschraubt werden. Mit dem System lassen sich Gebäude einfach errichten und auch wieder zurückbauen. Die Bausteine bestehen zu 20 % aus einer Hülle aus Polymerbeton und zu 80 % aus einem Isolationskern. Neben dem Wandsystem wurden alle weiteren Elemente für den Rückbau optimiert und mit Unterstützung der Firma Kohlbecker geplant. Der Rück- und Wiederaufbau sowie die bedarfsweise Rücknahme des Gebäudes sind optionale Bestandteile des Vertrags.

Reduce

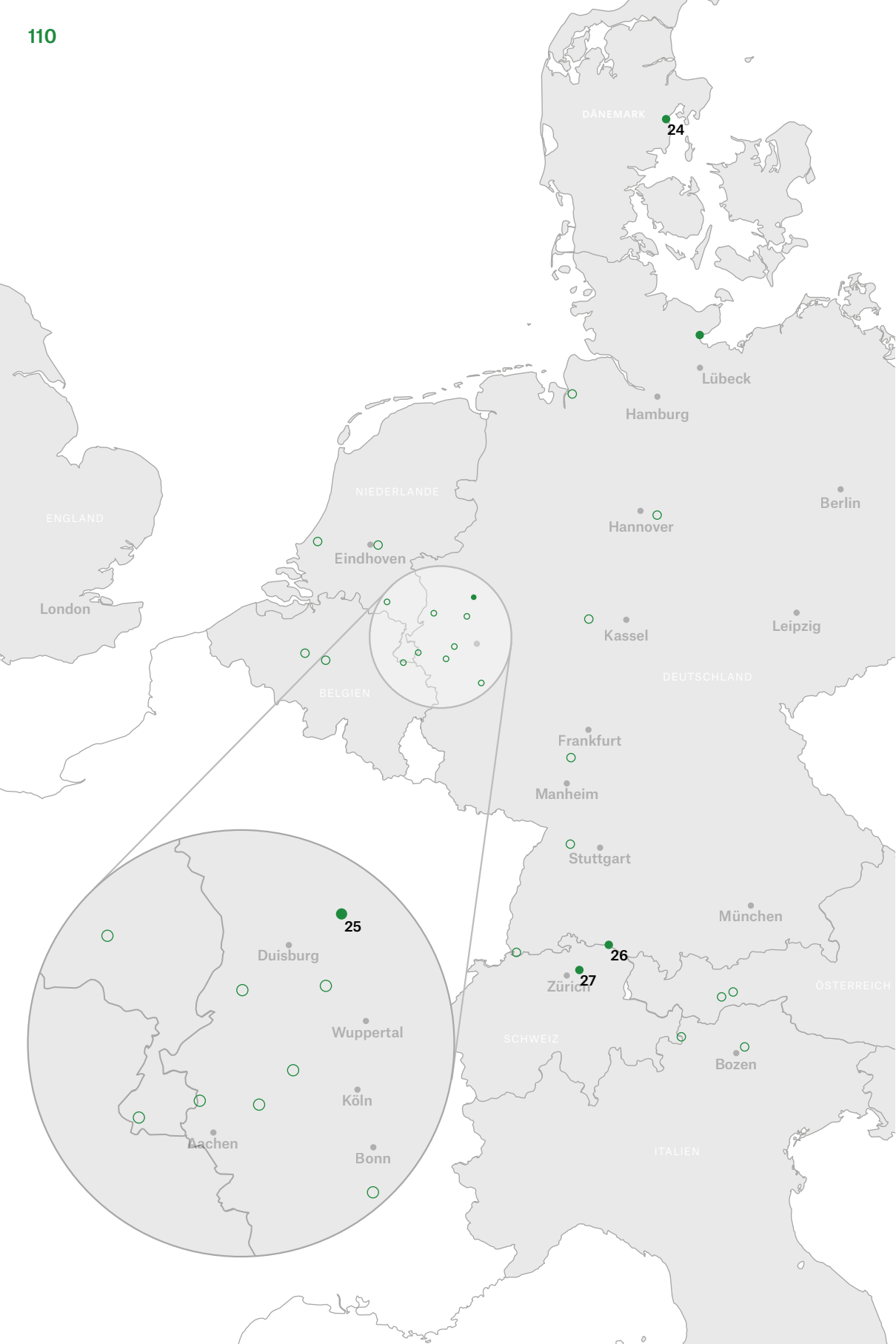
Reuse

Recycle

Renewable

Energy

Bauprogramm:	Neubau eines temporären Gemeindezentrums
Projektstandort:	Grafschaft, Deutschland
Baufertigstellung:	2022
Bruttogrundfläche:	ca. 110 m ²
Auftraggebende:	Gemeinde Grafschaft
Architektur:	Polycare Generalplaner mit Unterstützung der Kohlbecker Gesamtplan GmbH



Lernen

- 24** Lehrgebäude der
Architekturschule Aarhus **112**
- 25** Sanierung eines
Lehrschwimmbades **114**
- 26** Haus der 1000 Geschichten **116**
- 27** Nest-Unit UMAR **118**



49



50

Lehrgebäude der Architekturschule Aarhus

ADEPT mit Vargo Nielsen Palle

Auf dem Gelände eines ehemaligen Güterbahnhofs ist die neue Architekturschule von ADEPT entstanden. Sie vereint zehn bisherige Standorte in einem Gebäude. Eine transparente Gestaltung verbunden mit ressourcenschonendem Bauen – das war hier der Leitgedanke. Das Motto: Wenig Material, große Wirkung. Eine reduzierte Auswahl an Material verringert den Ressourcenbedarf im Bau. Lokale Produktions- und Transportketten wurden bevorzugt.

Für die großen und robusten Räume wurde Recyclingbeton als Material gewählt; in Zusammenarbeit mit dem Herstellenden wurde die Verwendung von Zuschlagstoffen aus Recyclingmaterial ermöglicht und ihr Einsatz maximiert. Darüber hinaus verwendeten die Architekt*innen recycelte Bausubstanzen, beispielsweise Reste industrieller Fensterprodukte, die zu Holzböden aufbereitet wurden. Teile der großen Bibliothek, die sich über mehrere Stockwerke erstreckt, bestehen aus einem wiederverwendeten Regalsystem aus einem Gebäude in der Nähe.

Die Außenbereiche sind Teil eines Forschungsprojekts, das übrig gebliebene Baumaterialien neu denkt und verwendet, Lösungen zur Klimaanpassung testet und Biotope von einem Ort zum anderen verlegt. Verglichen mit der Summe der früheren Standorte wird die Universität ihren Energieverbrauch im neuen Gebäude um bis zu 50 % senken.

Reduce

Reuse

Recycle

Renewable

Energy

Bauprogramm:	Neubau eines Labor- und Forschungsgebäudes
Projektstandort:	Exners Plads 7, 8000 Aarhus, Dänemark
Baufertigstellung:	2021
Bruttogrundfläche:	12.500 m ²
Auftraggebende:	Danish Building and Property Agency / Aarhus School of Architecture
Architektur:	ADEPT mit Vargo Nielsen Palle



51



52

Sanierung eines Lehrschwimmbades

baulgestalt Architekten PartGmbB

Die Stadt Oberhausen möchte ihre Lehrschwimmbäder an sieben städtischen Schulen energetisch sanieren. Dieses Vorhaben wird durch die Digitalisierung der Gebäudetechnik und den consequenten Einsatz des Naturdämmstoffs Stroh umgesetzt.

Im Zuge der geplanten Sanierungsmaßnahmen sollen unter anderem die Dächer und Fassaden der Lehrschwimmbäder erneuert und gedämmt werden. Die Dämmung der Fassaden erfolgt durch Verwendung von vorgehängten Strohdämmpaneelen. Davor ist eine schlanke Holzweichfaserplatte montiert. Den äußeren Abschluss bildet eine hinterlüftete Boden-Deckel-Schalung aus unbehandeltem Lärchenholz. Die Strohdämmpaneele bestehen aus mit Strohballen gefüllten Holzrahmenelementen, die in Zusammenarbeit mit der Firma LORENZ entwickelt wurden und in dieser Bauart erstmalig in Deutschland an einem öffentlichen Bau zum Einsatz kommen.

Nach Rückbau der vorhandenen Dachabdichtung werden die Flachdächer nach Angaben der Statik für die neuen zusätzlichen Lasten ertüchtigt. Das Dach wird mit Stroheinblasdämmung gedämmt und erhält eine Dachbegrünung mit Solarkollektoren. Zusätzliche haustechnische Verbesserungen werden durch den Einbau neuer Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung erreicht. Die gesamte Haustechnik wird zukünftig über eine neue Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik-Anlage elektronisch überwacht und zentral gesteuert.

Reduce

Reuse

Recycle

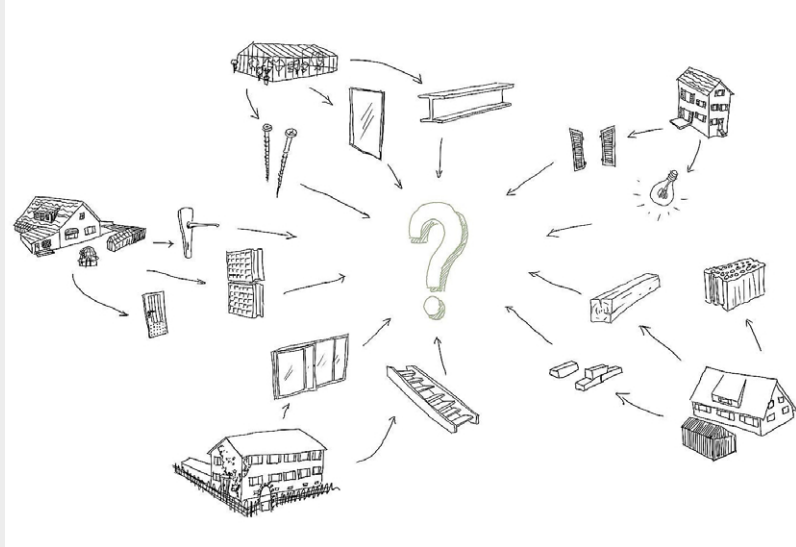
Renewable

Energy

Bauprogramm:	Sanierung eines Lehrschwimmbads
Projektstandort:	Ruhrschule, Bebelstraße 182, 46049 Oberhausen, Deutschland
Baufertigstellung:	2022
Bruttogrundfläche:	543 m ²
Auftraggebende:	Stadt Oberhausen – Fachbereich Klima- und Ressourcenschutz, Technisches Rathaus Sterkrade
Architektur:	baulgestalt Lukas Fehr Harms Architekten PartGmbB



53



54

Haus der 1.000 Geschichten

Viola John + Thomas Stark

Im Rahmen des Forschungsprojekts RE-USE der Hochschule Konstanz soll auf dem Campus mit einem studentischen Planungs- und Entwurfsteam als Pilotprojekt das »Haus der 1.000 Geschichten« entstehen. Die verbauten Materialien werden abgerissenen Gebäuden aus dem Landkreis Konstanz entnommen. Das Gebäude wird damit nicht nur kreislaufgerecht sein, sondern könnte auch unzählige Geschichten erzählen.

Geplant ist ein ca. 100 m² großer, eingeschossiger Bau, der für Ausstellungen und kleinere Veranstaltungen genutzt werden kann. In einer Studie wurde exemplarisch der Prozess des Erntens von Bauteilen dokumentiert. Um noch im Bauprozess Fragen klären zu können und beim Fund neuer Bauteile diese in den Entwurf einfließen zu lassen, muss der Entwurf nun flexibel gestaltet werden.

Neben der Zusammenarbeit mit zahlreichen Kooperationspartner*innen im Landkreis geht es bei dem Projekt um das konkrete Machen im Studium und die Umsetzung theoretischen Wissens sowie den anschließenden Wissenstransfer durch die Erarbeitung eines Planungsleitfadens, also um Forschung für die Praxis.

Reduce

Reuse

Recycle

Renewable

Energy

Bauprogramm:	Neubau eines Pavillons
Projektstandort:	Konstanz, Deutschland
Baufertigstellung:	offen (Projektstart 2019)
Nutzfläche:	100 m ²
Auftraggebende:	HTWG Konstanz, gefördert durch Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR)
Architektur:	Viola John und Thomas Stark mit 30 Studierenden



55



56

NEST-Unit UMAR

Werner Sobek mit Dirk Hebel
und Felix Heisel

Das modulare Forschungs- und Innovationsgebäude NEST (Next Evolution in Sustainable Building Technologies) auf dem Empa-Campus in Dübendorf bietet Raum für bautechnologische Experimente und dient als Gästehaus. Das Gebäude gliedert sich in den permanenten Teil (Backbone) und die austauschbaren Gebäudeteile (Units), in denen Forschungsprojekte durchgeführt werden.

Die Unit UMAR (Urban Mining and Recycling) ist zugleich Materiallager und -labor. Sie soll zeigen, dass eine hochwertige Wohnumgebung und die Anwendung von Kreislaufprinzipien praktisch vollständig mit den heutigen funktionellen, technischen und gesetzlichen Anforderungen in Einklang gebracht werden können.

Bei dem Gebäudeteil von Werner Sobek mit Dirk Hebel und Felix Heisel, der UMAR Unit kommen mehrere innovative, seriell verarbeitete Bauelemente zum Einsatz: neuartige Dämmplatten aus Pilz-Myzelium, innovative Recyclingsteine, wiederverwertete Isolationsmaterialien und geleaste Teppichböden. Das Tragwerk und große Teile der Fassade bestehen aus unbehandeltem Holz. Sämtliche Verbindungen sind gesteckt oder verschraubt.

Die Einfassung der Fassade besteht aus wiederverwendeten Kupferplatten, die zuvor das Dach eines Hotels in Österreich deckten, und aus eingeschmolzenen Altkupferplatten. Der komplette Gebäudeteil wurde im Werk vorgefertigt und innerhalb eines Tages in das Forschungsgebäude eingebaut.

Reduce

Reuse

Recycle

Renewable

Energy

Bauprogramm:	Neubau Moduleinheit Wohnen
Projektstandort:	Ueberlandstraße 129, 8600 Dübendorf, Schweiz
Baufertigstellung:	2018
Nutzfläche:	120 m ²
Auftraggebende:	Empa / Eawag
Architektur:	Werner Sobek mit Dirk Hebel und Felix Heisel

Arbeitshilfen

Normen und Richtlinien

- DIN 18205
- DIN 18007 »Abbruchverfahren«
- DIN 4226-101 und 4226-102 Schadstoffe und technische Eigenschaften
- DIN EN 12620:2002+A1:2008 Gesteinskörnungen für Beton
- DIN EN 206-1 Beton
- DIN 1045-2:2008-7 Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 2: Beton – Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität – Anwendungsregeln zu DIN EN 206 (DIN 1045-2:2014-08 Norm-Entwurf)
- Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Bauteile und Außenwandbekleidungen in Holzbauweise (MHolzBauRL)
- DAfStb-Richtlinie Beton nach DIN EN 206-1 und DIN 1045-2 mit rezyklierten Gesteinskörnungen nach DIN EN 12620
- DAfStb-Richtlinie Vorbeugende Maßnahmen gegen schädigende Alkalireaktion im Beton (Alkali-Richtlinie)

Gesetze und Verordnungen

- Abfallbeseitigungsgesetz (AbfG)
- Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG)
- Abfallgesetze der Länder (z.B. Landesabfallgesetz NRW)
- Kommunales Abfallrecht
- Verpackungsgesetz (VerpackG)
- Vergabeverordnung (VgV)
- Gesetz gegen Wettbewerbsbeschränkungen (GWB)
- Gewerbeabfallverordnung (GewAbfV)
- Ersatzbaustoffverordnung (EBV)
- Ressourceneffizienzprogramm (ProgRess)
- Zuwendungsrecht – §23 und 44 Bundeshaushaltsordnung (BHO) und Verwaltungsvorschriften

Handbücher

- Kurzstudie zu sektorübergreifenden Wirkungen des Handlungsfelds »Errichtung und Nutzung von Hochbauten« auf Klima und Umwelt. BBSR-Online-Publikation 17/2020, Bonn, Dezember 2020.
- concular, Schwinghammer T., Hüls F., Kuntzsch J., Werteeerhaltendes Rückbau- und Vermittlungskonzept, 2021, https://rebau.info/wp-content/uploads/2022/09/RebAU-Rueckbau-konzept_alte-Hofanalge-in-Schophoven.pdf

Abkürzungen

Abkürzungen	Langform
AHO	Ausschuss der Verbände und Kammern der Ingenieure und Architekten für die Honorarordnung e. V.
BIM	Building Information Modelling
BMWK	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
bzw.	beziehungsweise
CE	Circular Economy
DGNB	Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen
DIN	Deutsches Institut für Normung
DWA	Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall
EPBD	Energy Performance of Buildings Directive
EuGH	Europäischer Gerichtshof
GEG	Gebäudeenergiegesetz
HOAI	Honorarordnung für Architekten und Ingenieure
KrWG	Kreislaufwirtschaftsgesetz
LPH	Leistungsphase
MBO	Musterbauordnung
QNG	Qualitätssiegel Nachhaltiges Gebäude
RC	Recycling
RessEff	Ressourceneffizienz
TGA	Technische Gebäudeausstattung
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
VOB/B	Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen
XPS	Extrudierter Polystyrol Hartschaum

Quellen

- Riemann, Alexandra (2021): Die HOAI und der EUGH – wie geht es weiter mit laufenden Verträgen (www.mek-law.de/2021/09/13/die-hoai-und-der-eugh-wie-geht-es-weiter-mit-den-laufenden-vertraegen/ eingesehen 01.12.2022)
- AHO (2020): HOAI nach dem EUGH Urteil 06.11.2020, (www.aho.de/themen/hoai-nach-dem-eugh-urteil/ eingesehen 01.12.2022)
- Tenderich, Britta (2022): »Phase 0« – Themenheft Nr. 2, Baukultur Nordrhein-Westfalen, 2022
- Umweltbundesamt (2019): Energieaufwand für Gebäudekonzepte im gesamten Lebenszyklus, Abschlussbericht. Nr. 132/2019; Umweltbundesamt, Dessau,
- Umweltbundesamt (2022): TREMOD 6.23 (05/2022), (www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/366/bilder/dateien/uba_emissionstabelle_gueterverkehr_2020_1.pdf, eingesehen 30.11.2022)
- FIS (2010): Umwelt- und Klimabelastung der Seeschifffahrt im modalen Vergleich, 29.11.2010, Stand des Wissens 28.10.2022, (www.forschungsinformationssystem.de/servlet/is/334495/, eingesehen am 30.11.2022)
- Verlagsgesellschaft Rudolf Müller GmbH & Co. KG (2017) Schadstoff Kompass (<https://www.schadstoff-kompass.de/>)
- Fraunhofer IRB (1997): »Ausschreibungshilfe für recyclinggerechte Wohnbauten«; Dipl.-Ing. Barbara Bredenbals, Prof.Dr.-Ing.habil. Wolfgang Willkomm, Prof.Dr.-Ing.habil. Dr.h.c. Helmut Weber, Fraunhofer IRB Verlag 1997
- Ferber Thomas (2022): Einführung in die öffentliche Beschaffung, Datenbank VergabePortal, eingesehen 18.8.2022
- Vergabe24 (2017): (www.vergabe24.de/vergaberecht/vergabelexikon/eignungskriterien/ eingesehen 21.09.2022)
- Beschaffungsamt des BMI (2012): Das Portal für nachhaltige Beschaffung (nachhaltige-beschaffung.info/ eingesehen 01.12.2022)
- Simons Hannah, Jansen Iris (2022): Gleichwertigkeit. IBAU Akademie (www.ibau.de/akademie/glossar/gleichwertigkeit/#, eingesehen 21.09.2022)
- Bayerisches Landesamt für Umweltschutz (2003): Arbeitshilfe Kontrollierter Rückbau. Kontaminierte Bausubstanzerkundung Bewertung, Entsorgung, Hrsg., S. 25ff.
- DWA (2012): Merkblatt DWA-M 303 Wiedernutzbarmachung von kleinen Grundstücken – Abbruch, Rückbau und geordnete Entsorgung, 2012, S. 10
- Gewerk Abbruch, Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft (2013): Kurzhandlungshilfe zur Erstellung und Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung für Kleinbetriebe
- Ministerium für Infrastruktur und Umwelt und Wirtschaftsministerium, auch im Namen des Ministeriums für auswärtige Angelegenheiten und des Ministeriums für Inneres und Königreichsbeziehungen (2016): Nederland circulair in 2050
- Baunetz (2014): Baunetzwoche 356 »Backsteine im Bauch«, Berlin
- Kuhnert/Leps (2017): Neue Wohnungsgemeinnützigkeit – Wege zu langfristig preiswertem und zukunftsgerechtem Wohnraum, Studie erstellt im Auftrag der Bundestagsfraktion Bündnis 90 / Die Grünen, 2017, Seite 197 unter Verweis auf Haffner/van der Veen/Bounjouw, TENLAW: Tenancy Law and Housing Policy in Multi-level Europe – National Report for the Netherlands, 2014, Seite 4

Bildnachweis

1, 2	Bouwdeel d(emontabel) ©Lucas van der Wee
3, 4	4R Haus ©dahmen architektur
5	Alnatura Arbeitswelt ©Roland Halbe
6	Alnatura Arbeitswelt Lehmwand Besprechungsraum ©Roland Halbe
7	The Cradle ©INTERBODEN_HPP_Bloomimages
8	The Cradle ©hpp architekten
9, 10	Lichtfänger ©Hannes Meraner
11, 12	De Tokamen Tiet ©Partner und Partner Architekten
13	Sitz des Europäischen Rats Samynandpartners ©BY-SA 3.0
14	Sitz des Europäischen Rats © Leonid Andronov
15, 16	Triodos Bank ©Ossip van Duivenbode
17, 18	ASI Reisen ©Christian Flatscher
19	Kringloop Zuid ©Fernando van Teijlingen
20	Kringloop Zuid ©Superuse
21	DNA-House ©BLAF architecten
22	DNA-House EG ©BLAF architecten
23	Das Recyclinghaus ©City Foerster lowsat
24	Das Recyclinghaus ©Olaf Mahlstedt
25, 26, 27	Haus Fliri ©David Schreyer
28, 29	©Superlocal
30, 31, 32	Wohnanlage Kaspar Weyer Straße ©Lukas Schaller
33, 34	Faktor X Haus ©WOLLENWEBERARCHITEKTUR
35, 36	Kreisarchiv Viersen ©DGM Architekten
37, 38	©Caspar Sessler
39, 40	Stadtwerke Neustadt ©IBUS Architekten GmbH
41, 42	Feuerwehrhaus Straubenhardt ©Brigida González
43, 44	Kultur- & Gewerbebaus ELYS ©baubüro in situ ag
45, 46	People's Pavilion ©FILIP DUJARDIN
47, 48	Community Center ©Polycare
49, 50	Lehrgebäude der Architekturschule Aarhus ©R. Hjortshøj
51, 52	Sanierung eines Lehrschwimmbades ©Lorenz
53, 54	Haus der 1000 Geschichten Team RE-USE HTWG Konstanz 2019
55, 56	NEST-Unit UMAR ©Zooney Braun

Impressum

Herausgeben von:

ReBAU – Regionale Ressourcenwende in der Bauwirtschaft
www.rebau.info

ReBAU Projektpartner:



Zukunftsagentur Rheinisches Revier
 Am Brainergy Park 21, 52428 Jülich
www.rheinisches-revier.de



Entwicklungsgesellschaft indeland GmbH
 Bismarckstraße 16, 52351 Düren
www.indeland.de



Faktor X Agentur
 der Entwicklungsgesellschaft indeland GmbH
www.faktor-x.info



Bimolab gGmbH
 Am Kuhfuß 21, 59494 Soest
www.bimolab.de

Das Planungshandbuch Architektur ist entstanden in Zusammenarbeit mit



Dahmen Architektur
 Glescher Straße 82A
 50126 Bergheim
www.dahmen-architektur.de

Autor*innen:

Lillith Kreiß, Magdalena Zabek, Klaus Dosch, Anne Albrecht, Janika Ketzler

Verantwortlich für die Inhalte:

Zukunftsagentur Rheinisches Revier
 Faktor X Agentur der Entwicklungsgesellschaft indeland
 Das Copyright für die Texte liegt bei den Autor*innen.
 Das Copyright für die Abbildungen liegt bei den Fotograf*innen
 bzw. den Inhaber*innen der Bildrechte.

Veröffentlicht:

Dezember 2022
 Vertriebsinformationen sind zu finden unter:
www.issue.com/baustelle-ressourcenwende
 und
www.rebau.info

ReBAU

Dieses Planungshandbuch entstand im Rahmen des ReBAU-Projekts (Regionale Ressourcenwende in der Bauwirtschaft). Ziel von ReBAU ist es, das ressourcenschonende, kreislauffähige Bauen in der Strukturwandelregion Rheinisches Revier zu fördern und somit einen Beitrag zu einer neuen Baukultur zu leisten.

Die Umweltfreundlichkeit eines Gebäudes hängt nicht nur vom Energieverbrauch während der Nutzungsphase ab, sondern ergibt sich vielmehr aus den verwendeten Baustoffen und der Konstruktionsart – ein Umstand, der in der öffentlichen Wahrnehmung bislang nicht ausreichend bekannt ist. Hierfür möchte ReBAU sensibilisieren sowie entsprechende Impulse bei allen Beteiligten des gesamten Lebenszyklus Bau setzen.

ReBAU ist ein Projekt des Förderprogramms »Regio. NRW – Innovation und Transfer« (EFRE). Es wird umgesetzt von den Projektpartnern Zukunftsagentur Rheinisches Revier GmbH, Faktor X Agentur der Entwicklungsgesellschaft indeland GmbH und Bimolab gGmbH.

Weitere Informationen unter
www.rebau.info



Mitautorin dieser Veröffentlichung ist das Büro Dahmen Architektur, das 2017 von Astrid Dahmen gegründet wurde. Mit seinem Sitz in Bergheim, einer Kreisstadt im Rheinischen Revier, war es bereits mit mehreren Projekten in der »Ressourcenschutzsiedlung Bedburg-Kaster« betraut. Dies initiierte die Zusammenarbeit mit ReBAU.

Weitere Informationen unter
www.dahmen-architektur.de



Gefördert durch:



EUROPÄISCHE UNION
Investition in unsere Zukunft
Europäischer Fonds
für regionale Entwicklung



Ministerium für Wirtschaft,
Industrie, Klimaschutz und Energie
des Landes Nordrhein-Westfalen



Baustelle
Ressourcenwende

Städtebau

Planungshandbuch für eine ressourceneffiziente und kreislauffähige Quartierspla- nung mit einer prototypischen Anwendung im Rheinischen Revier

Wie gelingt Städten und Gemeinden eine effektive Umsetzung von ressourcenschonendem und kreislauffähigem Bauen im Städtebau, Tiefbau, Hochbau und bei Energiekonzepten?

Wie schaffen es die Planenden, den Städtebau und Tiefbau genauso wie den Hochbau ressourceneffizient und kreislauffähig zu gestalten?

Dieser Frage geht das vorliegende »Planungshandbuch für eine ressourceneffiziente und kreislauffähige Quartiersplanung« nach. Wir möchten eine planerische Herangehensweise an eine ressourcenschonende Quartiersplanung etablieren und gemeinsam mit Gemeinden, Städten und Planenden eine Festsetzung der Einsparungspotenziale auf gesetzlicher Ebene näherbringen, beispielsweise durch städtebauliche Verträge oder eine gesetzliche Verankerungen in den jeweiligen Bundesländern.

Das Planungshandbuch wurde im Rahmen des EFRE-geförderten ReBAU-Projekts mit Fachleuten aus der Planung, Wissenschaft, Verwaltung und Wirtschaft entwickelt. In einem partizipativen Prozess wurde die Bevölkerung des Rheinischen Reviers in die Entwicklung des Handbuchs integriert.

Die Gemeinde Inden ist ein wichtiger Partner für das ReBAU-Projekt. In Kooperation mit der Kommune wurden die Prinzipien des Planungshandbuchs für die prototypische Siedlungsplanung in Hinblick auf Ressourceneffizienz und Kreislauffähigkeit erarbeitet. Dieses prototypische Quartier wird in Inden-Schophoven als Zukunftsquartier »Bartholomäus Pfädchen« entstehen. Das Planungshandbuch soll ebenfalls als Blaupause fungieren und neben Inden weiteren Gemeinden, Kommunen und Planenden als Planungsdokument für eine ressourcenschonende Quartiersplanung dienen. Schophoven ist somit das erste Dorf im Rheinischen Revier, in dem eine Baulandentwicklung mit Fokus auf umfassenden Ressourcenschutz umgesetzt wird.

Die Einsparung von Ressourcen muss dafür über den Hochbau hinaus betrachtet werden, sprich auch im Städtebau und Tiefbau. Da der Bausektor verantwortlich für einen Großteil des Ressourcenverbrauchs ist, muss darüber nachgedacht werden, wie wir mit den verbliebenen Flächen und Ressourcen umgehen. Auch Flächeneffizienz,

Biodiversität und Regenentwässerung sind maßgebliche Planungsbausteine, die in Neubausiedlungen berücksichtigt werden müssen. Dabei steht die Frage im Raum, ob Kommunen überhaupt noch Neubausiedlungen mit Einfamilienhausstrukturen planen sollten und ob diese Herangehensweise im Sinne des Klimawandels noch vertretbar ist. Eine Antwort darauf soll in diesem Planungshandbuch gegeben werden, indem Strategien aufgewiesen werden, wie Biodiversität in einem Quartier verankert, Regenwasser in Trockenperioden aufgefangen, Überflutungen durch Starkregenereignisse verhindert sowie Ressourcen geschont und in den Wertschöpfungskreislauf geführt werden können.

Dabei soll die Messbarkeit von Problemen, Lösungen und Einsparpotenzialen die Planung von Quartieren und Gebäuden unterstützen. Auf diese Weise können Ressourcen eingespart werden, ganz ohne eine »Klimagutschrift« oder sonstige »Ausgleichsmaßnahme«, die verspätet Auswirkungen auf den Klimaschutz haben. Nur durch eine radikale Veränderung der Baukultur im Städtebau, Straßenbau und in der Gebäudegestaltung kann es gelingen, CO₂-Ausstoß, Rohstoffabbau und Abfälle zu vermeiden, um so einen Beitrag zum Klimaschutz zu leisten.

Janika Ketzler

Status quo der Ressourcenwende im Bausektor	11
Kontext und Kulisse – Chancen und Potenziale im Rheinischen Revier	12
Umsetzung einer Ressourcenwende	13
Aufbau des Planungshandbuchs	14
Planungsprinzipien im Städtebau – Ressourcen- effiziente und kreislauffähige Planungen	18
PPS 1 Kreislauffähigkeit und Ressourceneffizienz auf allen Ebenen beachten	20
PPS 2 Klimaresilientes Wassermanagement berücksichtigen	26
PPS 3 Zukunftsfähiges Mobilitätskonzept entwickeln	32
PPS 4 Biodiverse Räume bewahren	34
PPS 5 Flächen intelligent beplanen	42
PPS 6 Freiräume flexibel gestalten	46
PPS 7 Gemeinschaft stärken	48
PPS 8 Innovatives Energiekonzept entwickeln	50
Prototypische Anwendung des Leitfadens – Das Zukunftsquartier in Schophoven	59
Der Strukturwandel im Rheinischen Revier Schophoven	60 64
Anwendung der Planungsprinzipien	70
PPS 1 – PPS 8	72–101
Rahmenbedingungen und Prozessbeteiligte	102
Ausblick und Übertragbarkeit	105
Quellen	112
Impressum	114

Status quo der Ressourcenwende im Bausektor

In Europa verursacht die Baubranche bis zu 40 % der CO₂-Emissionen. Gleichzeitig ist sie verantwortlich für 50 % des Primärrohstoffverbrauchs.¹ Die Ressourcenwende muss nach einer Energiewende auch in der Baubranche umgesetzt werden. Alle Beteiligten müssen bereits im Planungsprozess von Quartieren neu ansetzen, denn 25 % bis 40 % der emittierten Treibhausgase gelangen während der Herstellung von Gebäuden und damit vor der Nutzungsphase in die Atmosphäre.²

Fakt: Beschluss des Bundesrates vom 20.05.2022: »Stärkung des Einsatzes von wiederverwendbaren Baustoffen und Bauteilen sowie von ressourcenschonenden Recycling-Baustoffen«⁴

Neben dem Verbrauch für die Produktion ist die Bauindustrie für mehr als die Hälfte des Müllaufkommens in Deutschland und der Europäischen Union verantwortlich. 2015 machte der Müll der gesamten Bauindustrie 74,5 % des kompletten Müllaufkommens aus, und Bau- und Abbruchabfälle bilden mit 55,7 % den größten Anteil des Gesamtmüllaufkommens in Deutschland. Darüber hinaus ist das Bauen und Wohnen zu 60 % am deutschlandweiten Flächenverbrauch durch Rohstoffextraktion beteiligt. Die verbleibende Fläche wird immer knapper. Pro Jahr werden in Deutschland rund 19.000 ha durch Neubautätigkeit bebaut und somit wertvoller Boden neu versiegelt, anstatt mehrheitlich versiegelte Flächen wieder zu nutzen.³

Fakt: »Der Bausektor gehört zu den ressourcenintensivsten Wirtschaftssektoren. Im Bausektor werden in Deutschland rund 600 Millionen Tonnen mineralische Baustoffe eingesetzt. Dem gegenüber stehen die bei der Errichtung, bei Umbauten und dem Abbruch anfallenden mineralischen Bauabfälle, die mit jährlich rund 200 Millionen Tonnen den größten Abfallstrom in Deutschland ausmachen.«⁴

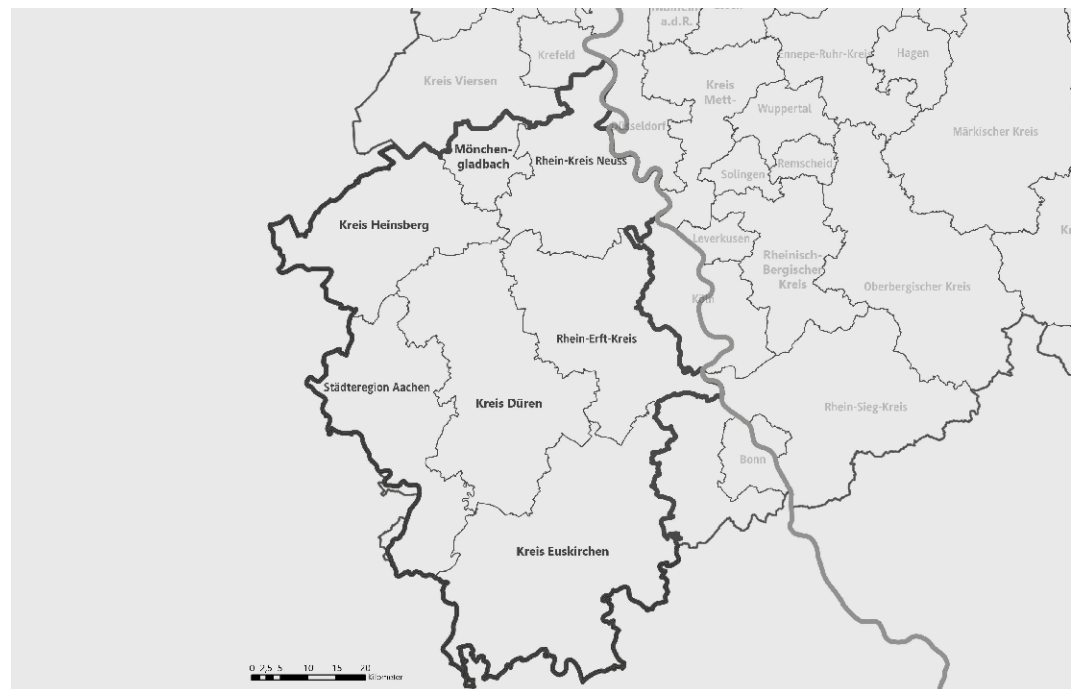
Ressourcen, die in Neubauten verwendet werden, bestehen zum größten Teil aus Primärrohstoffen aus der Natur, obwohl durch Rückbau von Hochbauten und Infrastruktur Materialien vorhanden sind, die durch einen selektiven Rückbau wiederverwendet oder -verwertet werden könnten.

Die Gesetze, Richtlinien und Planungsprozesse müssen überarbeitet werden, sodass verbaute Materialien nach der ersten Nutzungsphase wieder in den Stoffstromkreislauf eintreten und schonend und multifunktional mit der verbliebenen Fläche umgegangen wird. Eine ganzheitliche Planung muss Nachnutzungsalternativen vorsehen und den anfallende Ressourcenverbrauch für den Neubau von Gebäuden, Infrastruktur und Flächeninwertsetzung minimieren.

Tipp: Alte DIN-Normen müssen angepasst, aktualisiert und ergänzt werden. Zum Beispiel zeigt der Entwurf der DIN SPEC 91468 »Leitfaden für ressourceneffiziente Stadtquartiere«, wo Planungsprinzipien greifen und wo noch deutliche Planungsdefizite herrschen.

Kontext und Kulisse – Chancen und Potenziale im Rheinischen Revier

Mit rund 44.000 Arbeitsplätzen und 1,2 Milliarden Euro Umsatz hat der Bausektor im Rheinischen Revier eine enorme Bedeutung. Gleichzeitig bestehen hinsichtlich Rohstoff- und Energieverbrauch, CO₂-Emissionen sowie der bisherigen Abfallmengen große Handlungspotenziale. Dazu kommt die Besonderheit, dass im Zuge des Strukturwandels zunehmend regional wirksame Projekte im Revier stattfinden.



In den Kreisen und kreisfreien Städten des Rheinischen Reviers leben rund 2,4 Millionen Menschen. Die umgebenden Großstädte Aachen, Düsseldorf, Köln und Mönchengladbach weisen deutliche Wachstumsdynamiken auf. Im Kernbereich des Rheinischen Reviers zeichnet sich eine Transformation von einer Tagebaulandschaft zu einer Seen- und Innovationslandschaft ab, die die Ballungsräume entlasten kann. Dieser Wandel wird vor Ort Neubau- und Sanierungsprojekte in erheblichem Ausmaß erfordern.⁵

Gleichzeitig wird der Wohnraumbedarf bei zunehmender Attraktivität der Tagebaufolgelandschaft steigen. Allein in der Gemeinde Inden beläuft sich die Zuwachsprognose auf 20 % bis 2040.⁶ Demnach lastet ein enormer Druck auf den 65 Gemeinden in Rheinischen Revier, die Wohnraumschaffung etwa durch gezielte Baulandentwicklungen voranzutreiben.

Umsetzung einer Ressourcenwende

Derzeit bezieht keine Gemeinde im Rheinischen Revier Ressourceneffizienz und Kreislauffähigkeit in ihre Planung auf Quartiersebene im Städtebau, Tiefbau und bei Energiekonzepten ein. Einige wenige Gemeinden beachten die Ressourceneffizienz im Hochbau durch die Anwendung des »Faktor X«-Prinzips.

Exkurs: Die Faktor X Agentur der Entwicklungsgesellschaft indeland GmbH hat eine pragmatische Vorgehensweise erarbeitet, mit der sich der Faktor X eines konkreten Bauvorhabens mithilfe eines Online-Tools (kurt.faktor-x.info) vergleichsweise einfach ermitteln lässt. Ebenso helfen Leitlinien und ein Bauhandbuch den Bauherr*innen, sich dem Thema des Ressourcenschutzes im Hochbau anzunähern und es besser zu verstehen. Diese Leitlinien reichen von der Lage des Gebäudes und der Grundrissgestaltung über die Bauweise bis hin zur Planung der Beleuchtung und des Einsatzes wassersparender Armaturen. Faktor X steht für besonders klima- und ressourcenschonendes Bauen. Genauer gesagt, bezeichnet es einen ganzheitlichen Ansatz, bewährte Konzepte des energiesparenden Bauens und Sanierens hinsichtlich des gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes zu optimieren und um den stofflichen Ressourcenschutz zu erweitern. In der Praxis geschieht dies beispielsweise durch den Einsatz von regionalen, nachwachsenden und recycelten Baustoffen sowie eine intelligent geplante Architektur, die besonders langlebig und wartungsfreundlich konstruiert ist. Das Ziel ist es, die Ressourceneffizienz eines Gebäudes um den Faktor X zu erhöhen. Das bedeutet, dass der Ressourcenverbrauch auf die Hälfte (Faktor 2) oder ein Viertel (Faktor 4) verringert wird.⁷

Diese Betrachtungsweise des ökologischen Einflusses bezieht den Städtebau, den Tiefbau und das Energiekonzept nicht umfassend mit ein. Planende müssen auf Quartiersebene ansetzen, um Fläche zu sparen, Materialien ressourcenschonend auszuwählen und die Biodiversität zu fördern. Im Bereich des Städtebaus hat die öffentliche Hand (in diesem Fall die Gemeinde) die Möglichkeit, eine Vorbildrolle einzunehmen und Ressourcenschonung und Kreislauffähigkeit neu zu denken und umzusetzen – und zwar auf allen Ebenen.

Tipp: Dieses Planungshandbuch ist das Resultat aus zahlreichen Recherchen, Machbarkeitsstudien, Kooperationen und Reallaboren. Es soll zeigen, wie es den Gemeinden, Städten und Planenden gelingen kann, die Ressourcenschonung und Kreislauffähigkeit rechtssicher in die Quartiersplanung mit aufzunehmen.

Dieses Planungshandbuch betrachtet die Quartiersplanung ganzheitlich. Die Planenden erhalten Hilfestellungen durch Planungsprinzipien in den verschiedenen Planungsphasen – zur Ressourcenschonung und Kreislauffähigkeit im Städtebau, Tiefbau und bei dem Energiekonzept. Die Prinzipien zeigen auf, wie eine Quartiersplanung zukunftsfähig gestaltet werden kann. Die Politik nimmt hierbei eine Schlüsselrolle ein und kann

durch Beschlüsse und Festsetzungen in ihrer Gemeinde die Ressourcenschonung als gesetzten Faktor in der Baulandentwicklung etablieren. Dies sollte als Chance und nicht als Hürde für die Planenden gesehen werden.

Aufbau des Planungshandbuchs

Das Planungshandbuch zeigt eine einheitliche Definition für ressourcenschonende und kreislauffähige Quartiersplanung auf und bietet eine Auswahl an Planungsprinzipien für ressourcenschonende und kreislauffähige Quartiere.

Tipp: Definitionen sind zu finden in »Baustelle Ressourcenwende – Glossar«.

Die acht Prinzipien orientieren sich an folgenden Aspekten mit dem Fokus der Ressourceneffizienz und Kreislauffähigkeit: Wirtschaftlichkeit, Langlebigkeit, potenzieller Ressourcen-Input und -Output sowie Wiederverwendbarkeit. Die Akzeptanz der Prinzipien und das Nutzungsverhalten der Bürger*innen und künftigen Einwohnenden fallen bei der Entwicklung der Planungs-

prinzipien ins Gewicht. Die Anwendung der Planungsprinzipien auf den Standort des prototypischen Zukunftsquartiers »Bartholomäus Pfädchen« in Inden-Schophoven und die enge Begleitung des Bauleitplanverfahrens machen die Realisierbarkeit deutlich. Ein besonderer Fokus der Umsetzung liegt auf der Wirtschaftlichkeit. Die Planungsprinzipien sind so aufgebaut, dass weitere Kommunen und Städte die Prinzipien der ressourcenschonenden und kreislauffähigen Siedlung übertragen können.

Die Planungsprinzipien wurden erarbeitet auf Grundlage von Fachworkshops, studentischen Arbeiten, Studien zu den Thematiken Tiefbau und Rückbau, Austausch mit lokalen Energiebeauftragten, Austausch mit (Fach-)Hochschulen, der Expertise des Fachbeirats ReBAU bestehend aus Expert*innen aus Forschung, Unternehmen etc. sowie einer Beteiligung der Öffentlichkeit. Die Mitte 2021 durchgeführte Beteiligung hatte einen maßgeblichen Einfluss auf die Entwicklung des Planungshandbuchs. Hierbei beantwortet die Bewohner*innen aus dem Rheinischen Revier und aus Schophoven Fragen zu dem Thema »Wie wollen wir in Zukunft leben?«. Die 158 Teilnehmenden waren gemischten Alters, über 50 % zwischen 26 und 45 Jahren, und kamen zu 80 % aus der Bevölkerung Schophovens.⁸

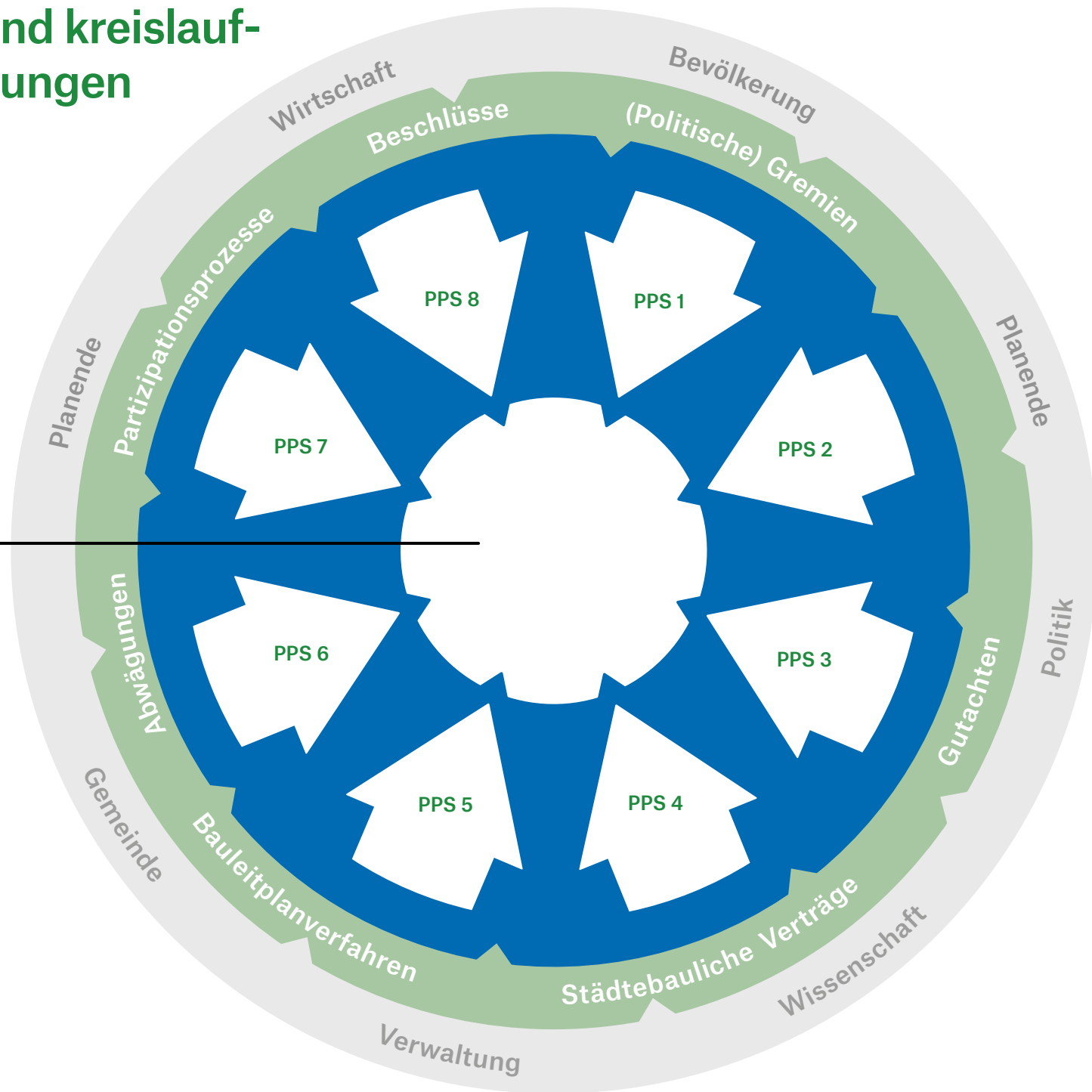
Das Planungshandbuch behandelt Themen aus dem Tiefbau, Städtebau und der Energieversorgung und ist für Planende aus Gemeinden und Kommunen konzipiert. Planungshilfen für den Hochbau werden in »Baustelle Ressourcenwende – Architektur« näher erläutert.

Die bauliche Realisierung der Planungsprinzipien soll eine beispielhafte Planung und Realisierbarkeit gewährleisten und so aufgebaut sein, dass weitere Kommunen und Städte die Prinzipien der ressourcenschonenden und kreislauffähigen Siedlung übertragen können wie eine Blaupause.

»Eine ressourcenschonende und kreislauffähige Quartiersplanung ist dann gegeben, wenn in der Planung alle Ebenen des Städtebaus, Tiefbaus, Hochbaus und des Energiekonzepts stringent auf minimalen Ressourcenverbrauch und maximale Kreislauffähigkeit geprüft und notwendige Maßnahmen zum Erreichen dieser Ziele umgesetzt werden.« Janika Ketzler

Planungsprinzipien im Städtebau – Ressourceneffiziente und kreislauf-fähige Planungen

- Planungsprinzipien
- Rahmenbedingungen
- Beteiligte



Ressourceneffizientes und kreislauffähiges Quartier

- PPS 1
- PPS 2
- PPS 3
- PPS 4
- PPS 5
- PPS 6
- PPS 7
- PPS 8

Kreislauffähigkeit und Ressourceneffizienz auf allen Ebenen beachten

Die Ressourcenwende in der Bauwirtschaft und bei der Quartiersplanung kann nur erreicht werden, wenn die Ressourceneffizienz und Kreislauffähigkeit auf allen Ebenen des Städtebaus beachtet werden. Dies kann mit folgenden und ähnlichen Fragestellungen gewährleistet werden:

Wie können Materialien aus dem Rückbau von Gebäuden in der Region in die städtebaulichen Planungen mit einfließen?

Sollten verbaute Materialien des Städtebaus in Katastern aufgenommen werden, um sie zu einem späteren Zeitpunkt einfacher, schneller und gut trennbar zurückbauen zu können? Können neue Quartiere so als Materiallager gesehen werden?

Wie muss der Straßenaufbau aussehen, um Ressourcen einzusparen und einen selektiven Rückbau möglich zu machen?

Selektiver Rückbau von Bestandsstraßen, -gebäuden und -räumen

Bei der Vorbereitung des Planungsareals hat ein selektiver Rückbau von Straßenräumen und Bestandsgebäuden immer oberste Priorität.

Die meisten Flächen neuer Baugebiete weisen Altlasten auf, wie alte Straßen, Wege, Zäune und (ruinöse) Gebäude. Diese müssen für die Entwicklung eines Baugebiets meist entfernt werden. Hierbei ist es wichtig, dass kein konventioneller Abriss von beispielsweise Gebäuden und Straßenräumen stattfindet. Ein konventionelles Bauschuttgemisch ist oft nur noch für ein Downcycling nutzbar oder muss deponiert werden. Darum wird ein hochwertiger, selektiver Rückbau der verbauten Materialien angestrebt, der ein wertschöpfendes Upcycling zulässt.

Exkurs: Wie ein selektiver Rückbau bestmöglich durchgeführt werden kann, zeigt die Studie »Werterhaltendes Rückbau- und Vermittlungskonzept« der Firma Concular, die im Rahmen des ReBAU-Projekts beauftragt wurde.³⁵

Auf diesem Wege können Materialien wiedergewonnen, wiederverwendet oder wiederverwertet werden. Erst wenn die zurückgebauten Materialien keine Verwendung finden, kann über eine Weitervermittlung nachgedacht werden, etwa über eine (digitale) Plattform. Hierbei ist die Transportdistanz zu betrachten, die so gering wie möglich gehalten werden sollte. Ebenfalls kann nach dem Urban-Mining-Prinzip in der näheren Umgebung nach Rückbauvorhaben gesucht werden, um die Materialien in der neuen Quartiersplanung wiederzuverwenden (z. B. Bestandsgebäude oder Straßen).

Quartier als Materiallager

Wenn wir neue Quartiere als »Materiallager« sehen wollen, sollten sich Planende schon beim Neubau von Gebäuden über die Rückbaubarkeit Gedanken machen. Für einen zirkulären Bauprozess empfiehlt es sich, die verwendeten Materialien für den späteren Rückbau zu kartieren, da der Verfügbarkeit von Materialien und Bauprodukten aus Primärrohstoffen eine wichtige Rolle zukommt. Um Bauteile später ausbauen und weiterhin nutzen zu können, sind die Materialien so zu verbauen, dass ein werterhaltender Rückbau erfolgen kann. Ein konventioneller Abriss und eine Vermischung der Materialien und Bauprodukte sind für eine Wiederverwertung oder für eine Wiederverwendung kontraproduktiv.

Rückbaukonzepte der neu errichteten Gebäude sollten zusammen mit dem Bauantrag eingereicht werden, um die sortenreine Trennung der verbauten Materialien zu gewährleisten. Neben einem Gebäudepass wird idealerweise bei der Konzeptionierung der Straßenräume ein Tiefbaupass erstellt, um auch hier den Materialverbrauch und die Rückbaubarkeit zu dokumentieren.

Straßeninventar

Auch bei dem Inventar der Straße, wie Leuchten, Bänke oder Spielgeräte, können wiederverwendete Geräte oder Sitzgelegenheiten zum Einsatz kommen. Jede Gemeinde sollte ein eigenes Materiallager besitzen, wo Materialien, aber auch Inventar für Straßenräume nach dem Rückbau zwischengelagert und aufbereitet werden können. Sollte kein wiederverwendbares Inventar für den Straßenraum vorhanden sein, wird dieses neu angeschafft. Hierbei

► **Lokale Angebote identifizieren** LPH 1
Architektur S.19
► **Reuse** LPH 10
Architektur S.49

► **Materialpass erstellen** LPH 9
Architektur S.46

► **Kapitel 3, Exkurs PPS1**
▼ S.74

Tipp: Einige Gemeinden im Rheinischen Revier schreiben bereits vor, dass neu errichtete Gebäude nur noch ressourceneffizient und kreislauffähig gebaut werden dürfen. Ein Rückbaukonzept als Zusatz zu dem Bauantrag würde die Kreislauffähigkeit gewährleisten.

ist es wichtig, ressourcenschonende, kreislauffähige Produkte oder Produkte aus nachwachsenden Rohstoffen zu verwenden.

Verkehrsflächen

Welche Materialien sind im Tiefbau besonders ressourcenschonend und können leicht wieder zurückgebaut werden?

Der Bau von Fußwegen, Verkehrs- und Parkflächen ist sehr ressourcenintensiv. Straßen werden üblicherweise so geplant, dass im Quartier ein versiegelter Raum entsteht, der weder Wasser durchlässt noch zur Kühlung des Quartiers beiträgt.

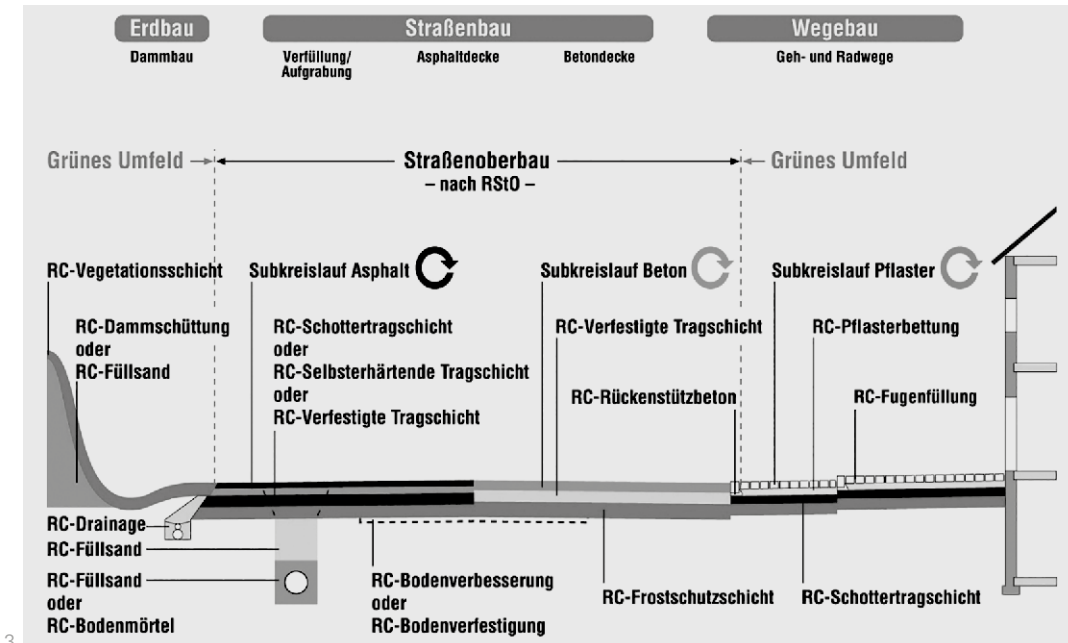
Der Aufbau einer Straße muss nach den Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO) Anforderungen und Belastungen standhalten können. Das Anforderungsprofil an das Material in Zusammenhang mit den verschiedenen Belastungsklassen ist jedoch weit gefächert.⁹

In der Studie »Ressourceneffizienz und Kreislauffähigkeit von Verkehrsflächen für zukunftsfähige Quartiere«, erstellt durch die Bimolab gGmbH in Zusammenarbeit mit ReBAU, werden verschiedene Belastungsklassen und Materialien auf die Ressourceneffizienz und Kreislauffähigkeit hin untersucht.¹⁰ Dabei sind folgende Kriterien beteiligt:

1. Stoffkosten des Straßenaufbaus
2. Wasserdurchlässigkeit des Straßenaufbaus
3. Lebensdauer des Straßenaufbaus
4. Material-Input des Straßenaufbaus (Anteil an RC-Materialien und Anteil an Materialien aus nachwachsenden Rohstoffen)
5. Material-Output des Straßenaufbaus (Ausbaubarkeit und Trennbarkeit der verbauten Materialien)

Diese pragmatische Vorgehensweise und Bilanzierung der diversen Straßenaufbauten soll dem Erschließungsträger aufzeigen, wie er Ressourcen im Tiefbau einsparen, Stoffkosten reduzieren und die Reparierbarkeit gewährleisten kann.

Diese Vorgehensweise und Empfehlungen können den Erschließungsplanenden als Planungsinstrument dienen und so einen neuen Maßstab für die Straßen in Quartieren setzen. Ebenfalls können die Kriterien eine Grundlage für Planende darstellen, um Straßenaufbauten weitergehend zu kategorisieren, zu dokumentieren und somit die Ressourceneffizienz und Kreislauffähigkeit zu betrachten.



Bei allen Überlegungen ist zu beachten, dass die Leitungen gut erreichbar sind, ohne den Straßenaufbau großflächig zu beschädigen.

Fakt: Konventionelle Bauweise: Straßenbau mit einer wasserundurchlässigen Deckschicht

Exkurs: Studie »Ressourceneffizienz und Kreislauffähigkeit von Verkehrsflächen für zukunftsfähige Quartiere«

Ressourceneffiziente und kreislauffähige Materialien und Bauprodukte für den Städtebau unterscheiden sich in (1.) wiederverwendungsfähige Produkte, (2.) wiederverwertbare Produkte, (3.) dekonstruierbare Produkte und (4.) Produkte aus nachwachsenden Rohstoffen. Für den Bau von Verkehrsflächen sind insbesondere wiederverwendbare Materialien (z. B. Pflastersteine) und recycelbare Produkte (z. B. Asphalt, Beton oder ungebundene Baustoffe) bei möglichst sortenreiner Gewinnung einzusetzen.

Hierbei wird auf das umfangreiche bestehende technische Regelwerk des Straßenbaus zurückgegriffen und dieses mit weiteren Zielvoraussetzungen erweitert, wie beispielsweise Ressourcenschonung, Ressourceneffektivität, Kreislauffähigkeit, Regenwassernutzung/-management, Wasserdurchlässigkeit der Verkehrsflächen, Langlebigkeit und Wirtschaftlichkeit.

Die derzeit geltenden Regelwerke der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) für den Bau von Verkehrsflächen lassen heute schon die Verwendung von gütegesicherten

Fakt: Asphaltfundationsschicht/Asphaltfundationstragschicht (in Anlehnung an M AFS-H 2020): Asphaltfundationsschichten in Heißbauweise sind mit Bitumen gebundene Schichten und bestehen vorwiegend aus Asphaltgranulat und ersetzen ungebundene oder gebundene Tragschichten ganz oder teilweise. (Heißmischfundationsschicht)

Fakt: Wasserdurchlässige Bauweise / versickerungsfähige Verkehrsflächen (MVV 2013): Verkehrsflächen, deren Befestigung (Oberbau, ggf. Unterbau und Untergrund) die Versickerung von Niederschlagswasser bei gleichzeitiger Nutzung durch Verkehr ermöglicht.

recyclten Gesteinskörnungen/RC-Baustoffen in großen Mengen zu. Untersucht wurden daher:

1. konventionelle dichte Bauweisen
2. Bauweisen mit Heißmischfundationsschicht mit hoher Asphaltgranulat-Zugabemöglichkeit
3. wasserdurchlässige, versickerungsfähige Bauweisen

Tipp: In der Studie »Ressourceneffizienz und Kreislauffähigkeit von Verkehrsflächen für zukunftsfähige Quartiere« finden sich unter anderem Ausschreibungshilfen sowie die Kriterien und Empfehlungen für den Straßenaufbau.

Das technische Regelwerk gibt in Abhängigkeit von der Belastungskategorie genaue Angaben für die Wahl der technischen Aufbauten, der notwendigen Dicken der einzelnen Schichten und der Anforderungen an die zu verwendenden Baustoffe und deren Einbau; unabhängig davon, ob diese natürlich, künstlich oder recycelt (z. B. gebrochener Naturstein, Kies und Sand, industrielle Nebenprodukte, RC-Baustoffe) gewonnen werden.⁸

PPS 2

Klimaresilientes Wassermanagement berücksichtigen

Bei der Entwicklung neuer Siedlungen ist es erforderlich, schon in den Anfängen des Planungsprozesses die Versickerungs- und Überflutungsflächen, insbesondere bei unzureichender Höhenlage, zu berücksichtigen. Eine wassersensible Stadtgestaltung und eine hohe Wasserspeicherfähigkeit (Schwammstadt) sollten in der nachhaltigen Stadtentwicklung selbstverständlich werden. Folgende Maßnahmen zum Umgang mit Regenwasser sind daher ressourcenschonend und flächeneffizient in Form von multifunktionalen Stadträumen in die Planung miteinzubeziehen.

Wie kann Regenwasser effizient genutzt, gespeichert und abgeleitet werden, um Hochwasser entgegenzuwirken?

Können wir Regenwasser für Trockenperioden nutzen?

Regenwasserversickerung und Ressourceneinsparung

Versiegelte Flächen sollten in Siedlungen und Städten auf ein Minimum reduziert werden, um das Versickerungspotenzial von Böden zu nutzen und somit die Gefahr von Überschwemmungen zu reduzieren. Das Regenwasser muss lokal dezentral versickern können. Als positiver Nebeneffekt wird im Sommer durch die Verdunstung des Wassers eine natürliche Kühlung der Siedlungen erzielt. Durch die Planung eines ressourceneffizienten Straßenaufbaus mit wasserdurchlässigen Bodenbelägen (z. B. Rasengittersteine und begrünbarer Pflasterbelag anstelle Asphaltflächen in verkehrsberuhigten Zonen) kann das Wasser versickern. Des Weiteren sind diese bei Kanalbaustellen leichter rück-/wiedereinbaubar, materialsparender und damit in ihrem Lebenszyklus auch kostengünstiger. Aber auch bei privaten Außenbereichen wie Zufahrten und Terrassen hat es sich bewährt, auf wasserdurchlässige und reversible Konstruktionen zu setzen (z. B. in Kies eingebettete Platten mit breiten Fugen).

Dachflächenwasser kann über ein Drainagesystem in Gebäudenähe abgeleitet werden und ist erweiterbar um zusätzliche Versickerungshilfen, wie zum Beispiel Muldensysteme, über die

Regenwasser gezielt in das Grundwasser gelenkt werden kann. Unterirdische Muldensysteme erhalten oberhalb eine Aufwertung durch eine biodiverse Begrünung. Oberirdisch angelegte Mulden dienen als Retentionsflächen und können so Stauraumkanäle ganz ersetzen. Damit sparen sie Beton und Kies ein. Muldenflächen können gestalterisch so angelegt sein, dass während Trockenperioden Spielflächen oder Biotope entstehen. Der Bodenaushub der Mulden kann in der Gestaltung des Quartiers und bei der Errichtung von Leitdämmen bei Hochwasser zur Wiederverwendung kommen.

Exkurs: Studie zum Mulden-Rigolen-System – Ökologische und wirtschaftliche Potenziale durch Regenentwässerungssysteme

Natürliche Entwässerungslösungen bieten viele Vorteile, sowohl aus ökologischer als auch aus wirtschaftlicher Sicht sowie zur Verringerung von Überflutungsrisiken.

Ganzheitliche Ressourcenberechnungen der Studie »Ressourceneinsparung bei der entwässerungstechnischen Erschließung«¹¹ haben gezeigt, dass offene Mulden-Rigolen-Systeme nicht nur besser für unsere Umwelt und das Mikroklima in Quartieren sind, sondern auch zwei Drittel der Baukosten einsparen. Ebenfalls können in der Nutzungsphase die Kosten in Form von Entwässerungsgebühren reduziert und Kläranlagen entlastet werden – vorteilhaft für Kommunen und Bürgerschaft.

Bisher wurde Regenwasser im Städtebau hauptsächlich durch Kanäle abgeleitet. Diese bestehen jedoch zum Großteil aus schweren Betonelementen, verhindern die Regeneration des Grundwasserpegels und können bei Starkregenereignissen Überflutungen fördern, da das Wasser nicht schnell genug abfließen kann.

Entwässerungssysteme mit Versickerungslösungen sind besonders für ländliche Gegenden mit weniger Asphalt- und mehr Grünflächen geeignet. Der Einbau von Mulden-Rigolen-Systemen eignet sich nicht nur für die Regenwasserversickerung einzelner Häuser, sondern auch für die Regenwasserversickerung im infrastrukturellen Bereich (z. B. Straßenräume). Das Fazit: Die nachhaltigste und effizienteste Lösung ist die gemeinsame (städtische und private) Entwässerung über Mulden-Rigolen-Systeme.

Folgende fünf Lösungsmöglichkeiten wurden hinsichtlich des Ressourcenverbrauchs und der Kosten bilanziert und verglichen mit der konventionellen Entwässerung mittels Stauraumkanälen [Variante 0]:

Fakt: Alternativen Niederschlagsentwässerung

Einsatz alternativer Niederschlagsentwässerungsvarianten:

- 3-fache Kostensparnis bei Einsatz einer alternativen Entwässerungsmethode
- Reduktion des Ressourcenverbrauchs:
 - Einsparpotenzial abiotischer Ressourcenbedarf um 39–45 %
 - Einsparpotenzial GWP 100 um 79–93 %
 - Einsparpotenzial PENRT um 86–91 %
- hohe Versickerungsfähigkeit als Ausgleich zur Flächenversiegelung
- Anwendbarkeit in Wohn- und Gewerbegebieten

1. Konventionelle Entwässerung mittels Stauraumkanälen [Variante 0]:

Bislang werden zur konventionellen Niederschlagsentwässerung großformatige Stauraumkanäle eingesetzt. Durch den hohen Betonanteil sind sie sehr ressourcen- und kostenintensiv in der Herstellung und belasten die Klärwerke zusätzlich. Bei Nutzung werden Abwassergebühren berechnet. Darüber hinaus stehen sie der Bildung von Grundwasser entgegen.

Vier ökologische Alternativen zur konventionellen Regenwasserableitung wurden auf ihre Versickerungsmöglichkeit analysiert. Für die Umsetzung der Alternativvarianten werden eine ausreichende Versickerungsfähigkeit des Bodens und ein konstant niedriger Grundwasserspiegel vorausgesetzt.

2. Dezentrale Entwässerung mit Einzelversickerung [Variante 1a]:

Bei einer dezentralen Entwässerungslösung wird Regenwasser über Tiefbeete im öffentlichen Parkplatzbereich aufgenommen. Das über Dächer und Regenfallrohre gesammelte Regenwasser wird mittels Regenfallleitungen für jedes Gebäude separat in Mulden-Rigolen im Garten abgeleitet.

3. Dezentrale Entwässerung mit Gemeinschaftsversickerung [Variante 1b]:

Alternativ kann die Gebäudeentwässerung über gemeinschaftliche Mulden-Rigolen auf/an den Grundstücksgrenzen (Gemeinschaftsversickerung) erfolgen, die Straßenentwässerung erfolgt weiterhin über einzelne Tiefbeete im Parkplatzbereich.

4. Zentrale Entwässerung mit gemeinschaftlicher Ableitung des Regenwassers über Mulden-Rigolen [Variante 2a]:

Die Regenentwässerung der Straßen kann mit der Gebäudeentwässerung zusammengeführt werden in ein Mulden-Rigolen-System zwischen (Haupt-)Straßen und Grundstücksbereichen mit Abläufen zwischen den Bordsteinen und Grünstreifen oder Tiefbeeten.

5. Zentrale Mulden-Rigolen mit Ableitungsmulde [Variante 2b]:

Die Variante des zentralen Entwässerungssystems kann alternativ zur Erhöhung der Versickerungskapazität/-geschwindigkeit und zur Gartengestaltung um zusätzliche Ableitungsmulden an den Grundstücksgrenzen erweitert werden.

Die alternativen Entwässerungsvarianten (1a bis 2b) sparen sehr viele Ressourcen ein. Es können bis zu 90 % an Herstellerenergie

und 45 % mineralischer Rohstoffe eingespart werden. Die Treibhausgasbelastung wird um bis zu 93 % reduziert, da die großformatigen Stauraumkanäle viel Beton und Bewehrungsstahl enthalten, die sehr ressourcenintensiv in der Herstellung sind. Mulden-Rigolen-Systeme hingegen bestehen vorwiegend aus organischen, versickerungsfähigen Materialien und wirken damit Flächenversiegelung entgegen. Sie können in Wohn- und Gewerbegebieten eingesetzt werden, verbessern das Mikroklima aufgrund des Verdunstungspotenzials und stellen einen wichtigen Baustein bei der Planung klimaresilienter Stadtquartiere dar.^{11,12}

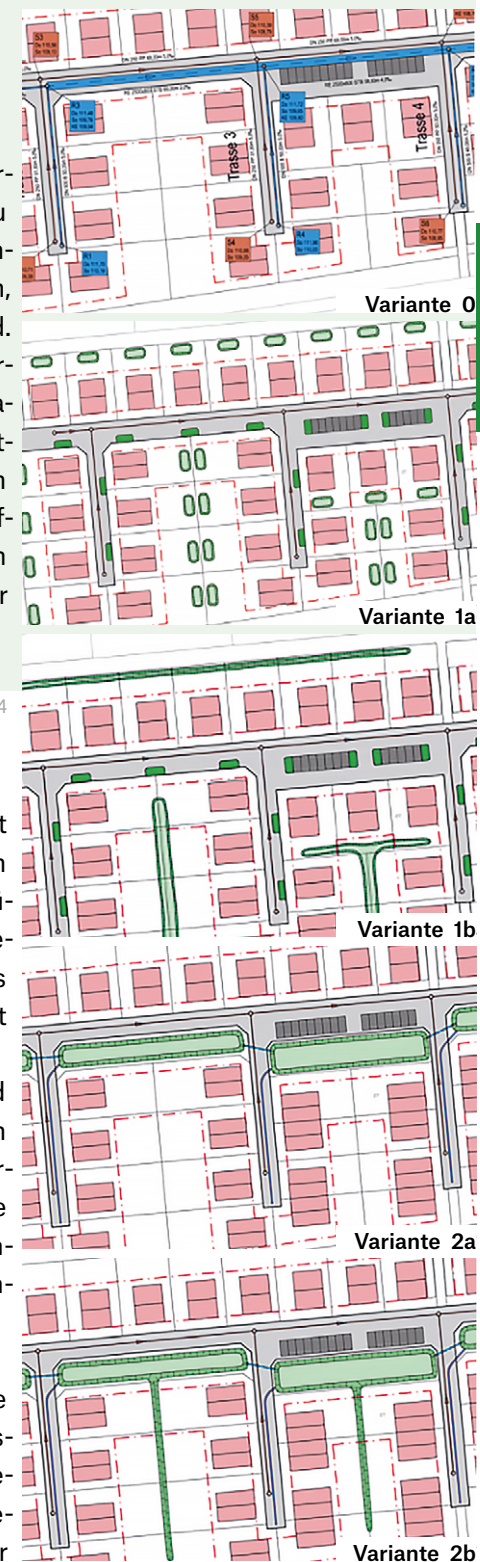
Regenwasserspeicherung für geschlossene Wasserkreisläufe

Das Speichern von Regenwasser dient nicht nur der Entlastung der Kanalisation, sondern kann auch andere Funktionen erfüllen, wie Toilettenspülung, Wasser für Waschmaschinen oder Bewässerung von Pflanzen. Eine finanzielle Entlastung des Haushalts durch Einsparung von Trinkwasser ist ein angenehmer Nebeneffekt.

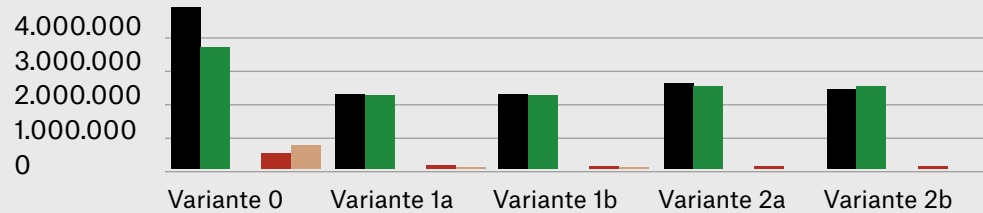
Regenwasser kann in Regentonnen und -tanks sowie Zisternen, möglichst aus recyceltem Kunststoff, gesammelt werden. Durch eine Versickerungsgrube versickert das überschüssige Wasser bei Starkregen ins Grundwasser. Regentanks werden teilweise von Städten und Gemeinden finanziell gefördert.¹³

Multifunktionale Flutungsbereiche

Bei Starkregenereignissen spielen unversiegelte Flutungsbereiche eine besondere Rolle. Flutungsbereiche können als multifunktionale Flächen geplant werden, die bei Starkregenereignissen bewusst überschwemmt werden können, sonst aber anderweitig zur Verfügung stehen, beispielsweise als Spielplätze, Fußballplätze, Straßenräume, Gärten, Parks oder biodiverse Grünflächen.



Auswertung Ressourcenverbrauch im Variantenvergleich



- RI abiotisch durch Neumaterialien (kg)
- RI abiotisch durch Bodenaushub (kg)
- RI biotisch (kg)
- GWP 100 (kg)
- PENRT (kWh)

Festgelegte Flutungsbereiche und die angrenzenden Risikogebiete müssen in Zukunft besser definiert werden. Strömungssimulationen bei eventuell auftretendem Hochwasser sind als neuer planerischer Bestandteil in der Bauleitplanung sinnvoll. Mit der Hilfe von Hochwassergefahrenkarten können Käufer*innen, Mieter*innen und Anwohnende das Gefahrenpotenzial besser abschätzen.¹³

Bebauungsart

Die Art der Bebauung, ihre Ausrichtung und die typologischen Gegebenheiten haben nicht nur einen Einfluss auf den Ressourceneinsatz, sondern auch auf den Hochwasserschutz. Es gilt, je kleiner die Angriffsfläche des fließenden oder stehenden Wassers ist, desto weniger Schäden entstehen an Gebäuden.

Die Gebäudeausrichtung sollte möglichst in Fließrichtung geplant werden. Reihenhausbebauungen sind im Gegensatz zu freistehenden Einfamilienhäusern geschützt und bleiben bei Hochwasserereignissen eher verschont als frei stehende Häuser mit mehrseitigen Angriffsflächen (Abb. b). Sie weisen darüber hinaus einen geringeren Flächen- und Ressourcenverbrauch auf als frei stehende Einfamilienhäuser. Grundstücke sollten möglichst so modelliert werden, dass entstehende Gefälle von Gebäuden wegführen. Gefälle auf Nachbargrundstücke sind hierbei zu vermeiden und unzulässig. Bei Hanglage werden Flutmulden und Bodensenken empfohlen.¹³

Bepflanzung

Wurzelreiche Bepflanzungen wie heimische Büsche und Bäume, insbesondere in Vorgärten und auf Grundstücksgrenzen, sind nützlich, um bei Starkregen- und Flutereignissen einem Abrutschen

der Erdschichten und möglichen Unterspülungen von Bauwerken vorzubeugen sowie Wasserfließgeschwindigkeiten zu reduzieren.

Zusätzlich stellen landschaftsgestalterische Elemente oder Grundstückseinfriedungen einen positiven Effekt bei der Rückhaltung von Überschwemmungen dar. Hier ist zu überprüfen, wie dicht und in welcher Ausrichtung beispielsweise Mauern geplant werden.¹³

Exkurs: Kühlung von Straßenräumen – Projekt BlueGreenStreets (BGS)

Anhand der während der Projektlaufzeit von BlueGreenStreets erprobten »BGS-Elemente« für die Umsetzung einer multifunktionalen Straßenraumgestaltung wurden im März 2022 Planungshilfen veröffentlicht, die BlueGreenStreets Toolbox A und B. Darin werden die entwickelten blaugrünen Elemente ausführlich vorgestellt und bewertet. Auch die Themen Gestaltung, Barrierefreiheit, unterirdische Leitungen sowie Pflege und Unterhaltung sind in der Toolbox aufbereitet worden. Die Toolbox ist eine anwendungsorientierte Planungshilfe mit Fokus auf die Neugestaltung bestehender Stadtstraßen. Mit ihr wird ein Werkzeugkasten aus Tools und planerischen Hinweisen für den Entwurf qualitativ gestalteteter, multicodierter, blaugrüner Straßenräume bereitgestellt. Die Toolbox richtet sich an alle Akteure, die für deren Konzeption, Planung und den Umbau verantwortlich sind.¹⁴

Tip: Multicodierte, blau-grüne Straßenräume führen verkehrliche, wasserwirtschaftliche, mikroklimatische und grünplanerische Belange zusammen und tragen zur Anpassung an den Klimawandel sowie zur Verbesserung der Aufenthaltsqualität bei. Sie berücksichtigen dabei bestehende Infrastrukturen und die ökonomischen Rahmenbedingungen.¹⁴

PPS 3

Zukunftsfähiges Mobilitätskonzept entwickeln

Der Verkehrssektor ist mitverantwortlich, dass viele versiegelte Flächen entstehen.

Wie muss der Straßenraum eines zukunftsfähigen Quartiers aussehen, sodass der Fokus auf einem ressourcenschonenden und kreislauffähigen Mobilitätskonzept für den Menschen liegt?

Tipp: Straßenräume sollten anders geplant werden. Sie stellen nicht nur einen Verkehrsweg für motorisierte Fahrzeuge dar, sondern dienen auch als Freifläche, Grünstruktur, Aufenthaltsraum, Kühlung und Wasserversickerung/Wasserauffang, Biodiversitätsraum etc.

Neue Verkehrskonzepte müssen eingeführt und den Bürger*innen nähergebracht werden. Dabei helfen Partizipationsprozesse. Wichtig bei den Überlegungen ist es, das derzeitige Mobilitätsverhalten der Einwohnenden zu betrachten. So besitzt ein zweiköpfiger Haushalt im Durchschnitt zwei Autos, aber nur bei 15 % der Haushalte werden beide Autos täglich genutzt.⁸

Im Hinblick auf das Mobilitätsverhalten der Bevölkerung ist es nötig, dass es sich im Kern stark ändert. Die Behörden, Gemeinden und Städte haben hierfür alternative Angebote zu schaffen und die Planungen hinreichend zu überarbeiten. Das Auto darf für die Bewohnenden eines zukunftsfähigen Quartiers nicht mehr das bequemste Verkehrsmittel sein, sondern nur noch eine von vielen gleichwertigen Alternativen.

Für neu entwickelte Wohnquartiere ist es nicht mehr primär erforderlich, dass sie befahrbar sind. Autofreie Quartiere bieten multifunktionale Straßenräume für Radfahrende, Zufußgehende, Begegnung und Kommunikation. An zentralen Plätzen können Leihautos, -fahrräder und E-Mobilität platziert sein. Ein besserer Anschluss an die öffentlichen Verkehrsmittel und Sharing-Angebote sind bei einem solchen Konzept ein Muss.

Parkplätze

Planende dürfen folglich in der Quartiersgestaltung nicht mehr nur das Auto als Hauptfortbewegungsmittel sehen. Autos sollten ausgelagert und nicht mehr direkt vor der Haustüre abgestellt werden. So verändert sich das gesamte Straßenbild zu einem

multifunktionalen Raum. Abstellorte sind zentrale Parkplätze, die von einem Quartier in wenigen Gehminuten zu erreichen sind. Nur noch zur Anlieferung, als Rettungsweg, zur Ver- und Entsorgung sind Autos im Straßenraum des Quartiers erlaubt. Der Straßenquerschnitt und die Belastungsklasse der Straßenaufbauten können dadurch geringer ausfallen und es bleibt mehr Raum für Natur und Gemeinschaft.

Nachbarschaftliche Mobilität fördern

Nach Betrachtung der Bewegungszeit ist ein Auto kein »Fahrzeug«, sondern vielmehr ein »Stehzeug«. Insbesondere das Zweitauto steht die meiste Zeit des Tages ungenutzt auf seinem Stellplatz. Zu dessen Produktion wurden große Mengen unterschiedlicher Rohstoffe aufgewendet, es kostet Steuern und Versicherung, verliert mehr oder weniger schnell an Wert. Auch der Bau des Parkplatzes oder der Garage hat viel Geld und Rohstoffe gekostet.

Im ländlichen Bereich sind Autos jedoch nach wie vor nicht wegzudenken, da der öffentliche Nahverkehr oft nicht gut genug ausgebaut ist. Eine Alternative zum individuell genutzten Zweitwagen stellt das gemeinschaftliche Nutzen von Pkw dar. Nachbar*innen, die sich zusammenschließen und sich ein Fahrzeug mit mehreren Parteien teilen, können die Kosten beispielsweise auf die tatsächlich gefahrenen Kilometer umlegen. Auch wenn sich bei der Nutzung mit anderen abgesprochen werden muss, liegen die finanziellen und ökologischen Vorteile klar auf der Hand. Durch Fahrgemeinschaften wird zudem das soziale Miteinander befördert.²

Die Treibhausgasbilanz jeder Kommune ließe sich zudem drastisch verbessern, wenn ein signifikanter Anteil der Einwohnenden auf Homeoffice-Optionen zurückgreifen könnte. Würden dies bereits zehn Prozent der Erwerbstätigen in Deutschland einen Tag pro Woche nutzen, könnten ca. 4,5 Milliarden Kilometer an Pendlerstrecke und dadurch etwa 850 Millionen Kilogramm CO₂ pro Jahr eingespart werden.¹⁵

Biodiverse Räume bewahren¹⁶

Der Verlust biologischer Vielfalt ist eine der größten Bedrohungen unserer Zeit. Die globale Biodiversitätskrise und der damit verbundene beschleunigte und unwiederbringliche Verlust von Arten destabilisieren ganze Ökosysteme und führen somit auch zu tiefgreifenden negativen Effekten für die Gesellschaft.

Wie muss die Freiraumgestaltung aussehen, um biodiverse Räume zu bewahren und neu zu schaffen?

Viele Faktoren führen insgesamt zum derzeitigen Biodiversitätsverlust. Sie reichen von einer Verschlechterung der Lebensraumqualität, etwa durch Stoffeinträge, über die Art der Landbewirtschaftung bis hin zum Klimawandel. Infrastrukturmaßnahmen fragmentieren Lebensräume, durch Flächenverbrauch entsteht ein unumkehrbarer Verlust. Auch die Art und Weise der Bebauung und Gartengestaltung, Lichtverschmutzung und die Freiraumnutzung für Tourismus und Freizeit sind hier zu nennen.

Während die Gründe für den Biodiversitätsverlust also sehr vielfältig sind, wird aus dieser Aufzählung deutlich, dass die biodiversitätsfreundliche Quartiersplanung einen relevanten positiven Beitrag leisten kann.

Zu unterscheiden ist hier in »öffentliche Freiflächen«, die durch die Stadt oder Gemeinde gestaltet werden, und in »private Freiflächen«, die die Bewohnenden gestalten.

Öffentliche Freiflächen

Freiflächengestaltung

Wie bei der privaten Flächengestaltung haben Gemeinden es in der Hand, öffentliche Flächen möglichst naturnah und biodivers zu gestalten. Mit einer ausgewogenen Gestaltung können sich Pflanzen entfalten und Tiere Lebensräume finden. Durch diesen »Hebel« können Gemeinden dem Klimawandel entgegenwirken und Neubausiedlungen attraktiv, grün und kommunikativ gestalten. Grünverbindungen zwischen den öffentlich angelegten Freiflächen, den privaten Gärten, dem umliegenden Grün in Form von Wald und Feld sollten

vorhanden sein, um den Lebensraum von Ökosystemen zu vergrößern. So können die öffentlichen Grünflächen eine Vorbildrolle in den Siedlungen einnehmen und die Anwohnenden zu einer naturnahen privaten Gartengestaltung anregen.

Ansprüche unterschiedlicher Nutzungsgruppen

Mensch und Natur teilen sich den öffentlichen Raum. Ein neues Quartier muss daher den Ansprüchen der verschiedenen Nutzungsgruppen genügen, seien es alte oder junge Menschen, Haus- oder Wildtiere. Auch hier hat die Gemeinde einen großen Handlungsspielraum, indem Flächen multifunktional gestaltet und genutzt werden. Naturnahe Spielplätze mit Obstbäumen, dichtem Grün und kleinen Biotopen können unter anderem Kindern Spielraum geben, Fläche und Futterquelle für Wildtiere darstellen und als Überschwemmungsgebiet bei Starkregenereignissen dienen.

Auf öffentlichen Grünflächen sollte das Zusammenkommen aller Bewohnenden gefördert werden: naturnah, biodivers und klimafreundlich für eine lebenswertere Umwelt.

Beleuchtung

Die künstliche Beleuchtung während der Nacht, die sogenannte Lichtverschmutzung, wird zunehmend für den Verlust an Biodiversität mitverantwortlich gemacht. Die negativen Folgen der Lichtverschmutzung auf die Artenvielfalt sind dabei abhängig von Lichtspektrum bzw. Lichtfarbe sowie der Abstrahlrichtung des Leuchtkörpers.

Besonders weiße und blaue Lichtfarben können eine große Anziehungswirkung auf Insekten haben, die diese dann so lange umschwirren, bis sie zu Tode kommen. Die Insekten locken wiederum andere Arten wie Fledermäuse an, die dadurch auch Schaden nehmen können. Vorzuziehen sind dagegen Lichtquellen mit warmen Farbtönen. Zusätzlich sollten die Lichtquellen nach unten abstrahlen und gebündelt werden, um möglichst wenig Licht zu verschwenden. Hierbei ist auf eine energiesparende Beleuchtung zu achten. Auch die Unterstützung von Sensortechnik (z. B. Bewegungssensoren) kann den Energieverbrauch und die schädliche Auswirkung des Lichts auf die Natur senken, indem sie das Licht nur dann anschaltet, wenn es gebraucht wird.

Artenschutz

Für den Artenschutz auf öffentlichen Freiflächen können – ähnlich wie auf privaten Freiflächen – Nistmöglichkeiten,

Tipp: Multifunktionale Flächengestaltung befördert die Biodiversität, etwa eine Obstbaumwiese mit Spielfläche für Kinder und Nistmöglichkeiten für Vögel und Insekten.

Tipp: Dazu kann man ins Gespräch mit den Naturschutzverbänden (NABU, BUND) oder mit der Biologischen Station gehen, die gerne beraten.

Blühwiesen mit »Insektenhotels« aus wiederverwendeten Materialien oder die Anlage von Biotopen viel erreichen. Dies muss nicht unter Ausschluss der Anwohnenden passieren, sondern kann etwa in die Naherholung mit integriert werden. Wichtig ist hierbei, immer zu prüfen, ob eine Maßnahme an der konkreten Stelle sinnvoll ist oder nicht.

Wildnispfade

Die diversen (Ausgleichs-)Flächen um das Quartier herum lassen sich mit dem Quartier verknüpfen. Hierzu bieten sich Grünflächen wie Wiesen, Streuobstwiesen, kleinere Biotope und Teiche sowie Blühwiesen an. Diese dienen einerseits der Naherholung für die Bewohnenden, andererseits dem Natur- und Artenschutz, da auch bedrohte Arten dort einen passenden Lebensraum vorfinden.

Exkurs: Die Anlage von sieben solcher Miniwälder in den indeland-Kommunen ist als erste ökologische Maßnahme im Rahmen des Projekts indelands Regionale Nachhaltigkeitsstrategie 2030 geplant.¹⁷

Besonders die Streuobstwiese hat als Biotop in der Dorfrandlage eine wichtige kulturelle Bedeutung, da sie die Anwohnenden mit ungespritztem, gesundem Obst versorgt und gleichzeitig vielen Arten einen Lebensraum bietet. Hier sind der Steinkauz, der Gartenrotschwanz oder der Grünspecht zu nennen. Bildungseinrichtungen wie Grundschulen oder Kitas können das Obst nutzen und somit die Wertschöpfungskette im eigenen Ort steigern. Durch das Anbringen und das Betreuen von Nistkästen erleben Kinder die Natur ganzheitlich und werden für deren Schutz sensibilisiert. Lehrpfade und Info tafeln können den Lerneffekt für Kinder und die Einwohnenden nochmals vertiefen.

Ein weiteres Element, das in der Quartiersplanung mitgedacht werden kann, sind kleine Waldflächen mit hoher Biodiversität, sogenannte Miniwälder oder »Tiny Forests«.

Anbindung an Wasser/Biotope

In einem neu entstehenden Quartier sollte die Anlage von kleinen Biotopen und Teichen gezielt gefördert werden, da sie für viele Amphibienarten, aber auch für Wasserinsekten wichtige Lebensräume bieten und sich gleichzeitig günstig auf das Ortsklima auswirken. Daher sollten diese in Ausgleichsflächen sowie in öffentliche Grünflächen mit eingeplant werden. Ebenfalls können die Biotope so angelegt

werden, dass sie bei Starkregenereignissen gezielt überschwemmt werden.

Landbewirtschaftung

Verbrauchende tragen eine zentrale Verantwortung für die biologische Vielfalt, indem sie durch bewusste Kaufentscheidungen nachhaltige Formen der Landwirtschaft und damit auch die Biodiversität fördern. Durch eine Partizipation am Anbau selbst kann gleichzeitig der Bezug zur Landwirtschaft gestärkt werden und damit auch die gegenseitige Wertschätzung zwischen Quartiersbewohnenden und den umgebenden landwirtschaftlichen Betrieben.

Exkurs: Hierzu gibt es seit einigen Jahren verschiedene Ansätze und Projekte. Die Idee der Solidarischen Landwirtschaft (SoLaWi), d.h. Kooperationen zwischen Verbrauchergruppen und lokalen Landwirtschaftsbetrieben, ist ein Element, das die Verbindung zwischen Erzeugenden und Konsumierenden und gleichzeitig auch das Gemeinschaftsgefühl der ländlichen Quartiersbewohnenden untereinander stärken kann. Hierfür finden sich bereits einige Beispiele im Rheinischen Revier, z.B. die SoLaWi Neuenhoven e.V. in Jüchen¹⁸ oder »Bürger machen Landwirtschaft« in Pulheim-Stommeln.¹⁹

Exkurs: Darüber hinaus gibt es verschiedene Ansätze zur Selbstversorgung (Urban Farming, Gemeinschaftsgärtnern). Ein solcher Gemeinschaftsgarten ist derzeit z.B. in Rommerskirchen geplant.

Die jeweilige Gemeinde kann Initiativen gezielt unterstützen, indem sie geeignete Flächen zur Bewirtschaftung zur Verfügung stellt und bei der Öffentlichkeitsarbeit unterstützt. Sofern sich landwirtschaftlich genutzte Flächen im Eigentum der Kommune befinden, können Naturschutzaspekte in die Pachtverträge integriert werden. Dies wird im Rhein-Erft-Kreis bereits praktiziert: Verpachtete Grünlandflächen werden extensiv und unter Gesichtspunkten des Naturschutzes bewirtschaftet, Düngung und der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln sind auf diesen Flächen in der Regel nicht zugelassen. Auch auf Ackerflächen werden seit Ende 2019 Glyphosat und Neonicotinoide nicht mehr eingesetzt.²⁰

Private Freiflächen und Gartengestaltung

Bei der privaten Gartengestaltung bestehen viele Möglichkeiten, um die Biodiversität zu fördern und Ressourcen zu schonen. Der Garten sollte unter Biodiversitätsaspekten betrachtet und gestaltet werden und weniger das menschliche Ordnungsbedürfnis befriedigen. Eine scheinbar leicht zu pflegende versiegelte Fläche wird im Laufe der Zeit übersät sein mit Unkraut oder Grünspan. Ein natur-

Fakt: Die Gemeinde kann bei den textlichen Festsetzungen des Bebauungsplans, die Gartengestaltung definieren und entsprechende Vorgaben machen.

nah angelegter Garten macht nicht mehr Arbeit als ein Schottergarten. Schon kleine Maßnahmen machen ihn zu einem Wohlfühlort für Insekten, andere Kleintiere und Pflanzen. Durch die Art der Bepflanzung, Grundstückseingrenzung oder die Intensität der Gartenbeleuchtung kann die Biodiversität gefördert werden.

Bei der Gestaltung von privaten Flächen gelten die meisten der im obigen Abschnitt zu öffentlichen Flächen beschriebenen Empfehlungen gleichermaßen. Hinzu kommen einige für private Flächen spezifische Aspekte, die im Folgenden beschrieben werden.

Bepflanzung

Es sollten möglichst Pflanzenarten im Garten gepflanzt werden, die Nahrungsquelle und Lebensraum für Insekten, Vögel und andere Kleintiere darstellen. Dies müssen nicht immer einheimische Arten sein, allerdings gibt es einige eingeschleppte Pflanzen (Neophyten), die einheimische Arten verdrängen. Ein Beispiel ist der Schmetterlingsflieder (*Buddleja davidii*): Zwar bietet er eine gute Nahrungsquelle für Schmetterlinge und Insekten, breitet sich aber rasant aus und reduziert dadurch wiederum die heimische Artenvielfalt.

Exkurs: Tipps für eine geeignete Pflanzenauswahl gibt z. B. der NABU.²¹

Zur Gartengestaltung können nicht nur Blumen, Stauden und Hecken beitragen, sondern auch Bäume. Diese spenden im Sommer Schatten und sorgen für ein gutes Mikroklima. Insbesondere Obstbäume sind gute Futter- und Laubquellen für Kleintiere wie beispielsweise den Igel. Auch die passenden Brutmöglichkeiten in Form von Insektenhotels sollten angeboten und möglichst in südlicher Ausrichtung angebracht werden.

Grundstücksumgrenzung

Eine Hecke bietet gegenüber einem Zaun die gleichen Vorteile des Sichtschutzes, bringt aber viele weitere Vorzüge mit sich, die eine Einfriedung mit einem Zaun nicht bieten kann. So verbessert eine Hecke die klimatischen Bedingungen in der Umgebung, bietet je nach Art auch Insekten die Möglichkeit der Nahrungsaufnahme und verschiedenen Vogelarten Brutmöglichkeiten. Daher sollte der Heckenbepflanzung immer der Vorrang gegeben werden. Besonders für den Artenschutz bieten sich Hecken aus Buche oder Weißdorn an, aber auch gemischte Hecken bringen Abwechslung in den Garten. Sollten

Tipp: Im Herbst wird oft das gesamte Laub aus den Gärten entfernt, Stauden und Sträucher werden zurückgeschnitten. Hierdurch verlieren beispielsweise Igel, verschiedene Insekten und andere Kleintiere ihr Winterquartier. Besser ist es, kleine Laubhaufen zusammengerecht liegen zu lassen und abgeblühte Stauden erst im Frühjahr zurückzuschneiden.

doch Zäune zur Eingrenzung des Grundstückes als zusätzliche Option gewählt werden, ist darauf zu achten, dass Kleintiere wie Igel die Möglichkeit haben, sich einen Weg durch den Zaun zu den verschiedenen Gärten zu bahnen.

Gründächer und begrünte Fassaden

Die Begrünung von Dächern und Fassaden kann einen gewissen Ausgleich schaffen zur Bodenversiegelung, die durch die Bebauung entstanden ist. Nicht nur Regenwasser kann dadurch gespeichert werden, sondern es entsteht auch Lebensraum für diverse Tierarten. Weitere Vorteile einer Dachbegrünung sind der Schutz vor direkter Sonneneinstrahlung und die Dämmwirkung durch die Begrünungsschicht.

Exkurs: Das Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW (LA-NUV) hat mit dem Gründachkataster einen umfangreichen Datensatz über die möglichen Gründachpotenziale erstellt, mit dem für jede Dachfläche individuell das Potenzial einer Dachbegrünung ausgegeben werden kann.²²

► **Begrünung und Ressourceneffizienz abwägen LPH 3**
Architektur S.25

PPS 4

Gründächer sollte jedoch nie zuungunsten der Ressourceneinsparung in der Bauplanung eingesetzt werden.

Schutz gegen Vogelschlag

Glasscheiben stellen eine unterschätzte Gefahr für Vögel dar. Nach Schätzungen des Naturschutzbunds Deutschland (NABU) sterben jedes Jahr mindestens 100 Millionen Vögel durch den Aufprall auf Glasscheiben, den sogenannten Vogelschlag. Dies betrifft nicht nur Glasscheiben privater Wohnhäuser, sondern auch den öffentlichen Raum, wie z. B. die Glasscheiben von Bushaltestellen und Bürogebäuden. Dabei gibt einige Möglichkeiten, Glasscheiben vogelsicherer zu machen, die auch in der Quartiersplanung Berücksichtigung finden können.²³

Exkurs: Fenster aus recyceltem Glas sind oftmals milchiger und verhindern Vogelschlag.²⁴

Bauarten für Vögel, Fledermäuse und Co.

Gerade durch die energetische Sanierung sind den »Gebäudebrütern und -bewohnern« viele Nistmöglichkeiten verloren gegangen. Zahlreiche Arten leben seit Jahrhunderten mit dem Menschen eng zusammen und nutzen Häuser als Lebensraum und Brutstätte für ihre Nachkommen. Besonders Arten wie Mehlschwalbe, Rauchschwalbe, Mauersegler, Haussperling, Hausrotschwanz und Fledermäuse sind hier zu nennen.

Viele Unternehmen haben es sich zur Aufgabe gemacht,

Nistmöglichkeiten für diese Arten direkt am Gebäude zu schaffen. Für diesen Zweck gibt es Niststeine, die direkt in die Häuserfassade integriert werden können, ohne negative Effekte auf die Dämmwirkung zu haben. Selbst in Dachpfannen werden inzwischen Schlitze integriert, um Mauerseglern oder Fledermäusen einen Einflug zu ermöglichen.

Exkurs: Projekte und Initiativen

Bei der Förderung der Biodiversität in der Quartiersplanung kann auf bestehende Bündnisse und Netzwerke zurückgegriffen werden, wie z. B. das Bündnis »Kommunen für biologische Vielfalt«, in dem bereits mehrere Kommunen des Rheinischen Reviers Mitglied sind. Der interkommunale Austausch zur Einbindung der Entscheidungstragenden (z. B. auch über die örtlichen Strukturwandelmanager*innen) sollte in dem Prozess gefördert werden.²⁵

Die GALK (Deutsche Gartenamtsleiterkonferenz) hat gemeinsam mit dem BdB (Bund deutscher Baumschulen) eine Liste an klimarobusten Bäumen herausgebracht. In dem Dokument »Zukunftsbäume für die Stadt, Auswahl aus der GALK-Straßenbaumliste«²⁶ ist eine Vielzahl an Baumarten aufgelistet und kategorisiert nach: Herkunft, Höhe/Breite, Wuchs, Blätter, Rinde, Blüte, Klimatoleranz, Straßenbaumtoleranz, Straßenbaumtauglichkeit und Besonderheiten. Anhand dieser Liste können Quartiere und die Bepflanzung klimaresilienter gestaltet werden. Bevorzugt kommen dabei Bäume, die lang anhaltende Trockenperioden gut überstehen, zum Einsatz.

Weitere Unterstützungsangebote für Bürger*innen zur Förderung der Biodiversität bieten die Biologischen Stationen. Im Rheinischen Revier sind vier dieser gemeinnützigen Einrichtungen vertreten: die Biologischen Stationen für die Kreise Düren und Euskirchen, die Region Bonn/Rhein-Erft sowie für die StädteRegion Aachen. Darüber hinaus ist der Naturschutzbund Deutschland (NABU) im Rheinischen Revier vertreten im Rhein-Erft-Kreis (mit der Geschäftsstelle im Umweltzentrum Friesheimer Busch in Erftstadt) und in Aachen (mit der NABU-Naturschutzstation Aachen e. V.). Diese bieten ebenfalls zahlreiche Infoveranstaltungen und Seminare an, die für den Biodiversitätsschutz in der Quartiersplanung relevant sind.²⁷

Ein Projekt, das Anregungen für die biodiversitätsfördernde Gartengestaltung geben kann, ist das »Rheinische Zentrum für Gartenkultur«, ein gemeindeübergreifendes Projekt mit Standorten in

Erftstadt, Weilerswist, Vettweiß und Zülpich. Das Ziel des »Rheinischen Zentrums für Gartenkultur« ist es, die Identitätsbildung zu fördern, die Lebensqualität in der LEADER-Region Zülpicher Börde zu verbessern und nachhaltige, positive Impulse für das örtliche Erscheinungsbild der Orte und Dörfer zu geben. Gefördert wird das Projekt durch den Europäischen Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums unter Beteiligung des Landes Nordrhein-Westfalen.

Ein weiteres Projekt, das sich den »Naturschutz vor der Haustür« zur Aufgabe gemacht hat, ist »Na-Tür-Lich Dorf«, ein Kooperationsprojekt der Biologischen Stationen in den Kreisen Düren, Euskirchen, Rhein-Erft und der StädteRegion Aachen.²⁸ Für den gezielten Artenschutz berät das Projekt und stellt Sachmittel zur Verfügung (z. B. Nisthilfen, Saat- und Pflanzgut), nimmt Ideen aus der Bevölkerung zum Thema Artenschutz auf und setzt sie um, engagiert sich für die Erweiterung und Stärkung lokaler Netzwerke und Kooperationen, vermittelt Fachkompetenz durch Praxisworkshops und Vorträge und erstellt Pflegekonzepte für öffentliche Grünflächen.

Für die biodiversitätsfreundliche Gartengestaltung bestehen verschiedene Fördermöglichkeiten sowohl von Kommunen als auch vom Land NRW. Der Kreis Düren fördert im Rahmen seines Klimaschutzprogramms »1000 × 1000: Alles für das Klima« die Anpflanzung von regional typischen Hecken und die Umwandlung von Schottergärten. Das Land fördert die Dach- und Fassadenbegrünung im Rahmen des Sonderprogramms »Klimaresilienz in Kommunen«.²⁹

Zitat: »Wir brauchen das gesamte Sortiment an Zukunftsbäumen, um unsere Städte klimarobust zu gestalten«
Aus: Zukunftsbäume für die Stadt, Auswahl aus der Galk-Straßenbaumliste²⁶

PPS 5

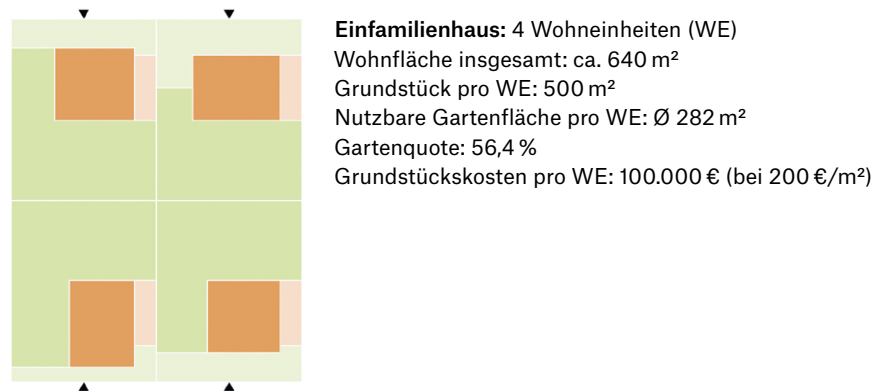
Flächen intelligent beplanen

Jede neue Versiegelung von Grund und Boden in Form eines Neubauquartiers sollte gut begründet sein. Stets zu bevorzugen ist die Nachverdichtung bereits bestehender Quartiere und Stadträume.

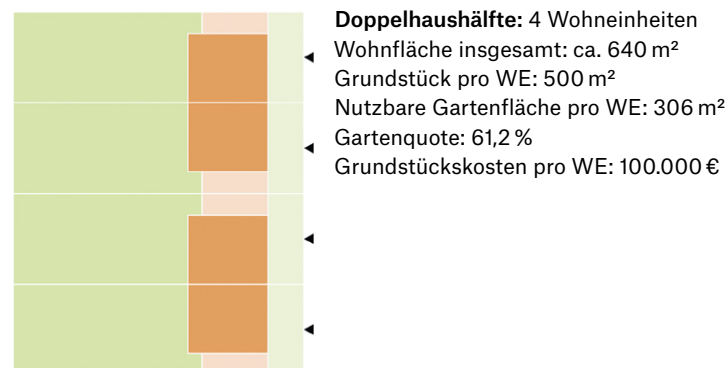
Wie können Flächen multifunktional und besonders flächeneffizient gestaltet werden?

Bei einer Neuerschließung ist mit einer der wichtigsten Ressourcen, der Fläche, sparsam und bedacht umzugehen. In Deutschland betrug der Flächenverbrauch durch Erschließung neuer Siedlungs- und Verkehrsflächen zwischen 1992 und 2019 gut 11.180 km², was der vierfachen Fläche des Saarlands entspricht.³⁰

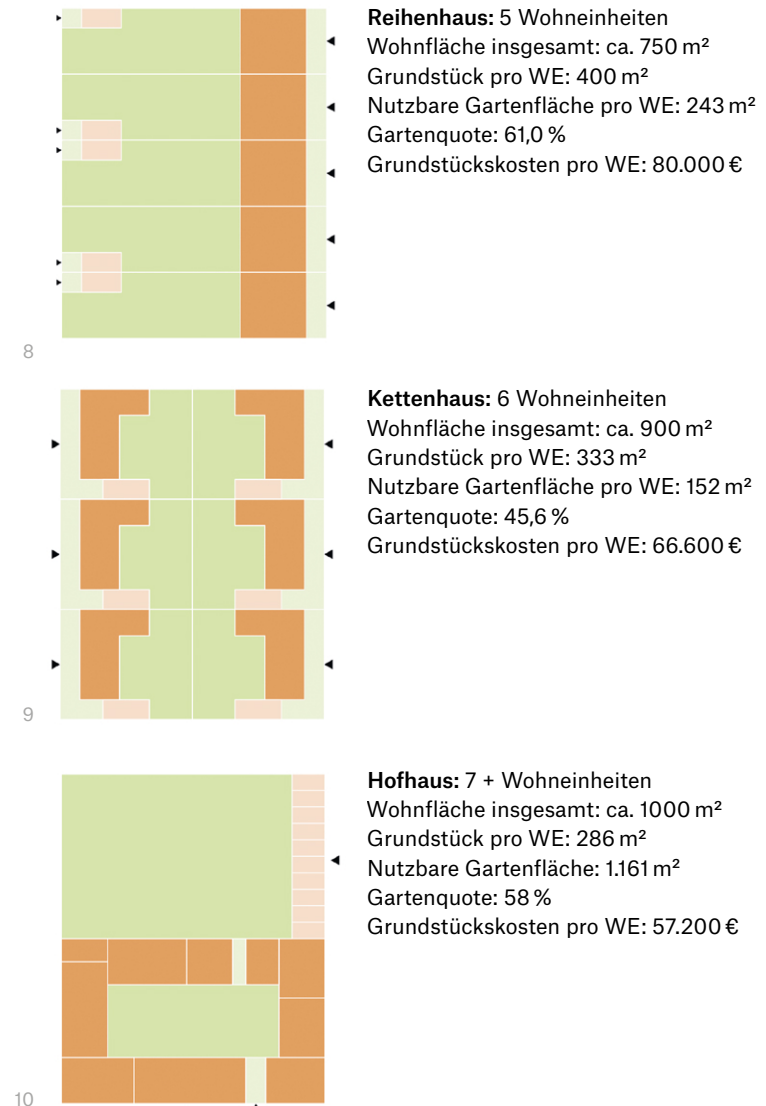
Flächenverbrauch unterschiedlicher Bebauungsarten:



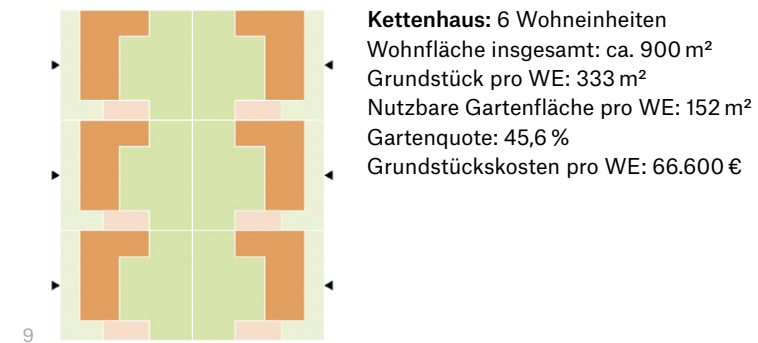
6



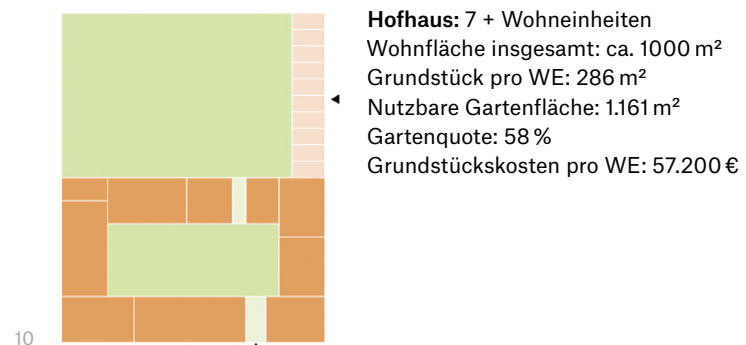
7



8



9



10

Gemeinschaftliche Wohnformen fördern

Einfamilienhäuser sind vergleichsweise flächenintensiv. Bei einem eng geplanten Neubaugebiet wohnen 40 Menschen auf einem Hektar. Nach Auszug der Kinder ist die Bevölkerungsdichte im Gebiet sogar noch geringer. Um die Fläche pro Kopf zu reduzieren, könnten Gärten zusammengelegt und Hofsituationen bevorzugt werden. Auf der gleichen Fläche fänden so mehr Häuser und Personen Platz und es gäbe mehr Freifläche. Baugemeinschaften und Wohnprojekte können hier ein weiteres Puzzleteil auf dem Weg zur Verringerung des Flächenverbrauchs sein, denn bei Wohnprojek-

ten wird (teilweise) dichter gebaut und nicht nutzbare Freiflächen werden vermieden. Auch ist die individuelle Wohnfläche meist etwas kleiner, da einige Räumlichkeiten mit der Gemeinschaft geteilt werden. Nicht zuletzt kann durch Wohnprojekte und Baugemeinschaften in teureren Regionen bezahlbarer Wohnraum geschaffen werden.³¹

Bodenschutz

Der Boden ist eine endliche Ressource. Täglich werden in Deutschland nach Angaben des Statistischen Bundesamtes rund 52 Hektar (entspricht etwa 76 Fußballfeldern) als Siedlungsflächen und Verkehrsflächen neu ausgewiesen.³⁰ Bei dieser Flächeninanspruchnahme ist zu unterscheiden zwischen versiegelter und nicht versiegelter Fläche. Versiegelte Fläche macht den Boden undurchlässig für Niederschläge und zerstört die natürlichen Bodenfunktionen.

Flächenversiegelungen auf Siedlungsflächen sind möglichst gering zu halten, da Wasser nicht versickern kann. »Steinerne Vorgärten« haben eine hohe Wärmeabstrahlung zur Folge, was wiederum zu negativen Folgen in heißen Sommern führen kann. Auch sind versiegelte Flächen für praktisch alle Tierarten und die meisten Pflanzenarten verloren.

Freiräume flexibel gestalten

Bei der Freiraumgestaltung spielen Nutzungsszenarien der Flächen und Lebensräume eine bedeutende Rolle, da je nach Alter und Generation unterschiedliche Anforderungen an die öffentlichen Freiräume bestehen. Ein optimal gewachsenes Quartier ist von allen Generationen bewohnt. Über Jahrzehnte hinweg kann es aber auch zu Ungleichgewichten in der Altersstruktur kommen.

Wie können wir Quartiere gemeinsam mit den Menschen der Region planen?

Welche Nutzungen sollten vorhanden sein und welche Flächen können geteilt werden?

Freiflächen müssen schnell wandelbar sein und jegliche Generationen müssen sich in dem Konzept wiederfinden, damit kein »Leerstand« der Erholungsflächen entsteht.

Raumplanung vom Quartier aus denken

Öffentliche und halböffentliche Räume sind für die Zufriedenheit mit dem Wohnort meist ebenso wichtig wie der private Freibereich, denn alle (Quartiers-)Räume prägen den Menschen. Aspekte wie die Begegnungsmöglichkeit von Menschen verschiedener Herkunft und Einkommenschichten, aber auch die kindgerechte Planung öffentlicher Räume sind in ihrer Bedeutung nicht zu unterschätzen und bei der Gestaltung von Vierteln zu berücksichtigen. Verweilplätze, großzügige Durchgänge und Innenhöfe für die nachbarschaftliche Gemeinschaft prägen das Gesicht eines qualitativollen Quartiers. »Organisierte Schnittstellen« lassen (zufällige) Begegnungen stattfinden, bieten Orientierung, fördern den »sozialen Kitt« in der Nachbarschaft und vermitteln zugleich ein Gefühl der Sicherheit. Im Rahmen der Stadtplanung besteht die Chance, in Neubaugebieten eine nachbarschaftliche Vernetzung und hierdurch die Entwicklung von attraktiven Wohnorten zu fördern.⁸

PPS 7

Gemeinschaft stärken

In vielen Haushalten sind Dinge vorhanden, die die meiste Zeit ungenutzt bleiben: Rasenmäher, Faltpavillon, Zweitauto. Das Teilen statt Besitzen kann eine Chance sein, Überfluss zu reduzieren, Ressourcen und Geld zu sparen und mit der Nachbarschaft in Kontakt zu kommen. In der Bevölkerung gibt es eine Akzeptanz für das Teilen gewisser Gebrauchsgegenstände wie Werkzeug, Garten- oder Spielgeräte, um Anschaffungskosten zu sparen. Das zeigte unter anderem eine Befragung, die im Rheinischen Revier in Inden-Schophoven durchgeführt wurde.⁸

Tipp: Siehe auch das FactoX-Factsheet zum gemeinschaftlichen Wohnen.³¹

Wie kann die Gemeinschaft in einem neuen Quartier gestärkt werden?

Welche Gegenstände, Räume, Flächen können geteilt werden?

Das Konzept des Teilens ist nicht neu: öffentliche Bibliotheken und Parks, Busse und Bahnen, Wohngemeinschaften, Flohmärkte sowie nachbarschaftliches Leihen – all dies sind Beispiele für öffentliche Daseinsvorsorge bzw. Solidarität und Suffizienz statt Gewinnmaximierung. Quartiersplanende können gemeinschaftlich genutzte Räume schaffen und damit das soziale Miteinander vor Ort fördern. Darüber hinaus könnten öffentliche Aufklärungsarbeit und Sensibilisierung der Anwohnenden dafür sorgen, dass mehr Menschen die finanziellen, sozialen und ökologischen Vorteile gemeinschaftlicher Anschaffungen erkennen und sie verstärkt forcieren.

Die Stolperfalle der Ressourceneffizienz, den Rebound-Effekt, vermeiden

Insbesondere bei kommerziellen Sharing-Angeboten sind häufig sogenannte Rebound-Effekte zu verzeichnen. Damit ist gemeint, dass Ersparnisse, die sich aus dem Teilen statt Besitzen ergeben und zunächst eine Reduktion der Umweltbelastung erwirkt haben, genutzt werden, um an anderer Stelle ein erhöhtes Konsumverhalten an den Tag zu legen bzw. Investitionen zu tätigen. Kurze bis mittlere Wege, die beispielsweise ursprünglich mit dem Rad zurückgelegt wurden, werden nun mit dem gemeinschaftlich genutzten

Tipp: Weitere Anregungen zum Umgang mit Flächen, Räumen und Mobilität finden sich auch bei PPS 3, 5 und 6

Pkw gefahren. Die ursprünglich erzielten Einsparungen von Ressourcen werden auf diese Weise häufig schnell wieder negiert. Wie sich der Suffizienzgedanke gesamtgesellschaftlich durchsetzen kann, ist daher auch eine Frage an politische und planerische Entscheidungstragende.

PPS 8

Innovatives Energiekonzept entwickeln³²

- Wie sieht ein zukunftsfähiges Energiesystem für ein Quartier aus?

Vorgehensweise bei der Betrachtung von Ressourcen- und Klimaschutz bei der Wärmeversorgung von Siedlungen

Die Versorgung mit Wärme oder gegebenenfalls auch Kälte wird generell mit den gleichen Indikatoren im Hinblick auf ihren Ressourcenverbrauch bewertet wie Gebäude oder Infrastruktur. Für die Bewertung der Wärme- oder Kälteversorgung werden daher die »grauen« Anteile der Inanspruchnahme von Ressourcen ebenso berücksichtigt. Bezogen auf den Energie- und Ressourcenverbrauch ist die zentrale Versorgung mit Wärme gegenüber einer dezentralen Wärmeversorgung mit einer Heizungsanlage pro Haus immer vorzuziehen.

Bei einer Versorgung mit zentral erzeugter Nahwärme sind beispielsweise folgende Bereiche zu berücksichtigen:

- Erzeugung der Nahwärme, d. h. Maschinen, Kessel etc.
- Verteilnetz von der Nahwärmezentrale zu den Verbrauchenden
- Gebäude, z. B. Nahwärmezentrale, Warmwassererzeugung etc.
- Wärmeübergabestationen in den Gebäuden
- Verbrauch an Energieträgern oder Strom für die Erzeugung der Nahwärme und die notwendige Hilfsenergie

Bei einer dezentralen Versorgung, beispielsweise durch eine Sole-Wasser-Wärmepumpe, sind zu berücksichtigen:

- Erstellen der notwendigen Erdwärmebohrung sowie der Soleleitungen (Bohren und Material)
- Herstellung der Wärmepumpe
- Strombezug für den Betrieb der Wärmepumpe sowie für die Solepumpe

Da künftige Entscheidungen der Eigentumsparteien im Hinblick auf die Heiz- und Kühltechnik nach dem Ende der Nutzungsdauer der Erstausrüstung kaum absehbar sind, sollte bei der

Berechnung der Ressourceninanspruchnahme davon ausgegangen werden, dass die anfangs gewählte Technologie erhalten bleibt.

Relativ sicher ist die Veränderung des Strommix. Gegenwärtig tragen regenerative Quellen mit rund 40 % zum Strommix bei. Nach Plänen der Bundesregierung soll dieser Anteil bis 2045 sukzessive auf 100 % ansteigen. Es ist daher erforderlich, diese Veränderung im Strommix – weg von fossilen, hin zu erneuerbaren Energien – bei der Berechnung der Ressourceneffizienz in geeigneter Weise zu berücksichtigen. Sinnvoll kann beispielsweise die Betrachtung realistischer Energiewendeszenarien sein.

Generelle Aspekte

Fossile Energie

In einer ressourcen- und klimaschonenden Siedlung ist das Heizen mit fossilen Brennstoffen ausgeschlossen. Unabhängig vom Brennstoff werden bei der Nutzung von Erdgas, Flüssiggas oder Heizöl die im Brennstoff vorhandenen Kohlenstoffe vollständig in Treibhausgase umgesetzt. Außerdem handelt es sich bei diesen fossilen Brennstoffen um nicht erneuerbare Primärenergie. Das Ziel von ressourcen- und klimaschonenden Siedlungen ist aber gerade auch die Reduktion der Treibhausgasemissionen und des nicht erneuerbaren Primärenergieverbrauchs.

Auch von gesetzlicher Seite sind der Nutzung fossiler Energie für die Beheizung von Gebäuden enge Grenzen gesetzt: Derzeit müssen nach dem Gebäudeenergiegesetz wenigstens 15 % des Wärme- oder Kältebedarfs aus erneuerbaren Quellen gedeckt werden.

Auch eine zentrale Fernwärmeversorgung auf Basis fossiler Brennstoffe ist mit den Zielen einer ressourcen- und klimaschonenden Siedlung nicht vereinbar, sofern es sich dabei nicht um die Nutzung der Abwärme aus der Kraft-Wärme-Kopplung handelt. Dabei kommt es entscheidend auf die Allokationsmethode an, mit der die Treibhausgasemissionen sowie der Primärenergieverbrauch auf den Wärme- und Stromanteil der Kraft-Wärme-Kopplung verteilt werden.

Nutzung biogener Brennstoffe

Biogene Brennstoffe wie Holzpellets, Holzhackschnitzel oder Biogas können bei der Wärmeversorgung von Siedlungen verwendet werden. Holzpellets eignen sich sowohl für eine zentrale Versorgung mit Wärme als auch für eine dezentrale

Tipp: Der Betrachtungshorizont von 50 Jahren ist insbesondere für die Beurteilung der Wärme- und Kälteversorgung herausfordernd. Übliche Fernwärmeversorgungsverträge sind in Vertragsbindung auf zehn Jahre beschränkt. Ein Wechsel der Wärmeversorgung innerhalb der Betrachtungszeit von 50 Jahren ist damit für die Wärmeverbrauchenden mehrfach möglich. Sie können beispielsweise von der Versorgung mit Fernwärme auf eine dezentrale Lösung umschwenken. Außerdem kann davon ausgegangen werden, dass die Anlagen zur Wärme- oder Kälteerzeugung innerhalb von 50 Jahren ein- oder mehrfach ausgetauscht werden. Die Lebensdauer einer Wärmepumpe oder einer Gastherme liegt meist bei maximal 20 Jahren.

Wärmeerzeugung. Holzhackschnitzel werden meist in zentralen Anlagen genutzt. Biogas kann in der Nähe der Biogasanlage in einem Blockheizkraftwerk verwendet oder in das Erdgasnetz eingespeist werden. In diesem Fall kann Biogas lediglich virtuell genutzt werden, indem eine der eingespeisten Menge an Biogas äquivalente Menge an Gas dem Netz entnommen und genutzt wird.

Bei der Nutzung von Pellets muss jedoch deren Herkunft beachtet werden. Es sollten nur Pellets eingesetzt werden, die Spanabfälle aus der Holzverarbeitenden Industrie verwenden. Werden Holzpellets aus Nordosteuropa oder Kanada importiert, sinkt der Vorteil im Hinblick auf die Treibhausgasemissionen und den nicht erneuerbaren Primärenergiebedarf wegen der Emissionen und Energieverbräuche, die mit dem Transport verbunden sind.

Fernwärme

Klassische Fernwärmenetze, die eine monovalente Beheizung ermöglichen, müssen wegen der Trinkwassererwärmung wenigstens 65–70 °C an der Übergabestation im Gebäude aufweisen. Wegen der Wärmeverluste im Leitungsnetz ist daher eine Einspeisetemperatur von 80–90 °C erforderlich. Wegen der immer geringer werdenden Wärmebedarfe neu errichteter Gebäude stehen die Wärmeverluste im Leitungsnetz und die abgenommene Nutzenergie nicht immer in einem wirtschaftlichen Verhältnis zueinander. Klassische Fernwärmenetze können daher schon aufgrund der unsicheren Wirtschaftlichkeit für besonders ressourcen- und klimaschonende Quartiere nicht in Betracht kommen.

»Kalte« Nahwärme

»Kalte« Nahwärme bedeutet, dass in das Nahwärmenetz Wasser mit Temperaturen von nur ca. 30 °C eingespeist wird. Durch die niedrige Temperatur im Netz ist der Temperaturunterschied zum umliegenden Boden gering. Damit sind auch die Wärmeverluste im Netz deutlich geringer als bei einer »heißen« Nahwärme, die meist mit Temperaturen von 80–90 °C betrieben wird.

Die Temperatur von 30 °C reicht in gut wärmegeprägten Neubauten für die Vorlauftemperatur von Flächenheizungssystemen aus. Für die Trinkwassererwärmung und ggf. für Kühlzwecke werden in den Gebäuden kleine Wasser-Wasser-Wärmepumpen betrieben, die das notwendige

Temperaturniveau für die Trinkwassererwärmung sowie eventuell höhere Vorlauftemperaturen für die Heizung und für eine eventuelle Kühlung erzeugen.

An der zentralen Seite des »kalten« Nahwärmenetzes erfolgt eine Erwärmung des Wassers auf ca. 30 °C. Dafür kommen verschiedene Technologien infrage.

Exkurs 1: Beispiele für Quartiere mit innovativen Energiekonzepten

Ressourcenschutzsiedlung Bedburg-Kaster

In Bedburg-Kaster versorgt ein »kaltes« Nahwärmekonzept eine Neubausiedlung mit über 100 Grundstücken. Als Besonderheit wird in Bedburg eine Windenergieanlage über eine Pufferbatterie mit der Wärmezentrale der Siedlung verbunden. Der extern zu beziehende Residualstrom wird damit auf ca. 5 % des Jahresstrombedarfs für die Beheizung reduziert. Der Strom aus dem Windrad betreibt Luft-Wasser-Wärmepumpen, mit denen die »kalte« Nahwärme mit ca. 30 °C erzeugt wird. Durch den schon jetzt nahezu treibhausgasneutral erzeugten Strom ist diese Art der Wärmeversorgung besonders ressourcen- und klimaschonend.

Siedlung Hochvogelstraße in Biberach/Riß

Die Siedlung wird ebenfalls durch eine »kalte« Nahwärme beheizt. Auf der zentralen Seite des Nahwärmenetzes sorgen 34 bis zu 200 m tiefe Erdsonden für eine ganzjährige Versorgung mit einer Vorlauftemperatur von rund 10 °C. In den an das Netz angeschlossenen 45 Niedrigenergiehäusern sind handelsübliche Sole-Wasser-Wärmepumpen installiert, die Vorlauftemperaturen von bis zu 35 °C für die Beheizung und 65 °C für die Trinkwassererwärmung bereitstellen. Der Vorteil einer derart »kalten« Nahwärme liegt darin, dass die in rund 1,5 m Tiefe verlegten Soleleitungen nicht isoliert werden müssen, da die zirkulierende Sole selbst nicht wärmer ist.

Ähnliche Konzepte gibt es auch in anderen Kommunen. In einigen Fällen wird die Regeneration des Erdreichs im Sommerhalbjahr durch die Einleitung von Wärme aus solarthermischen Anlagen unterstützt. Wird das Erdreich im Sommerhalbjahr aktiv durch Solarenergie erwärmt, kommt dies unter günstigen geologischen Bedingungen einer saisonalen Wärmespeicherung im Untergrund gleich. Eine solche aktive Regenerierung durch Solarthermie ist derzeit in einer Siedlung in Jüchen-Otzenrath im Gespräch.

Saisonale Wärmespeicherung mit Eisspeicher in Fischerbach

Eine saisonale Wärmespeicherung für »kalte« Nahwärme kann auch durch einen ausreichend großen Eisspeicher realisiert werden. Eisspeicher machen sich den Umstand zunutze, dass der Phasenwechsel von Eis zu flüssigem Wasser die gleiche Menge an Energie verbraucht wie die Erwärmung von 0 °C kaltem Wasser auf 80 °C. In Fischerbach hat der saisonale Eisspeicher zu Beginn der Heizperiode eine Temperatur von rund 45 °C, am Ende der Heizperiode ist er mehr oder weniger gefroren. Damit steht für die Speicherung die Energie aus der Abkühlung von 45 °C auf 0 °C sowie aus dem Phasenwechsel von flüssig nach fest (entsprechend 80 °C) zur Verfügung. Dies entspricht einer nutzbaren Temperaturdifferenz von 125 °C.

Saisonale Wärmespeicherung in Erdbeckenspeichern

In Dänemark sind bereits einige solare Großanlagen realisiert, deren Wärme vom Sommerhalbjahr in Erdbeckenspeichern für die Heizperiode gespeichert wird. Beispielsweise betreibt der örtliche Fernwärmeversorger in Marstal auf der Insel Ærø eine solare Großanlage mit 33.365 m² Kollektorfläche, die Wärme in zwei Erdbeckenspeicher mit 10.000 m³ und 75.000 m³ einspeist. An diese Wärmespeicher ist eine 1,5 MWth-Kompressionswärmepumpe zur Versorgung des Fernwärmenetzes in Marstal angeschlossen.

Exkurs 2: Energiespundwände³³

Die energetische Nutzung von Erdwärme in Neubauquartieren erfolgt häufig durch Erdsondenfelder, wobei durch mehrere Bohrungen von bis zu ca. 160 m Tiefe das angrenzende Erdreich thermisch aktiviert wird. Abhängig von dem Wärmebedarf und der Ergiebigkeit des Bodens wird die Anzahl der benötigten Bohrmeter bestimmt und es entsteht ein entsprechender Flächenverbrauch. Vor Erstellung sind Bohrgenehmigungen einzuholen, wobei vor allem im Einflussgebiet des Bergbaus mit unterschiedlichen Hemmnissen zu rechnen ist.

Energiespundwände sind handelsübliche Spundwandprofile mit aufgeschweißten Wärmetauscher-/Absorberrohren. Es handelt sich um thermisch aktivierte Stahlspundwände, die regenerative Energien aus dem oberflächennahen Erdreich sowie aus offenen Gewässern dezentral erschließen und bereitstellen, um Gebäude zu heizen und zu kühlen. Sie erfüllen neben der eigentlichen, primären Bauteilfunktion eine zweite: die Energiegewinnung. Energie-

spundwände sind i.d.R. weniger als 15 m tief und können ohne vorangegangene Bohrungen direkt ins Erdreich eingerüttelt werden. Der Einbau von Stahlspundwänden ist schnell zu realisieren und auch ein Rückbau ist problemlos möglich. Die Wärme aus dem Erdreich oder Gewässer wird analog zu Erdkollektoren aufgenommen und einer wärmepumpengestützten Heizungsanlage zugeführt.

Ein besonders hoher Wirkungsgrad wird erzielt, wenn die thermische Energie von Wasser genutzt werden kann. Das Energiepotenzial in Gewässern oder in von Grundwasser durchzogenen Erdschichten ist aufgrund des relativ konstanten Temperaturniveaus, stetiger Regeneration, der hohen Wärmekapazität und Leitfähigkeit des Wassers um den Faktor 6 größer als im trockenen Erdreich. Erste Messergebnisse der Hersteller zeigen, dass mit Entzugsleistungen von 150 W/m bis 1000 W/m Energiespundwand gerechnet werden kann.

Nachhaltigkeit, Umweltschutz und CO₂-Fußabdruck

Um den CO₂-Fußabdruck zu minimieren, sollten nur gebrauchte Energiespundwände zum Einsatz kommen. Von Vorteil ist hierbei, dass Spundwandprofile problemlos wieder gezogen werden können. Der Einsatz der Spundwände ist also nachhaltig möglich.

Eine potenzielle Gefährdung des Grundwassers kann ausgeschlossen werden, da aufgrund der Oberflächennähe eine Durchörterung von Grundwasserhorizonten ausgeschlossen werden kann. Da Bohrarbeiten nicht erforderlich sind, kommen auch keine wassergefährdenden Stoffe zum Einsatz (z. B. Bohrspülungen, Verpressmörtel). Selbst im unwahrscheinlichen Fall der Leckage eines Kollektors (Dichtheit wird kontinuierlich durch Drucksensoren überwacht), besteht bei der Verwendung von Energiespundwänden immer die Möglichkeit eines schnellen und unkomplizierten Austauschs.

Innovation und offene Fragen

Insgesamt ist das Thema Energiespundwand noch sehr neu. Es gibt erst einige Pilotprojekte, die sich in den diversen Planungsphasen befinden. Dabei profitieren alle Projekte von den energetischen Vorteilen von Gewässern oder oberflächennahem Grundwasser sowie Synergieeffekten mit baulichen Maßnahmen wie etwa Baugrubensicherung. Somit betreffen offene Fragestellungen die optimale Auslegung und Dimensionierung der Spundwand, um dem Energiebedarf des Quartiers gerecht zu werden.

**Die prototypische Anwendung
der Planungsprinzipien im
Zukunftsquartier »Bartholomäus
Pfadchen« zeigt die Realisierbar-
keit auf allen Ebenen!**

Prototypische Anwendung des Leitfadens – Das Zukunftsquartier in Schophoven

ReBAU entwickelt in Kooperation mit der Gemeinde Inden eine Siedlung im Rheinischen Revier. In Schophoven, einem Ortsteil von Inden, an der voraussichtlichen Uferkante des zukünftigen Tagebausees wird das Quartier »Bartholomäus Pfädchen« entstehen.

Alle entwickelten Planungsprinzipien werden prototypisch im Zukunftsquartier »Bartholomäus Pfädchen« angewandt und auf die Realisierbarkeit geprüft. Die Planungsphasen unterteilen sich in »kurzfristig realisierbar« und »langfristig realisierbar«. Zu beachten ist, dass die Umsetzung aller Planungsprinzipien nicht garantiert werden kann und diese durch die Gemeinde Inden und im Rahmen des Bauleitplanverfahrens geprüft werden müssen.

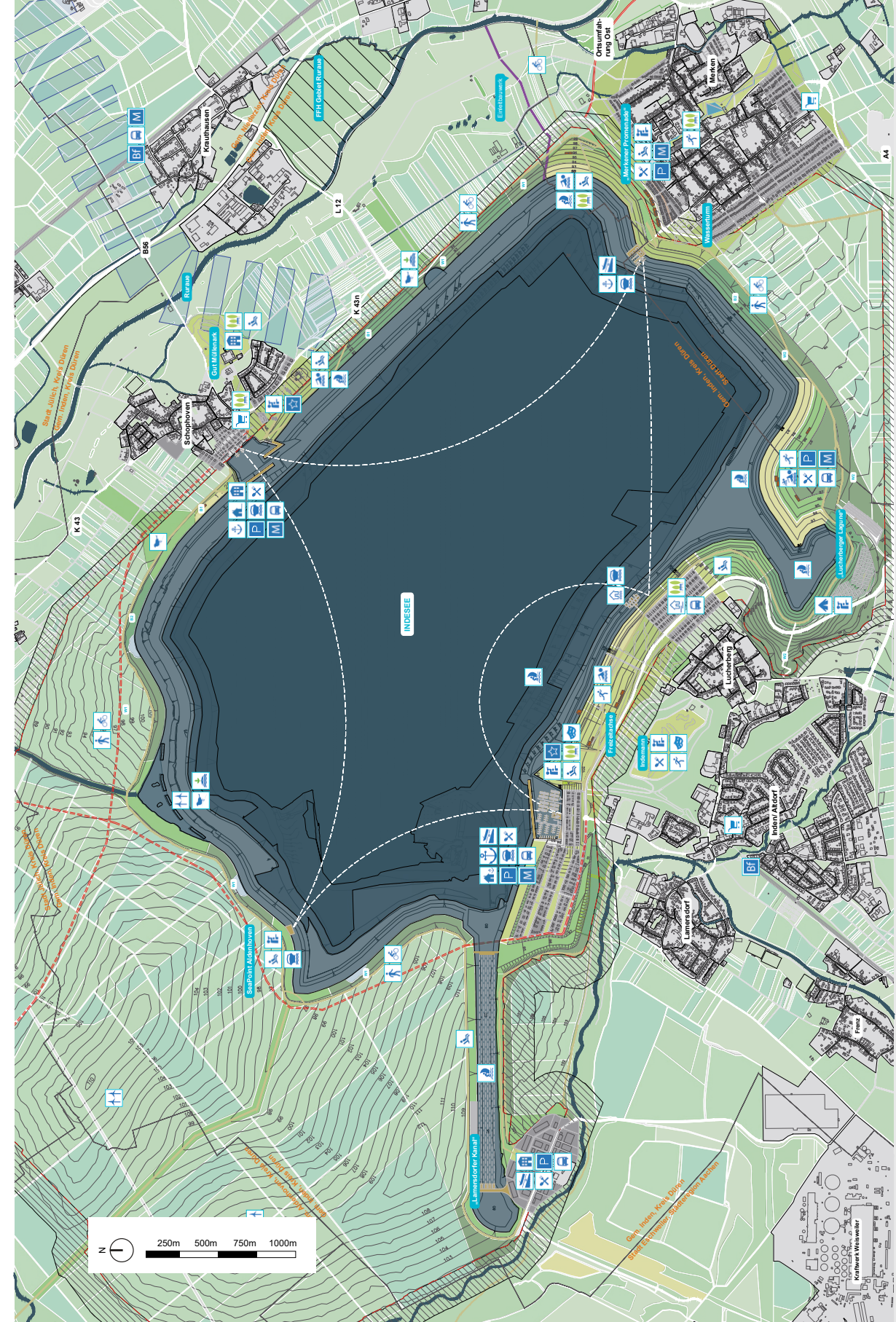


Die prototypische Anwendung der Planungsprinzipien im Zukunftsquartier »Bartholomäus Pfädchen« soll als Blaupause für weitere Gemeinden im Rheinischen Revier fungieren und auf andere Standorte übertragen werden.

Der Strukturwandel im Rheinischen Revier

Der Strukturwandel im Rheinischen Revier stellt Planende vor große Herausforderungen. Flächen und Strukturen, die über Jahrzehnte Funktionen hatten und mit denen sich die Bevölkerung und die Anwohnenden identifizieren können, fallen weg oder werden umgenutzt. Die Braunkohletagebaue werden in den nächsten Jahren stillgelegt. Im Rahmen des Strukturwandels sind einige Orte besonders geprägt und betroffen, wie zum Beispiel die Orte, die direkt an den Tagebaukanten liegen. Die Planungen im Rahmen der Verfüllung zum Tagebausee »Indeseek« zeigen, dass Schophoven im Strukturwandel eines der ersten Dörfer ist, in denen Entwicklungsoptionen für die zukünftige Lage an einer Seekante vorbereitet werden. Diese räumliche Verortung erfordert in der Entwicklung hochanspruchsvolle Ideen. Schophoven hat herausragendes Zukunftspotenzial und gilt als »Ort der Zukunft« im Rheinischen Revier.

Die Gemeinde Inden ist geprägt durch das Tagebaugeschehen. Der Tagebau Inden in einer Größenordnung von 1.200 ha prägt das Landschaftsbild. Dem anstehenden Strukturwandel, ausgehend vom Ende der Braunkohleförderung im Jahr 2029 und dem damit einhergehenden Wegfall eines bedeutenden Wirtschaftsfaktors der Region, stellt sich die Gemeinde Inden im interkommunalen Zusammenschluss mit der Entwicklungsgesellschaft indeland GmbH. Mit Stilllegung des Tagebaus Inden 2029 soll als Folgenutzung ein circa 1.200 ha großer See entstehen. Als Befülldauer wird ein Zeitraum von



rund 30 Jahren veranschlagt. Bereits fünf Jahre nach Beginn der Flutung und noch während der Befüllphase ist ein Freizeit- und Erholungskonzept als Zwischennutzung geplant. Dies geschieht im Einklang mit den vorgesehenen Endnutzungen im Bereich des Indesees. Dieses Freizeit- und Erholungskonzept, das sukzessive in eine touristische Destination überführt werden soll, ist ein wichtiger Baustein im anstehenden Strukturwandel. Hierbei ist zu beachten, dass einige Orte am entstehenden Indesee Vorreiterrollen in der Entwicklung und Planung der neu entstehenden Flächen und des Tourismus einnehmen werden.

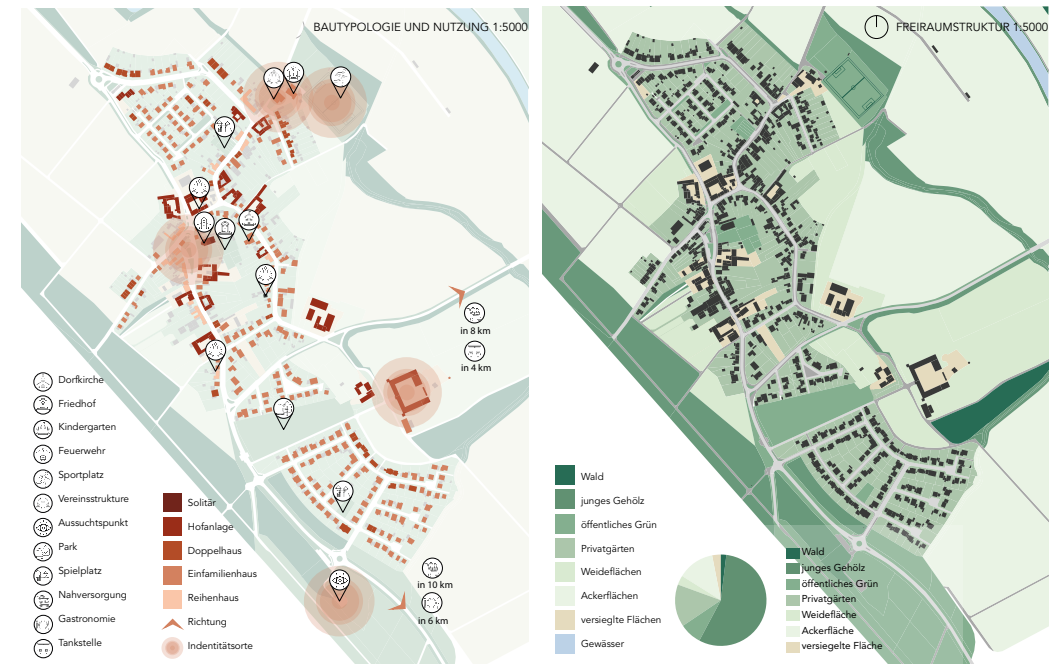
Die bisher vorrangig planerische Auseinandersetzung mit dem anstehenden Änderungsprozess hat die Potenziale der Ortschaften am zukünftigen Indesee untersucht, abhängig von den zeitlichen Parametern der unterschiedlichen Füllstände des Indesees. Auf der Grundlage dieser Potenzialanalyse sind im »Rahmenplan Indesee – Zwischennutzung und Endzustand« unterschiedliche Profile für die Ortschaften definiert worden.

Mit dem Ende des Tagebaus Inden startet ab 2029 ein einzigartiger Prozess in der Umgestaltung einer Landschaft in Westdeutschland, der sich im Gesamtkontext des Rheinischen Reviers in der späteren Befüllung der Tagebaue Garzweiler und Hambach fortsetzt.

Die Erfahrungen vergleichbarer Prozesse in der Lausitz und im mitteldeutschen Braunkohlenrevier zeigen, dass diese Entwicklung das Interesse von Fachleuten, Universitäten etc. im internationalen Erfahrungsaustausch weckt. Hier wird die Forschungslandschaft im Tagebauumfeld Inden (»indeland«) mit dem Forschungszentrum Jülich und dem Standort der FH Aachen eine Rolle vor Ort übernehmen.

Schophoven

Das Dorf Schophoven wird als erster Ort in der Gemeinde Inden den Strukturwandel und die sukzessive Entwicklung an den entstehenden Indesee durchleben.³⁴



13

Die Dorfstruktur Schophovens wird sich nach Beendigung des Braunkohleabbaus zum entstehenden Indesee hin entwickeln. Hierbei ist hervorzuheben, dass der Tagebau in Inden der erste der drei verbliebenen Tagebaue im Rheinischen Revier ist, der stillgelegt und geflutet wird. Die Schließungen der weiteren Tagebaue werden kurz darauf folgen, wie es die politischen Kohleausstiegsbeschlüsse von Bund und Land vorsehen.

Schophoven und das Zukunftsquartier können als Vorbild für andere Gemeinden, Kommunen und Dörfer im Rahmen des Strukturwandels dienen und zeigen, wie Planungen und Flächenumnutzungen im Hinblick auf den entstehenden See funktionieren können. Hier entsteht eine Blaupause für ressourceneffiziente und kreislauffähige Quartiersplanung.

Allgemeine Informationen über den Ort Schophoven

Schophoven ist im Kern landwirtschaftlich geprägt. Die Bebauung setzt sich aus Alt- und Neubausiedlungen zusammen. Hier am nordöstlichen Rand der

Tagebaukante leben circa 1.000 Menschen. Die Bevölkerungsentwicklung lag in den letzten drei Jahren bei weit über 20 % Zuwachs. Aufgrund der attraktiven Lage am zukünftigen Indesee ist davon auszugehen, dass das Bevölkerungswachstum in den kommenden Jahren weiterhin hoch ausfallen wird.

Die geografische Lage des Dorfs Schophoven ist in vielerlei Hinsicht hervorzuheben. Die verschiedenen Städte im Umkreis sind gut zu erreichen: 13 km nach Düren und 8 km nach Jülich. Die Autobahnen A 44 und A 4 in Richtung Aachen, Köln und Düsseldorf liegen ebenfalls im Umkreis von 7 km. Das Forschungszentrum Jülich liegt nur 15 Fahrradminuten (4 km) entfernt. Ebenso hat Schophoven eine gute Anbindung an die Rurtalbahn. Die nächstgelegenen Haltestellen in Krauthausen/Selgersdorf sind nur 2 km entfernt, die Linienbusse nach Jülich und Düren fahren in regelmäßigen Zeitabständen. Nach der Befüllung des Indesees soll eine Fähre in Schophoven anlegen und Pendler über den See nach Inden/Altdorf bringen.

Doch Schophoven bietet nicht nur gute Anbindungen an den Nahverkehr und das Autobahnnetz, auch der Naherholungswert rund um den Ort sticht heraus. Die Rur mit der grünen Ruraue fließt direkt an Schophoven entlang. Die ausgebauten Wander- und Fahrradwege laden zu Tagestouren ein. Ebenso führt ein weiterer Wander- und Radweg direkt an der Tagebaukante Inden entlang, wo verschiedene Aussichtspunkte derzeit den Ausblick auf das Abbaugeschehen eröffnen. Diese Lage wird in naher Zukunft nochmals verbessert, wenn der Tagebau stillgelegt wird und die Verfüllung zum Indesee beginnt. Dieser Prozess soll 2030 beginnen und in Gänze ca. 2060 abgeschlossen sein, wenn der Ort Schophoven direkt am See liegen wird.

Die Marina Schophoven wird einen Anlegeplatz für die Fähre, aber auch Liegeplätze für Segelschiffe und kleine Boote haben. Die Promenade der Marina soll mit unterschiedlichen touristischen, aber auch anderen



14

Angeboten für die Menschen vor Ort ausgebaut werden. Hier soll durch zukunftsweisende Bauwerke der Ressourcenschonung und Kreislauffähigkeit die Vision von Inden und Schophoven optimal präsentiert werden – als nachhaltige Gemeinde und als Teil einer Internationalen Bau- und Technologieausstellung (IBTA) 2030. Diese Planungen sind nicht abgeschlossen und werden gemeinsam mit der Zukunftsagentur Rheinisches Revier verwirklicht.

Die Entwicklung zur zukünftigen Marina Schophovens wird mit dem geplanten ressourcenschonenden und kreislauffähigen Quartier »Bartholomäus Pfädchen« bereits heute initiiert. Die Planungsprinzipien werden hier prototypisch umgesetzt, wobei die Quartiersplanung ganzheitlich betrachtet wird in Hinblick auf die Ressourcenschonung und Kreislauffähigkeit von Städtebau, Tiefbau, Energiekonzept und Gebäuden.

Das unter Denkmalschutz stehende Gut Müllenark aus der Renaissance wird im Kontext mit diesen Entwicklungen einer neuen Nutzung zugeführt und soll einen touristischen Anziehungspunkt in der Umgebung von Inden darstellen. Das Gut soll durch eine direkte Grünverbindung

an den See und somit an das neue Quartier »Bartholomäus Pfädchen« angeschlossen werden.

Die in der Dorfmitte stehende Kirche St. Barbara wird derzeit nicht mehr häufig ihrem eigentlichen Zweck entsprechend verwendet. Im Dorf besteht der Wunsch nach einer Umwidmung und Umnutzung der Kirche. Die Bürger*innen denken zukunftsweisend und möchten einen Leerstand von Gebäuden vermeiden. Die Umnutzung soll nachhaltig und ressourcenschonend gestaltet werden und dem Dorfmittelpunkt eine neue Identität verleihen. Die neue Nutzung der Kirche soll in diversen Workshops in Kooperation mit den Menschen in Schophoven und den Kirchendelegierten entwickelt werden.

Die Lage Schophovens mit der Nähe zum Forschungszentrum Jülich bietet die Chance, ein Forschungszentrum rund um das Thema Zwischenlandschaften mit dem aufsteigenden Wasser des Indesees zu entwickeln.

Diese Prozesse sind in enger Zusammenarbeit mit den Bewohnenden des Dorfs Schophoven ausdifferenziert und ausgearbeitet worden. Ein Dorffinnenentwicklungskonzept (DIEK) hat die Wünsche der Dorfgemeinschaft beleuchtet. Hierbei konnten sich alle Einwohnenden des Dorfs Schophoven beteiligen und die Zukunft ihres Ortes mitgestalten. Regelmäßige Ortsversammlungen mit engagierten Bürger*innen aus Schophoven, dem Ortsbürgermeister und Vertreter*innen der Gemeinde Inden zeigen auf, welche neuen Ideen und Vorstellungen die Bewohnenden des Dorfs haben. Der enge Austausch ist der

Beteiligung der Bevölkerung bei einer Teilnahme von 158 Bürger*innen. »In welcher Altersgruppe befinden sich?«



Gemeinde Inden ein großes Anliegen, denn nur gemeinsam mit den Einheimischen kann und will man die Zukunft und die Projekte des Orts gestalten. So kann Schophoven als »Ort der Zukunft« gestaltet werden. Hierzu wurde im Rahmen des ReBAU-Projekts ebenfalls eine Beteiligung der Bevölkerung durchgeführt zum Thema »Wie wollen wir in Zukunft leben?«. Rund 158 Fragebögen wurde eingewendet und dahingehend ausgewertet, wie und welche Zukunftsgestaltungen im Sinne der Bürger*innen entwickelt werden können. Diese Auswertung fließt in Gänze in die Anwendung der Planungsprinzipien im Zukunftsquartier »Bartholomäus Pfädchen« ein.

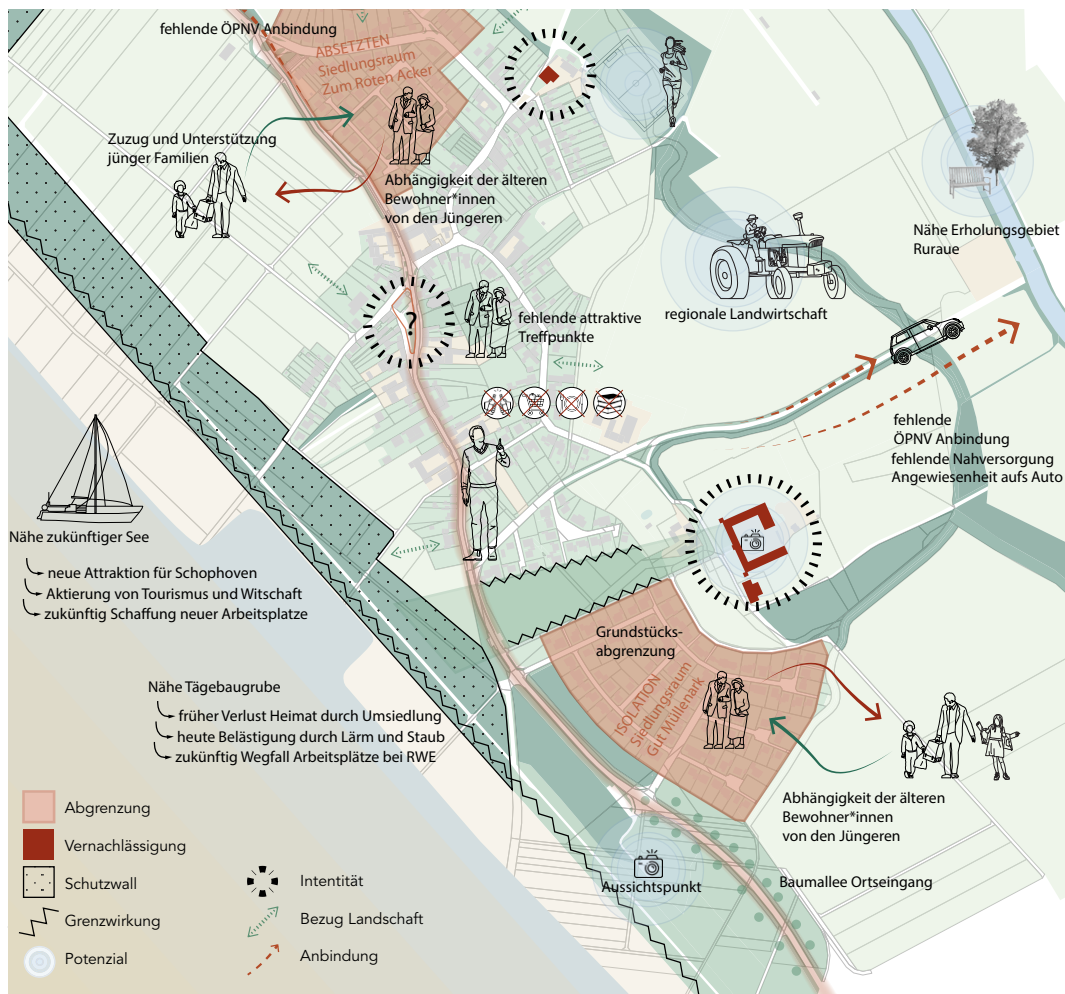
Die genannten Projekte setzen sich mit der Zukunft der Region sowie mit dem Strukturwandel auseinander. Teil des anlaufenden Entwicklungsprozesses sind die Planungen zu den Wirtschaftsförderungen wie die Sanierung des Guts Müllenark, die Umnutzung der Kirche oder die Ausgestaltung einer Marina an der Toplage des entstehenden Indesees.

Planungsrechtliche Situation

Die Gemeinde Inden hat bereits im November 2017 beschlossen, die Strukturentwicklungen ressourcenschonend zu verfolgen. Siedlungsentwicklungen und Neubauten werden in Inden demnach nur noch nach den »Faktor X«-Prinzipien entstehen. In enger Kooperation mit und begleitet durch Bauberatungen der Faktor X Agentur der Entwicklungsgesellschaft indeland versucht die Gemeinde Inden, dem Klimaschutzziel ein Stück näher zu kommen, und nimmt eine Vorreiterrolle gegenüber den umliegenden Kommunen und Gemeinden ein. Damit werden auch in Schophoven alle baulichen Entwicklungen klimaschonend und ressourceneffizient ausgeführt. Diese Vorgehensweise stößt besonders bei der jüngeren Generation auf großes Interesse und Offenheit. Den jungen Menschen ist bewusst, dass dem Klimawandel gemeinsam und mit vielfältigen Projekten entgegenzuwirken ist.

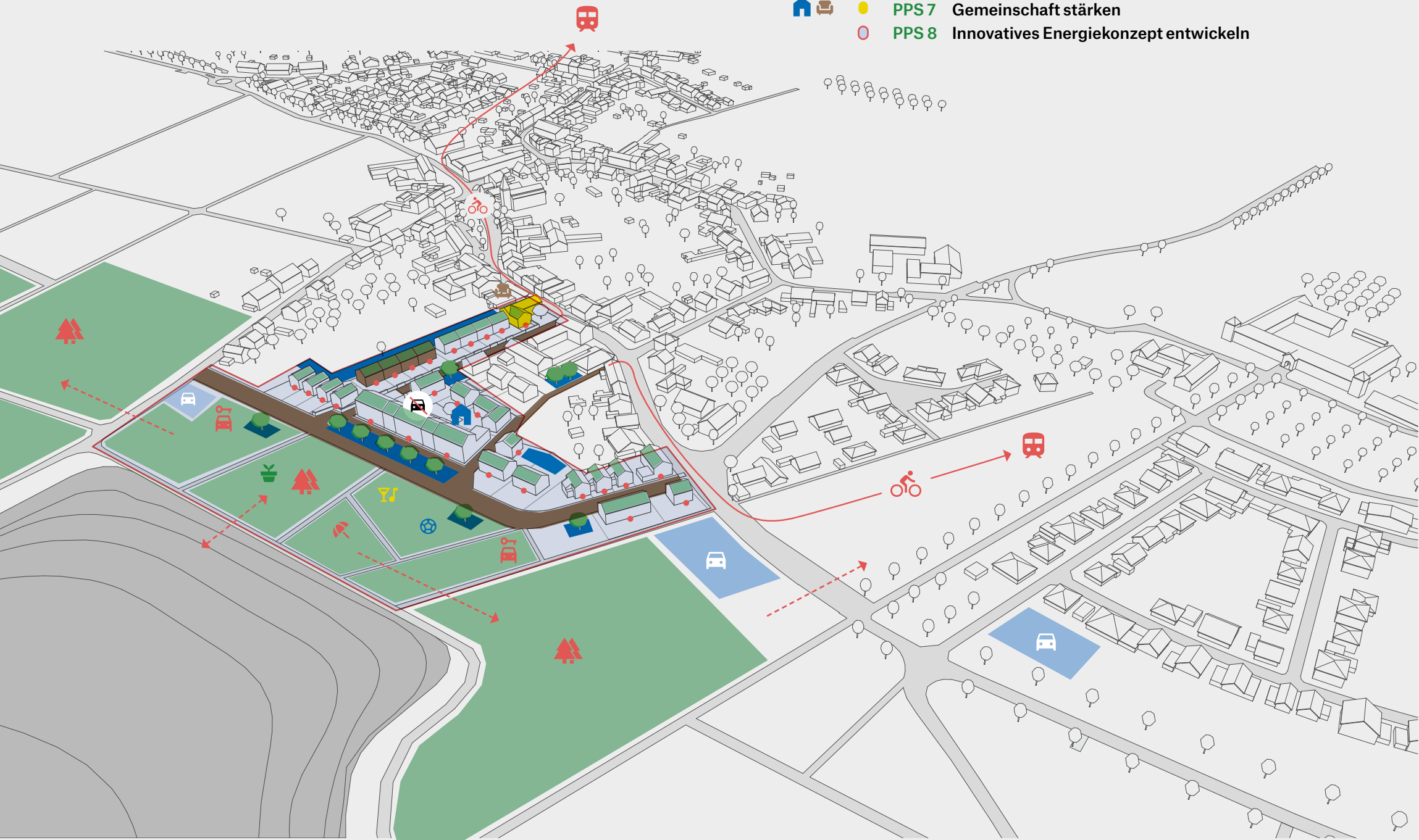
Darüber hinaus ist Inden die erste Kommune im Rheinischen Revier, die den Leitfaden mit den Planungsprinzipien prototypisch anwenden wird. Als Wegbereiterin möchte die Gemeinde zeigen, wie eine ressourceneffiziente und kreislauffähige Quartiersplanung auf allen Ebenen funktionieren kann und wird.

Bewertung des Areals des Zukunftsquartiers »Bartholomäus Pfädchen« SWOT

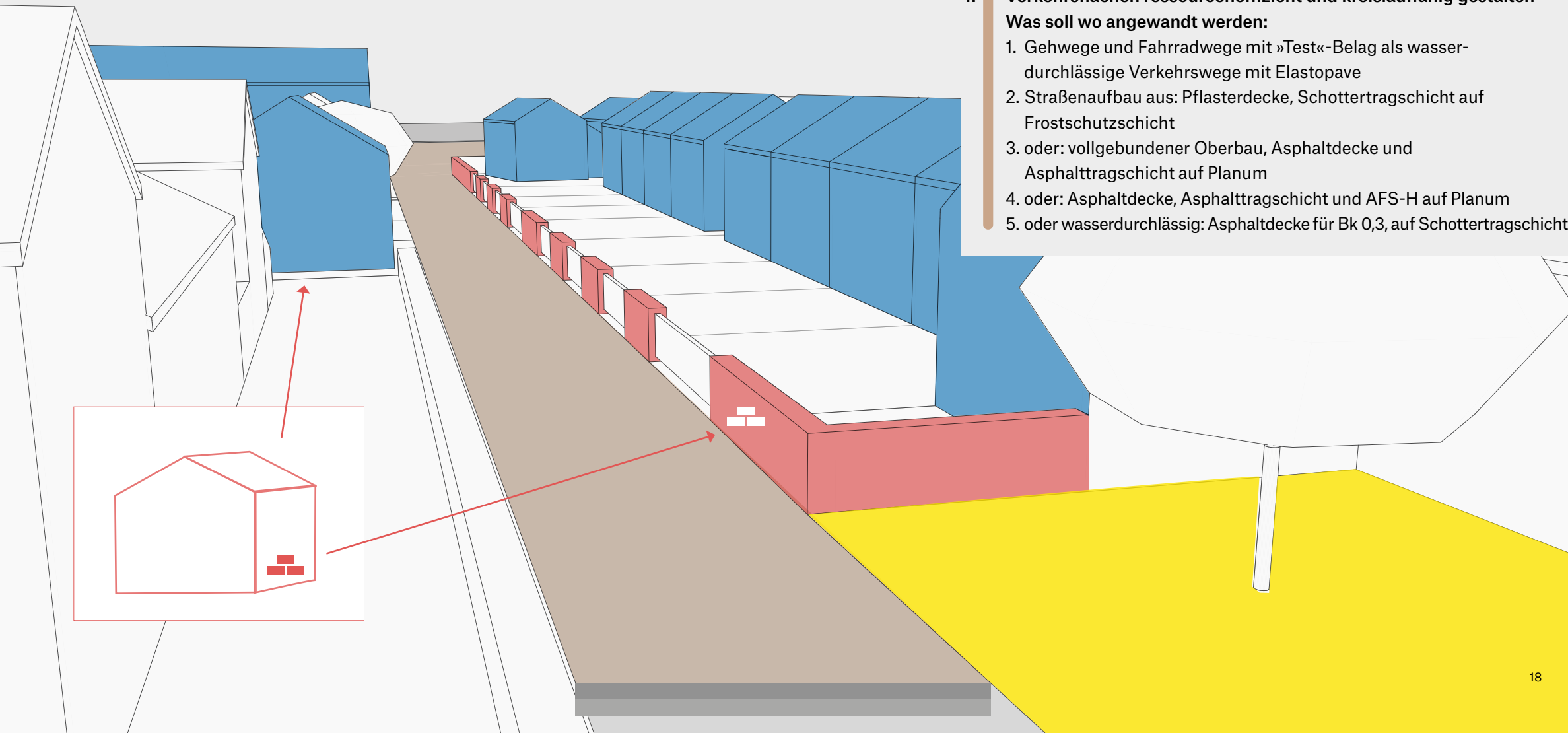


Anwendung der Planungsprinzipien

- PPS 1** Kreislauffähigkeit und Ressourceneffizienz auf allen Ebenen beachten
- PPS 2** Klimaresilientes Wassermanagement berücksichtigen
- PPS 3** Zukunftsfähiges Mobilitätskonzept entwickeln
- PPS 4** Biodiverse Räume bewahren
- PPS 5** Flächen intelligent beplanen
- PPS 6** Freiräume flexibel gestalten
- PPS 7** Gemeinschaft stärken
- PPS 8** Innovatives Energiekonzept entwickeln



Kreislauffähigkeit und Ressourceneffizienz auf allen Ebenen beachten



1. **Selektiver Rückbau der alten Hofanlage auf dem Planungsareal**
 - Wiederverwendung und -verwertung der zurückgebauten Materialien in dem Quartier wie z. B. Mauersteinen in der (Kunst-)Mauer der Sichtachse und des Fußweges aus dem Dorfmittelpunkt hin zum entstehenden Indesee Materialien, die nicht benötigt werden, werden nicht entsorgt, sondern über die Plattform Concular weitervermittelt, um eine Wiederverwendung oder -verwertung zu gewährleisten
 - Prüfung: Rückbauvorhaben in der näheren Umgebung für Materialien
2. **Kartierung der verbauten Materialien**
 - Rückbaukonzept bzw. Materialpass für gebaute Gebäude erstellen
 - Materialpass für den Straßenaufbau wird erstellt
 - Quartier als Materiallager
3. **Inventar aus dem Materiallager der Gemeinde Inden oder bei lokalen Produzenten aus nachwachsenden Rohstoffen erstellen lassen**
4. **Verkehrsflächen ressourceneffizient und kreislauffähig gestalten**
Was soll wo angewandt werden:
 1. Gehwege und Fahrradwege mit »Test«-Belag als wasserdurchlässige Verkehrswege mit Elastopave
 2. Straßenaufbau aus: Pflasterdecke, Schottertragschicht auf Frostschutzschicht
 3. oder: vollgebundener Oberbau, Asphaltdecke und Asphalttragschicht auf Planum
 4. oder: Asphaltdecke, Asphalttragschicht und AFS-H auf Planum
 5. oder wasserdurchlässig: Asphaltdecke für Bk 0,3, auf Schottertragschicht

Exkurs: Studie Rückbaukonzept als Beispiel für einen selektiven Rückbau³⁵

Rückbaukonzept Hofanlage in Schophoven:

Für einen optimal ablaufenden werterhaltenden Rückbau hat ReBAU die Firma Concular mit der Studie »Walterhaltendes Rückbau- und Vermittlungskonzept der Rückbaumaterialien der alten Hofanlage in Inden-Schophoven nach Kreislaufwirtschaft-Prinzipien« beauftragt.

Dazu wurden die im Gebäude enthaltenen Bauteile und Materialien mittels eines Reuse Assessments vor Ort in einem Materialpass bzw. Gebäudepass erfasst und nach Weiterverwendungspotenzial (auf höchstmöglicher Wertebene) bewertet. Hierfür wurden von Concular eine Massenermittlung, ein Rückbaukonzept für den selektivwelterhaltenden Rückbau und ein Vermittlungskonzept erarbeitet, um eine anschließende Materialvermittlung, z. B. an angeplante Bauvorhaben im Umkreis, durchzuführen.³⁵

Vorgehen:

Die Massen der verbauten Materialien werden ermittelt und in einem Materialpass erfasst für den selektiven Rückbau. Die Hofanlage wurde vermessen, die Materialien erfasst und die Massen ermittelt (Gebäudepass).

Durch den Gebäudepass kann schnell ein passendes Rückbaukonzept erstellt werden. Ein Gebäude kann in neun unterschiedliche Produktgruppen gegliedert werden: Steine, Beton, Holz, Dämmstoffe, Wellplatten, Fliesen/Sanitäreinrichtungen, Glas, Stahl, Einzelprodukte.

Alle Produktgruppen werden grundsätzlich in drei Ebenen der Wiederverwendung unterschieden:

1. Wiederverwendung als gleich- oder höherwertiges Produkt – Reuse/Upcycle
2. Wiederverwertung des Materials für anderweitige Produkte – Recycle/Recover
3. Getrennte Entsorgung / Deponierung (v.a. bei Schadstoffbelastung) – Dispose

Übersicht Produktgruppen

Produktgruppe 1	Menge	Max. Lebensdauer * [Jahre]	Zustand	Rückbaubarkeit	Rückbauverfahren	Verwendungszweck	Geschätzter Anteil der Wiederverwendung	Gesamtanteil der Wiederverwendung und -verwertung
Mauerziegel (MZ)	über 300 m ³	150	sehr gut bis beansprucht	mittel bis anspruchsvoll (abh. von Mörtel)	abtragen bzw. schreddern	Im Ganzen bzw. als Gesteinskörnung	50%	100%
Kalksandsteine (KS)	12,5 m ³	80	sehr gut	mittel bis anspruchsvoll (zerstörungsfrei)	abtragen bzw. schreddern	Im Ganzen bzw. als Recycling-Steine	90%	100%
Bimssteine (BS)	98 m ³	100	gebraucht	mittel	schneiden bzw. schreddern	Als Stein, steinschnitt oder Wandmodul	nach Bedarf	100%
Tondachziegel (TDZ)	330 m ²	80	gebraucht	einfach	abtragen	Im Ganzen bzw. als Gesteinskörnung	20%	100%
Pflastersteine (PS)	695 m ²	100	Sehr gut	einfach	abtragen	Als Pflastersteine	100%	100%
Produktgruppe 2	Menge	Max. Lebensdauer * [Jahre]	Zustand	Rückbaubarkeit	Rückbauverfahren	Verwendungszweck	Geschätzter Anteil der Wiederverwendung	Gesamtanteil der Wiederverwendung und -verwertung
Beton (B)	210 m ³	80-100	Sehr gut bis gut	anspruchsvoll	schneiden bzw. schreddern	modulare Wiederverwendung bzw. als RC-Gesteinskörnung	nach Bedarf	100%
Produktgruppe 3	Menge	Max. Lebensdauer * [Jahre]	Zustand	Rückbaubarkeit	Rückbauverfahren	Verwendungszweck	Geschätzter Anteil der Wiederverwendung	Gesamtanteil der Wiederverwendung und -verwertung
Dachbalken (DB)	~ 44 m ³	40-100	gebraucht bis gealtert	anspruchsvoll	selektiver Rückbau	Wiederverwendung	90%	100%
Dachlatten (DL)	~ 1,5 m ³	20-70	gebraucht	anspruchsvoll	selektiver Rückbau	Wiederverwendung	90%	100%
Spanplatten (SP)	132 m ²	40-100	gebraucht	mittel	selektiver Rückbau	Wiederverwendung bzw. -verwertung	nach Bedarf	100%
Produktgruppe 4	Menge	Max. Lebensdauer * [Jahre]	Zustand	Rückbaubarkeit	Rückbauverfahren	Verwendungszweck	Geschätzter Anteil der Wiederverwendung	Gesamtanteil der Wiederverwertung
Polystyrolämmung	13 m ³	25-60	gebraucht	einfach	Schadstoffprüfung, Entsorgung oder Recycling	Energetische Verwertung oder Wiedereinsatz als Rezyklat	0%	100%
Mineralfüll Dämmung	15,5 m ³	20-55	gebraucht	anspruchsvoll	Fachgerechte Entsorgung	Sondermüll	0%	0%
Produktgruppe 5	Menge	Max. Lebensdauer * [Jahre]	Zustand	Rückbaubarkeit	Rückbauverfahren	Verwendungszweck	Geschätzter Anteil der Wiederverwendung	Gesamtanteil der Wiederverwertung
Eternitplatten	700m ²	-	-	unter Arbeitsschutz	-	Entsorgung als gefährlicher Abfall	0%	0%

19

Ebenso muss die Rückbaubarkeit der Materialien eingestuft werden nach:

- einfach – z. B. geklemmte, lose, aufliegende, geklickte oder verschraubte Verbindungen
- mittel – z. B. Herauslösen von Fußböden, Demontieren von Sanitäreinrichtungen
- anspruchsvoll – z. B. Abschlagen von Mörtel oder gut haftenden Beschichtungen
- sehr anspruchsvoll – z. B. Rückbau Dachstuhl

- und nach Zustand:

- sehr gut – qualitativ neuwertig
- gut – qualitativ hochwertig
- gebraucht – keine Qualitätsverluste, aber Gebrauch erkennbar
- gealtert – leichte Alterserscheinungen erkennbar
- beansprucht – Abnutzung erkennbar, mögliche Qualitätsverluste

Möglicher Ablauf eines Rückbaus am Beispiel der alten Hofanlage:

1. Abtragen und fachgerechte Entsorgung der asbesthaltigen Wellplatten
2. Sichtprüfung des genauen Zustands und der Rückbaubarkeit der Mauerziegel, Tondachziegel, Bimssteine und Kalksandsteine durch Fachpersonal, Abtragen der nicht tragenden Bauteile, Trennung nach brauchbaren ganzen Steinen über Palettierung (auf Wunsch zusätzliche Überprüfung der Festigkeiten ausgewählter Materialien)
3. Selektiver Rückbau der Dämmmaterialien, fachgerechte Entsorgung der Holzwolle, Rückbau der Polystyrolämmung
4. Selektiver Ausbau der Treppen, Eingangstüren, Fenster, Glasbausteine und Tore, anschließend komplette Entkernung, gegebenenfalls Verkauf der Produkte
5. Dachstuhl selektiv rückbauen und für den Verkauf vorbereiten, gegebenenfalls zwischenlagern oder entsorgen
6. Fassaden und tragende Mauern selektiv rückbauen, wahlweise in Module schneiden, einzelne Steine ausbauen oder schreddern
7. Hopfpflaster werterhaltend abtragen und verkaufen
8. Betonbodenplatten brechen und als Gesteinskörnung aufbereiten

Die Materialien müssen auf Schadstoffe geprüft werden und können auf der Online-Plattform weitervermittelt werden. Kostenschätzung und Wirtschaftlichkeit sind anhand der Studie belegt.

Tip: Erläuterungen in der Studie »Ressourceneffizienz und Kreislauffähigkeit von Verkehrsflächen für zukunftsfähige Quartiere«¹⁰

Exkurs: Empfehlungen für Ausschreibungen¹⁰

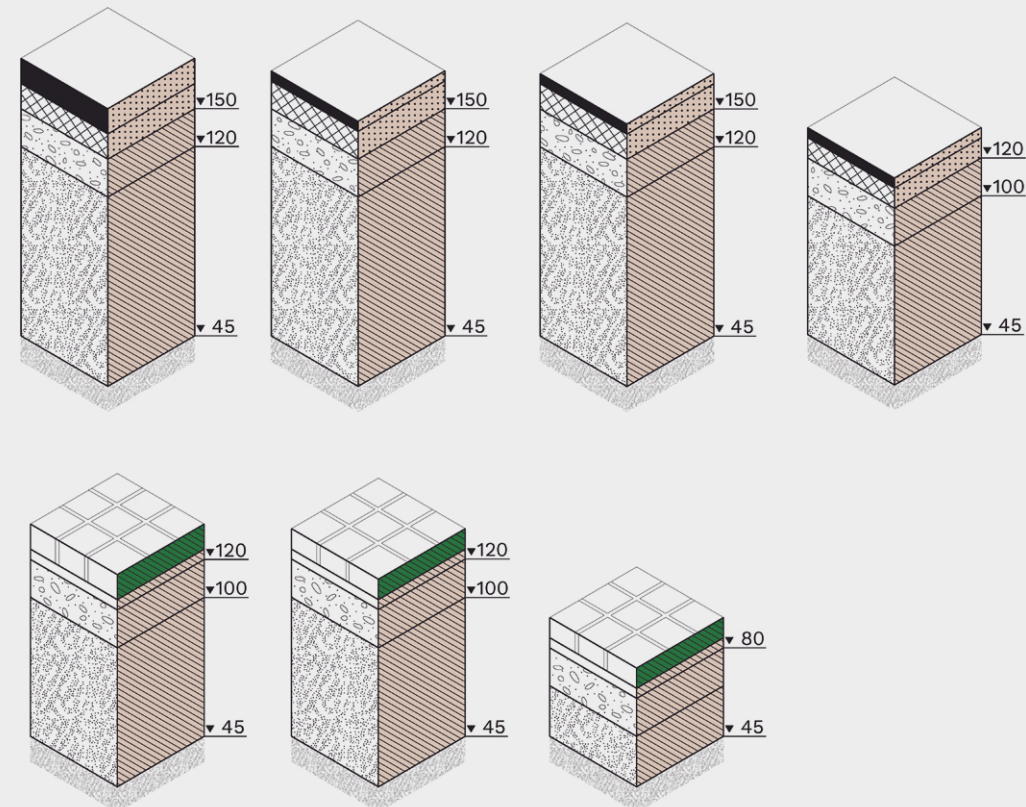
Hinweise und Anregungen für den recyclinggerechten Bau der Verkehrsflächen und der Regenwassernutzung/Entwässerungsplanung durch die Bimolab gGmbH:

Zentrale Ziele bei der Umsetzung des Bauvorhabens »Bartholomäus Pfädchen« in Schophoven für die Planung einer klimagerechten und ressourceneffektiven Bauweise der Verkehrsflächen und der Regenwassernutzung im Quartier:

- Die Verkehrsflächen sind so auszulegen, dass sie wirtschaftlich und möglichst langlebig sind.

- Die Verkehrsflächen sind multifunktional zu planen und umzusetzen. Dadurch können spätere notwendige Nutzungsänderungen mit möglichst einfachen Mitteln angepasst werden.
- Verwendete Baustoffe für Verkehrsflächen sind recyclinggerecht zu verwenden.
- Beim Bau der Verkehrsflächen ist eine möglichst hohe Wiederverwendungsquote in allen verwendeten Baustoffen durch die teilweise Wiederverwendung (z.B. Asphalt) oder den Einsatz von güteüberwachten recycelten Gesteinskörnungen/RC-Baustoffen (z.B. Frostschutzschicht) umzusetzen.
- Das anfallende Regenwasser von den Gebäuden und Verkehrsflächen soll im Quartier vollständig versickern bzw. für die Bewässerung der Straßenbäume und der Grünflächen genutzt werden. Regenwasser soll damit vollständig im Quartier genutzt werden und nicht abgeleitet werden (»Schwamm«)

Straßenaufbauten im Detail



quartier«). Das Ver- und Entsorgungssystem des geplanten Quartiers ist entsprechend abzustimmen.

Konkrete Planungsvoraussetzung für den Bau der Verkehrsflächen und des Ver- und Entsorgungssystems für die Regenwassernutzung ist die Einbeziehung der zuständigen Unteren Wasserbehörde. Hier sind im Vorfeld der Planung mögliche Auflagen (z.B. für die Regenwasserfilterung von den Verkehrsflächen oder ggf. auch der Gebäude bei verschiedenen Dacheindeckungsmaterialien) und zur möglichen Versickerung einzuholen (ggf. wasserrechtliche Erlaubnis).

Neben der bautechnischen Baugrundeignung ist eine hydrogeologische Bewertung des Baugrundes vorab notwendig, um bei der Planung die zu berücksichtigenden Regenwassermengen von den Gebäuden und Verkehrsflächen abzuleiten und versickern zu lassen und damit das Regenwasser zu 100 % nutzen zu können.

Die dezentrale Regenwassernutzung hat getrennt von der Abwasserbeseitigung und -aufbereitung zu erfolgen.

Für den Aufbau der Verkehrsflächen eignen sich aus heutiger Sicht insbesondere folgende Bauweisen. Als Planungsgrundlage können hier die Bauweisen der »Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen« (RStO 12 [RStO 2012]) dienen, derzeit in der Ausgabe 2012 mit Korrekturen von 2020. Die Belastungsklassen sind innerhalb der Planung festzulegen:

1. Baugebiet/Kerngebiet: Nebenstraßen, Wohnbebauungen mit Spielstraßen
2. Hauptstraße innerhalb des Quartiers

und ggf. schon für den späteren Bauabschnitt:

3. Promenade an der entstehenden Marina mit Fußwegen, Fahrradwegen, Aufenthaltsflächen
4. Parkplatz außerhalb des Quartiers

Gemäß RStO ergibt sich für das Zukunftsquartier im Plangebiet Inden, »Bartholomäus Pfädchen«, voraussichtlich eine Zuordnung im Bereich der folgenden Belastungsklassen:

- Quartiersstraße max. Bk 3,2
- Sammelstraße Bk 1,0
- Wohnstraße/Verkehrswege Bk 0,3
- Rad- und Gehwege

Es ist zu planen, ob die Verkehrsflächen in dichter oder wasser-durchlässiger Bauweise ausgeführt werden können. In die Planung einzubeziehen sind insbesondere folgende Bauweisen für Fahrbahnen auf F2- und F3-Untergrund/Unterbau nach RStO:

1. Asphaltdecke gemäß Tafel 1, Zeile 1: Asphaltdecke auf Asphalttragschicht und Frostschutzschicht
2. Pflasterdecke gemäß Tafel 3, Zeile 4: Pflasterdecke auf wasser-durchlässiger Asphalttragschicht auf Frostschutzschicht
3. Asphaltbauweise mit vollgebundenem Oberbau gemäß Tafel 4, Zeile 1: Asphaltdecke und Asphalttragschicht auf Planum

Aus dem Merkblatt für Asphaltfundationsschichten in Heibauweise M AFS-H, Ausgabe von 2020 [M AFS-H 20] ist aus Ressourceneffektivittsgrnden folgende Bauweise in die Planung mit einzubeziehen: Asphaltbauweise mit Asphaltdecke, Asphalttragschicht und AFS-H auf Planum.

Für Rad- und Gehwege oder Nebenflächen sind analoge Bauweisen in die Planung mit einzubeziehen. Für wasser-durchlässige Bauweisen ist das FGSV-Merkblatt für versickerungsfähige Verkehrsflächen M VV [M VV 2013] heranzuziehen.

Bei dem Bau der Hauptstraße sollen die verschiedenen ermittelten und geeigneten Bauweisen (siehe zuvor) in drei Versuchsabschnitten mit möglichst hohem zu verwendenden Rezyklatanteil in Asphalt, Pflaster und Frostschutzschicht in Form eines Reallabors mit hoher Ressourceneffektivitt und Versickerungs- und Verdunstungspotenzial für das Quartier in dichter und wasser-durchlässiger Bauweise neue Erkenntnisse liefern.

Exkurs: Wasserdurchlässige Verkehrswege mit Elastopave³⁶

In Kooperation mit der Bimolab GgmbH und dem Unternehmen BASF Polyurethanes GmbH hat ReBAU einen Straßenbelag entwickelt (»Wasserdurchlässige Verkehrswege mit Elastopave«): Elastopave ist ein Polyurethan-Bindemittel für Gesteine, das als Alternativprodukt zu Asphalt im Straßenbau eingesetzt wird. Gesteine werden mit dem Bindemittel verklebt und auf die Fläche aufgebracht und verdichtet. So entsteht eine wasser-durchlässige Deckschicht für Fuß- und Fahrradwege sowie für Straßen und Parkplätze. Neben

Tipp: Das Elastopave-Bindemittel wird mit Steinen an der Baustelle vermischt und anschließend eingebaut. Im Gegensatz zu Asphalt handelt es sich hier um einen kalten Mischprozess.

der Wasserdurchlässigkeit ist ein weiterer Vorteil des Bindemittels, dass man als Granulat auch Recyclingstoffe wie RC-Beton, RC-Klinker, RC-Backsteine verwenden kann und somit RC-Material für die Deckschichten einsetzen kann. Zudem ist es theoretisch möglich, eine Elastopave-Deckschicht zu recyceln, indem man sie fräst und erneut mit neuem Elastopave-Bindemittel verklebt. Wie viel Prozent recyceltes Elastopave man in einer neuen Deckschicht einsetzen kann, wird noch ermittelt.³⁶

Im weiteren Projektverlauf wird eine Bilanzierung des Produkts nach den Faktor X-Prinzipien erfolgen.

Klimaresilientes Wassermanagement berücksichtigen

1. **Oberirdische Entwässerung und Ressourceneinsparung durch:**
 - Mulden-Rigolen-Systeme
 - Baumstandorte als »Versickerungsstandorte« (BlueGreenStreets)
2. **Multifunktionale Flutungsbereiche**
 - Spielfläche
 - Erholungsfläche
 - Sportfläche
 - Grünfläche
3. **Regenwasserspeicherung für geschlossene Wasserkreisläufe**
 - Beim Bau von Gebäuden muss eine Zisterne angelegt werden, um das Regenwasser zu speichern
4. **Bebauungsart in Fließrichtung**
 - Achsen hin zum entstehenden Indesee für einen schnellen Wasserablauf



Exkurs: Kühlung von Straßenräumen – Projekt BlueGreenStreets (BGS) Toolbox¹⁴

Im Mittelpunkt der Prüfung sollte die möglichst vollständige Nutzung des Regenwassers von Gebäuden, Verkehrsflächen und sonstigen Flächen und seiner Verdunstung und Versickerung nach den Prinzipien einer »Schwammstadt« stehen.

Folgende Elemente sind bei einer individuellen Prüfung in Betracht zu ziehen:

Elemente für vitale Baumstandorte

- Hydrologisch optimierter Baumstandort (Bestand, Neubau)
- Baumrigole (ohne Speicher, mit Speicher)

Elemente der Verdunstung

- Gedichtetes Verdunstungsbecken (baulich eingefasst)
- Verdunstungsbeet (natürlich eingefasst)
- Fassadenbegrünung (bodengebunden, wandgebunden)
- Pergolen, grüne Wände (Lärmschutzwände/ Verdunstungswände)

Elemente der Versickerung

- Versickerungmulde (ohne Rigole, mit Rigole)
- Tiefbeet (ohne Rigole, mit Rigole)
- Wasserdurchlässige Bodenbeläge

Anmerkung: Verkehrsflächenbefestigungen für die Belastungsklasse Bk 1,8

Elemente der Wassernutzung

- Zisterne zur Niederschlagswasserspeicherung

Elemente der Starkregenvorsorge

- Rückhaltung im Freiraum
- Blue Streets – Rückhaltung und/oder Ableitung (Notwasserweg) im Straßenraum

Elemente der Wasserreinigung

- Filterbeete

Zukunftsfähiges Mobilitätskonzept entwickeln



1. Parkplätze werden ausgelagert

- Nahezu autofreies Quartier

2. Raum für multifunktionale Straßenräume für Spiel, Spaß und Kommunikation

3. Mobilität teilen und nachbarschaftliche Mobilität befördern

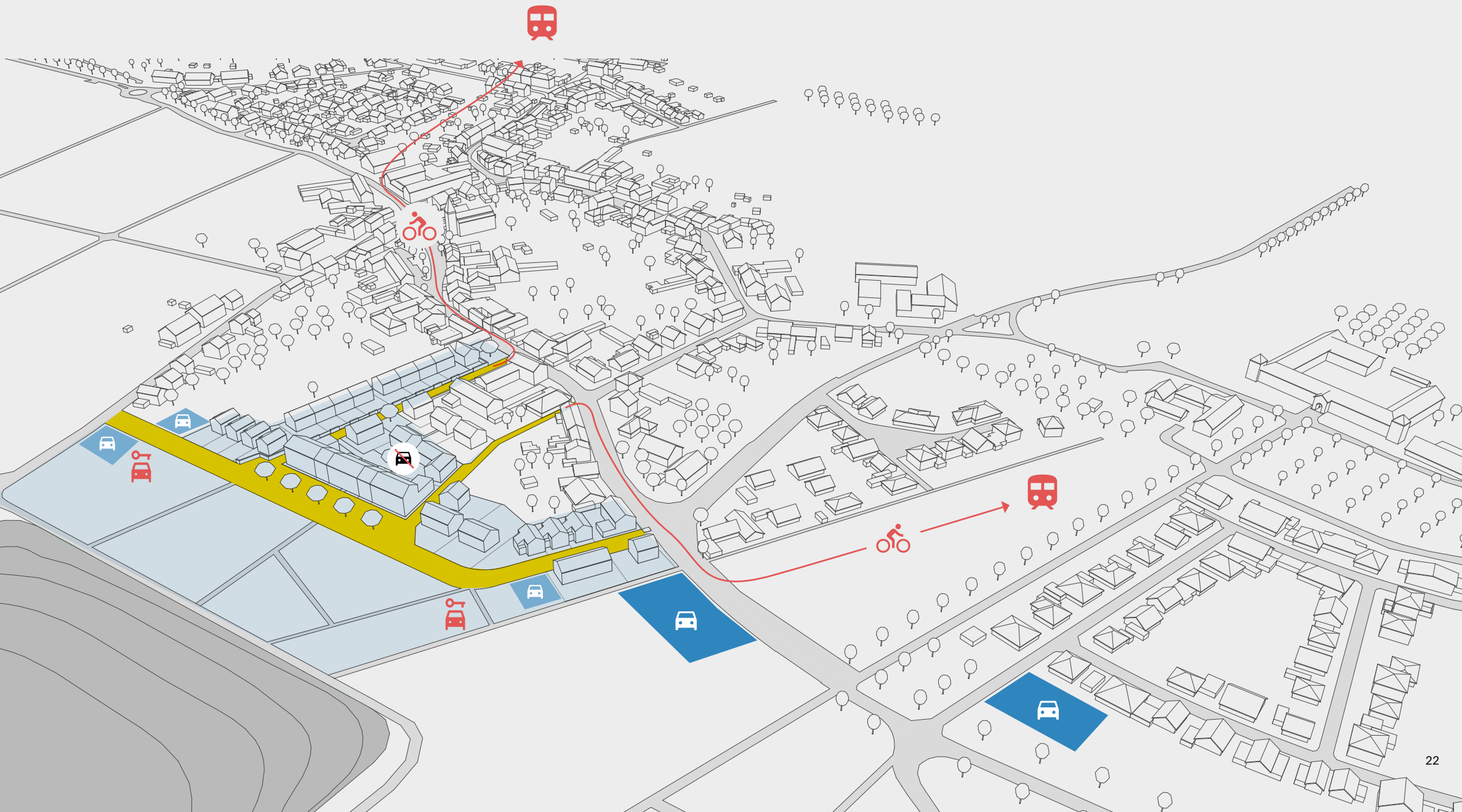


- Platz für Leihstationen und Fahrgemeinschaften



- Guter ÖPNV-Anschluss

- Innovationen Raum geben



Biodiverse Räume bewahren

1. **Wildnispfade schaffen zum umliegenden Land, Rurzone und Wäldern**
 - Nicht bebaute Flächen mit Rückzugsorten wie Miniwälder
 - Grundstücksumgrenzungen mit Durchbrüchen für Wildtiere
2. **Bodenversiegelung minimal halten**
 - Nur befahrbare Flächen, ansonsten Versiegelungsstopp
3. **Multifunktionales Grün**
 - Artenschutz und Nistmöglichkeiten in Bäumen, Hauswänden, Dächern etc. schaffen
 - Hierzu ebenfalls Dach- und Fassadenbegrünung
4. **Flache Wasserzone**
 - Flache Uferzonen entlang des zukünftigen Indesees
 - Wasserpflanzen als Basis für die Besiedelung mit Wasservögeln, Amphibien, Wasserinsekten und Fischen
 - Schutz der Natur, Bebauung sollte unzugänglich und störungsarm erfolgen
5. **Raum für Gärtnern und Selbstversorgung**
6. **Beleuchtung nur mit warmweißen Leuchtmitteln**
7. **Bepflanzungsregeln: heimische Pflanzenarten, die Tieren Nahrung geben**

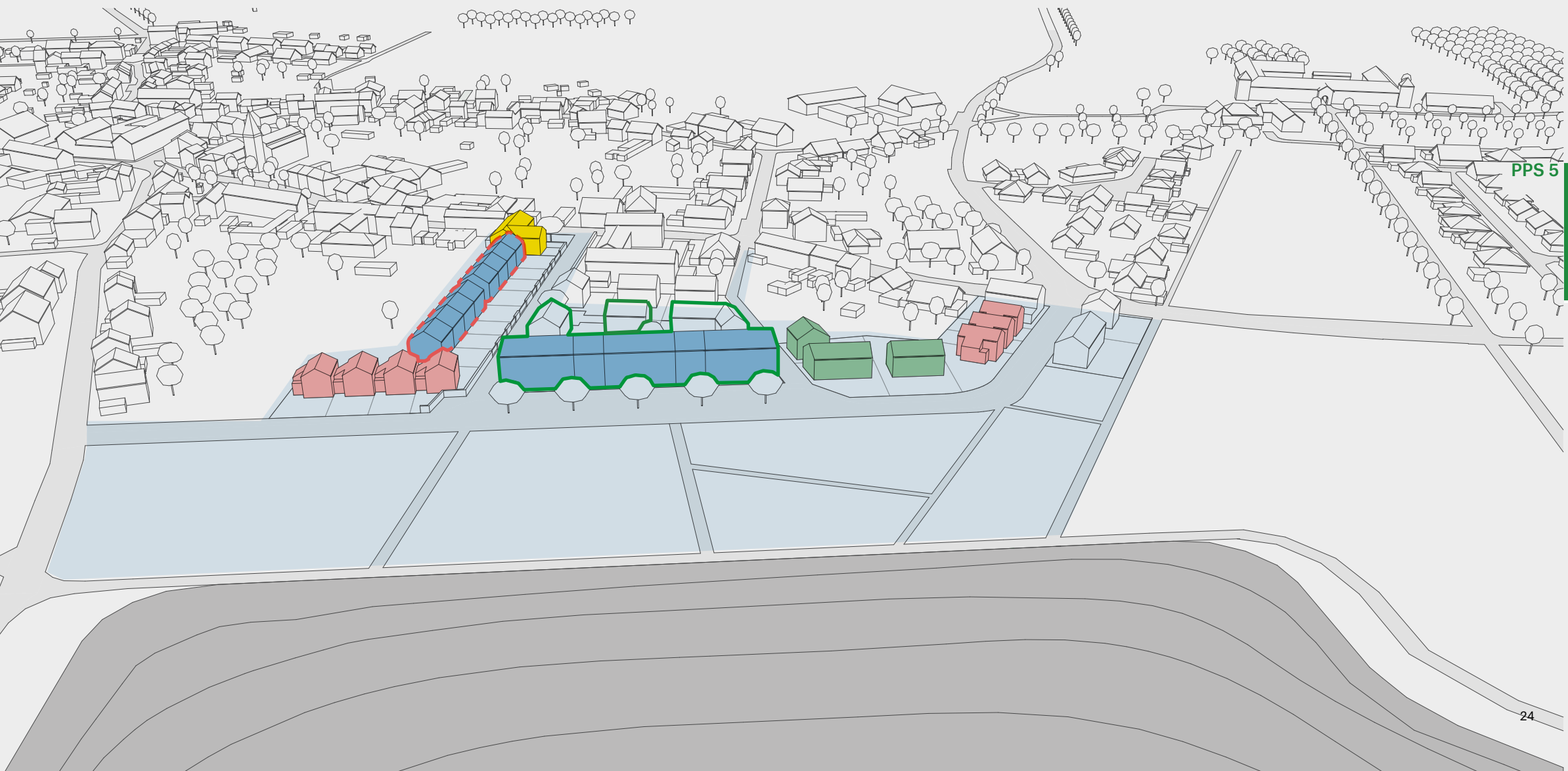


Flächen intelligent beplanen

1. Der Boden wird geschützt durch die Bebauungsarten der Reihenhäuser und Hofhäuser

- Hofhäuser
- Mehrgeschosswohnen
- Kettenhofhäuser
- Reihenhäuser Baugemeinschaft
- Gemeinschaftshaus

2. Gemeinschaftliches Wohnen soll in folgenden Bereichen gefördert werden

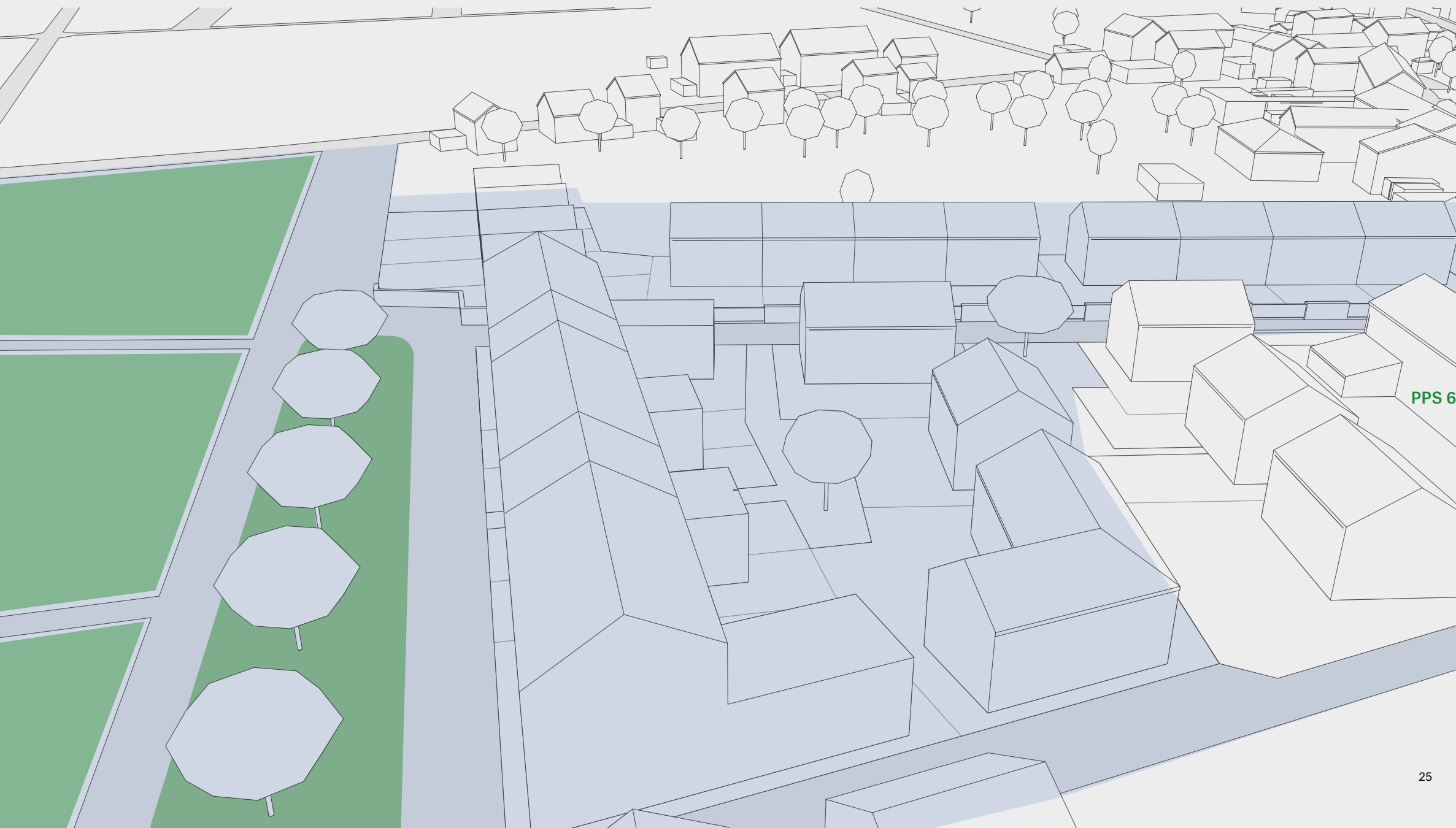


Freiräume flexibel gestalten







1. Freiräume sollen multifunktional nutzbar und anpassbar sein

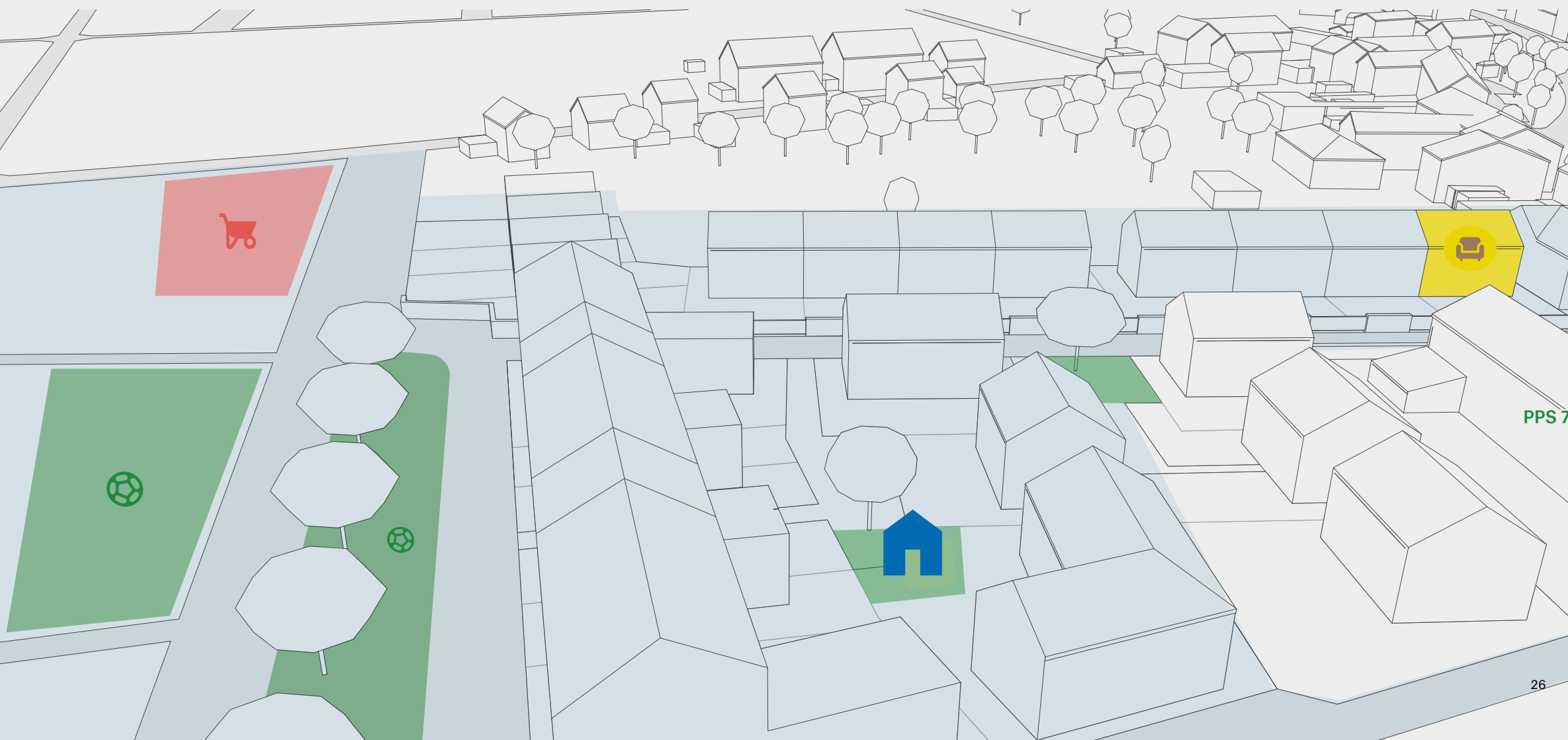
- Spiel
- Freizeit und Naherholung
- Nutzgärten
- Sport
- Biodiverser Raum für Tiere
- Raum für alle Generationen



PPS 6

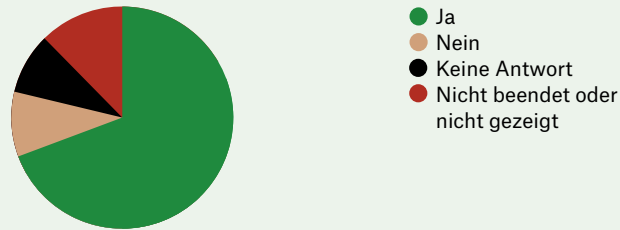
Gemeinschaft stärken

1. In diesen Bereichen, kann das »Sharing« oder auch »Teilen« stattfinden
2.  Teilen von Räumen in Form eines Gemeinschaftshauses mit Gästezimmern, Partyraum, Gemeinschaftsküche, Spielraum, Sportraum, ...
3.  Gartenhütte mit Geräten zum teilen
4.  Teilen von Freifläche für Spiel und Aufenthalt
5.  Teilen von Nutzgärten



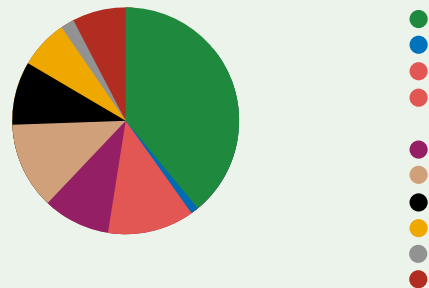
Exkurs: Beteiligung der Bevölkerung bei einer Teilnahme von 158 Bürger*innen zur Frage »Wie wollen wir in Zukunft leben?«⁸

In der Entwicklung neuer Wohngebiete hier in Schophoven sehe ich großes Potenzial für mich / für die nachkommenden Generationen / für das Dorfwachstum Schophovens.



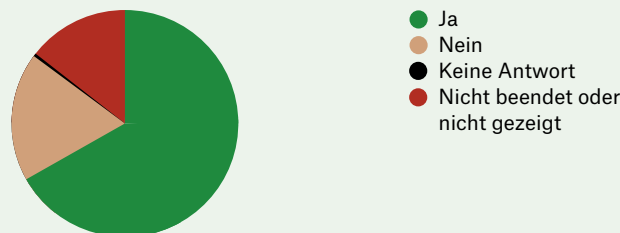
27

Wenn ich die freie Wahl hätte, wäre meine Wunschhausform der Zukunft:



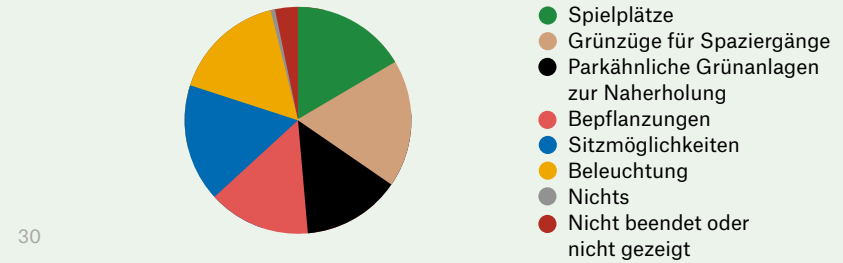
28

Ich finde es gut, wenn sich alle Bewohner*innen eines neuen Quartiers verschiedene Gemeinschaftsflächen (z. B. wie Freiflächen, Spielflächen, Parkflächen) teilen, ähnlich wie es bei Flächen im öffentlichen Raum ist.



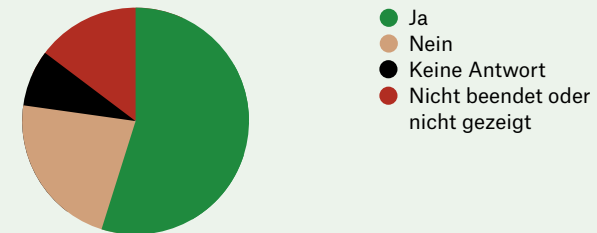
29

Folgende Gemeinschaftsflächen und Strukturen sind mir wichtig im öffentlichen Raum:



30

Ich wäre bereit, monatlich einen kleinen Betrag zu zahlen oder mich unentgeltlich an Gemeinschaftsaktionen zu beteiligen (z. B. 2 x jährlich), um die Straßen- und Freiräume in meinem Ort grüner, belebter und geräumiger zu gestalten und den anfallenden Pflegeaufwand zu unterstützen (z. B. besondere Spielgeräte, besondere Blumen, mehr Grünflächen, Herbstschnitt, Müllsammeln ...).



31

Innovatives Energiekonzept entwickeln

1. Energiesystem für das gesamte Quartier



Exkurs: Energiekonzept Schophoven:³³

Wie in Kapitel 2 (Innovatives Energiekonzept entwickeln) beschrieben kommt die Energiespundwand als Alternative für Erdkollektoren oder Sonden infrage, wenn der Boden aufgrund hoher Feuchte (Grundwasserströmung) oder direkt im oder am Gewässer zu sehr hohen Energieflüssen führt.

Dies wird perspektivisch im betrachteten Baugebiet der Fall sein.

Phase 1: Erster Erschließungsabschnitt

Zum Erschließungsbeginn des Bauabschnitts 1 ist noch kein oberflächennahes Grundwasser zu erwarten. Die Energiespundwände werden also im trockenen Erdreich installiert und stellen demnach eine eher niedrigere, spezifische Wärmemenge bereit. Die Dimensionierung wird sich dabei an dem verhältnismäßig geringen Leistungsbedarf der entstehenden energieeffizienten Neubaussiedlung orientieren.

Phase 2:

Dem Wärmebedarf, der durch den zweiten Bauabschnitt sowie der langfristig anvisierten Anbindung von Alt-Schophoven an das Wärmenetz stark steigen wird, kann mit den Energiespundwänden Rechnung getragen werden. Durch Einstellung der Sumpfungmaßnahmen ab dem Jahr 2029 wird das Grundwasser kontinuierlich ansteigen, sodass die »trocken« verbauten Energiespundwände perspektivisch im feuchten Grund stehen werden und bei anstehendem Oberflächenwasser sogar das Sechsfache an ursprünglich ausgelegter Wärme liefern können. An der Uferpromenade ist es deshalb denkbar, den entstehenden Hafen mit Energiespundwänden zu gestalten.

Neben einem stufenweisen Ausbau kann das Kollektorsystem bei steigender Nachfrage auch stetig erweitert werden, wofür sich die gesamte Uferlinie anbietet. Für den Zeitraum der Renaturierung zwischen Phase 1 und 2 werden die Energiespundwände erwartungsgemäß über längere Zeit nur teilweise im Erdreich stehen und müssen dafür mit Korrosionsschutz versehen werden.

Rahmenbedingungen und Prozessbeteiligte

Damit Städte und Gemeinden ressourcenschonendes und kreislauffähiges Bauen effektiv umsetzen können, sollten alle aufgestellten Planungsprinzipien mit der heutigen Technologie und den (rechtlichen) Rahmenbedingungen garantiert umsetzbar sein.

Zitat: »Die Erfahrung der letzten Jahre in der regionalen Umsetzung von ressourceneffizienten Siedlungsprojekten zeigt eins ganz deutlich: Der Wille und die Einsicht sind partei- und gesellschaftsübergreifend vorhanden, ressourceneffizientes Bauen zu forcieren. Allerdings braucht es bei der konkreten Umsetzung mehr als guten Willen und Einsicht. Für das Gelingen einer ressourceneffizienten Siedlungsentwicklung sind die Akzeptanz in Kommunalpolitik und Bürgerschaft sowie ein reibungsloser Informationsfluss von Wissen unbedingt erforderlich.« Anne Albrecht über Ressourcenschutz im Hochbau

Damit Planungen wirksam realisiert werden können, muss die Politik über den Stand der Technik, die Anforderungen an den Ressourcenschutz und die Entwicklungen in der Kreislaufwirtschaft informiert sein. Nur so können politische Beschlüsse gefasst werden, die eine Verwaltung sinnvoll umsetzen kann. Ein einheitliches Gesetz oder die einheitliche bundesweite Verankerung der Ressourcenschonung und Kreislauffähigkeit in der Bauleitplanung würden den Prozess und die Planungen beschleunigen.

Fakt: Beschluss des Bundesrates vom 20. Mai 2022 zur »Stärkung des Einsatzes von wiederverwendbaren Baustoffen und Bauteilen sowie von ressourcenschonenden Recycling-Baustoffen«⁴

Exkurs: Steuerbare Kriterien zur Umsetzung der Planungsprinzipien

Folgende steuerbare Rahmenbedingungen verbessern die Akzeptanz für eine Veränderung in der Baupraxis:

- Architekturwettbewerbe für öffentliche Gebäude mit eindeutigen Kriterien zur Ressourceneffizienz und Kreislaufgerechtigkeit
- Implementierung von Kriterien zur Ressourcen-

- effizienz und Kreislaufgerechtigkeit in einem städtebaulichen Vertrag
- Diese sind von allen Beteiligten gerecht und gleichermaßen (Investor*innen, Baugruppen und privaten Bauherrschaften) zu erfüllen
- oder: privatrechtliche Implementierung von Kriterien zur Ressourceneffizienz und Kreislaufgerechtigkeit im Grundstückskaufvertrag
- Anreizsystem: z.B. je klimafreundlicher, desto größer ist der Nachlass auf den Grundstückskaufpreis, oder je ressourceneffizienter, desto weiter vorne auf der Vergabeliste
- Unkomplizierte Bewertung der Ressourceneffizienz und Kreislaufgerechtigkeit ohne zahlengestützte, harte Grenzwerte
- Unkomplizierte Bewertung der Ressourceneffizienz und Kreislaufgerechtigkeit im gebauten Zustand (Controlling)
- Förderung von flächeneffizientem Wohnen durch die Schaffung von zielgruppengenauen, attraktiven Alternativen für Einzelpersonen in großen Wohnungen und Häusern
- Förderung von flächeneffizientem Wohnen durch Bezuschussung von Vorrichtung beim Bau für zukünftige Umbaumöglichkeiten (Einliegerwohnung) im Einfamilienhaus
- Verzicht auf Zwang und Schaffung von Anreizen – das Empfinden von individueller Freiheit soll idealerweise gewahrt sein

Folgende steuerbare Rahmenbedingungen sind vorteilhaft für den Wissenstransfer:

- Inanspruchnahme von Beratungsangeboten zur Ressourceneffizienz und Kreislaufgerechtigkeit vor den ersten Überlegungen zu einer Siedlungserweiterung
- Informationsveranstaltungen bei Offenlage des

- Bebauungsplans und bei Vermarktungsstart
- Individuelle Bauberatung der Bauherrschaften und Planenden

Ausblick und Übertragbarkeit

Exkurs 1: Hürden und Potenziale für die ressourcenschonende Quartiersplanung – ein Erfahrungsbericht aus Inden

Der Braunkohletagebau beeinflusst das Leben in Inden immens und prägt die Arbeit in der Kommune. Tagtäglich erleben die Anwohnenden, was es bedeutet, wenn die Natur intensiv genutzt wird und klimaschädliche Emissionen das Klima beeinflussen. Aber nicht nur das Tagebaugeschehen mit dem Kraftwerk Weisweiler zeigt den Menschen in Inden die enormen Eingriffe in Natur und Landschaft und somit auch in das tägliche Leben. Im Jahr 2021 verdeutlichte ein extremes Hochwasser mit vielen direkt Betroffenen in Inden die Auswirkungen des Klimawandels.

Trotzdem ist es für viele Menschen schwierig, mit den immer knapper werdenden Ressourcen beim Bauen schonend umzugehen und der Natur bei der Garten- bzw. Vorgartengestaltung den nötigen Raum zu geben.

Ungeachtet der offensichtlichen Veränderung der natürlichen Umgebung und ihrer Folgen zeigt die Erfahrung der Kommune, dass Änderungsprozesse – hier beispielhaft das Anlegen eines naturnahen Vorgartens, die Verwendung ressourcenschonender Baustoffen oder eine abweichende Gestaltung von Quartieren – bei den Anwohnenden nur auf wenig Akzeptanz stoßen: Man baut, wie schon die Eltern und Großeltern gebaut haben. Gleichzeitig reagiert die Baubranche relativ langsam auf notwendige Änderungsprozesse. Insbesondere die Vorurteile gegen eine holzbasierte Bauweise waren und sind im Rheinischen Revier

hoch. Dies ist gekoppelt mit Ängsten vor erhöhten Kosten und einem erhöhten Erhaltungsaufwand.

Der Abbau von Ängsten und Vorurteilen gegen eine alternative Bauweise mit ökologischen Vorteilen erfordert einen erhöhten Beratungs- und Kommunikationsaufwand, der verpflichtend für jede*n Bauherr*in in Inden bei Kaufinteresse eines Grundstückes ist. In einem Gespräch können den eher emotional geprägten Meinungen gegen eine ressourcenschonende Bauweise und Quartiersentwicklung sachliche Argumente entgegengesetzt werden. Regelmäßige transparente Berichterstattung und Kommunikation mit den Ratsmitgliedern, aber auch mit den Einwohnenden in der Gemeinde Inden unterstützen die notwendigen »Change-Prozesse«. Die Erfahrung zeigt, dass diese Kommunikation kontinuierlich erfolgen muss.

In den planerischen Prozessen kommt erschwerend hinzu, dass mögliche Festsetzungen in der Bauleitplanung (noch) nicht im Baugesetzbuch verankert sind. So beschränkt sich der mögliche Festsetzungskatalog auf Bauformen und Vorgärten- oder Gartengestaltungen. Hier besteht dringender Handlungsbedarf.

Inden setzt die Vorgaben zur Ressourcenschonung aus diesem Grund privatrechtlich durch. Ein Handlungsfeld sind die städtebaulichen Verträge mit privaten Erschließungsträgern. Hier können für die Erschließungsanlagen Vorgaben getroffen werden. Es können auch Richtlinien für die einzelnen Hochbauten vorgegeben werden, wenn der Vorhabenträger diese ebenfalls errichtet.

Bei privaten Einzelbauvorhaben müssen die Vorgaben in den jeweiligen Notarverträgen zum Grundstücksverkauf verankert werden. Dieses Verfahren ist aufwendig und für die öffentliche Hand schwer kontrollierbar, denn die Einhaltung der notariell verankerten Vorgaben zur Ressourcenschonung wird auf den Baustellen überprüft. Da dies wegen der fehlenden öffentlichrechtlichen Umsetzungsmöglichkeiten nicht Aufgabe der Bauordnungsämter ist, übernimmt die Faktor X Agentur der Ent-

wicklungsgesellschaft indeland GmbH (EwiG). Kommunal wäre dieser Personalaufwand in einer kleinen Kommune wie Inden nicht zu stemmen.

Die hohe Motivation im indeland (Verbund der Kommunen in der Region um den Tagebau Inden, institutionell begleitet durch die EwiG), kontinuierlich an der Umsetzung der Ressourcenschonung auch gegen Widerstände weiterzuarbeiten und diese Inhalte in der Öffentlichkeit transparent zu kommunizieren, führt trotz der erwähnten Widerstände zum Erfolg. In der Gemeinde Inden schlug sich dies im Grundsatzbeschluss des Rats nieder, Strukturentwicklung in der Gemeinde ressourcenschonend umzusetzen. Unter anderem auf dieser Grundlage wurde die Entwicklung des beispielhaften Zukunftsquartiers »Bartholomäus Pfädchen« beschlossen.

Dabei wirkte sich die hohe fachliche Expertise der Beteiligten in den Prozessen positiv aus. Anstöße von außen durch die Unterstützung der Faktor X Agentur der EwiG mit dem ReBAU-Projekt und die konstruktive Zusammenarbeit mit externen Kooperationen helfen bei den notwendigen Umsetzungsprozessen.

Inhaltlich ist das Zusammenspiel vieler Kompetenzen im interkommunalen und interdisziplinären Verbund eine fachliche Bereicherung auf Augenhöhe. Der Blick von außen im interdisziplinären Miteinander erleichtert Prozesse und fördert Kreativität.

Regina Dechering

Exkurs 2: Nachwort von Anne Albrecht, Leiterin der Faktor X Agentur der Entwicklungsgesellschaft indeland GmbH

Die meiste Zeit war ich Zaungast beim Projekt ReBAU, habe natürlich immer einiges mitbekommen, weil wir das Büro geteilt haben. Dennoch bin ich erstaunt, wie viel das Team von ReBAU in den knapp drei Jahren, mit den

Widrigkeiten der Coronapandemie, geschafft und geschaffen hat. Es sind mehrere Leitfäden entstanden, es wurden Studien und Befragungen der Bevölkerung durchgeführt, Wettbewerbe und Workshops gehalten, außerdem gab es reichweitenstarke Webinare und natürlich nicht zu vergessen die großartige ReBAU-Messe im Juni 2022. Vieles davon wird auch nach Projektende bleiben.

Wenn wir die heutige Zeit, den Abschluss des Projekts, mit der Zeit vergleichen, zu der ReBAU begonnen hat, kann einem regelrecht schwindelig werden: Was ist nicht alles in der Zeit zwischen Januar 2020 und heute passiert?

- Grundsatzurteil des Bundesverfassungsgerichts zum Klimaschutzgesetz
- Hochwasserkatastrophe
- Anstieg der Baukosten in ungeahntem Ausmaß
- Baustoffknappheit und extrem lange Lieferzeiten
- Völkerrechtswidriger Angriffskrieg von Russland auf die Ukraine mit anschließender Energiekrise
- Umkehr der Zinspolitik und Inflation in einer Intensität, die es seit den 1950er-Jahren des letzten Jahrhunderts nicht mehr gegeben hat.

All das beeinflusst als Rahmenbedingungen, wie es mit der Ressourcenwende weitergeht. Und es ist keineswegs sicher, wie der weitere Weg zu einer Ressourcenwende in der Bauwirtschaft aussehen wird.

Wir alle sollten uns die Ressourcen- und Bauwende so vorstellen und planen, als ob es jeden Tag möglich wäre, sie unmittelbar umzusetzen, und damit die Trägheit der ewigen Zauderer überwinden.

Der Klimaforscher Hans Joachim Schellnhuber nannte den Bausektor einst »den Elefanten im Klimaraum«, und das war er auch. Die Bedeutung von Bauen wird im öffentlichen Diskurs aber langsam erkannt. Das zeigt sich auch daran, dass populäre Fernsehformate wie »heute-show“ und »ZDF Magazin Royale« Nischenthemen

wie Sandknappheit und die Klimawirksamkeit von Beton zum Thema machen.

In den vergangenen Jahren hat sich die Wahrnehmung tatsächlich gewandelt: Bei mehr und mehr Entscheidenden, Planenden und Auftraggebenden sickert die Bedeutung des Bausektors für Ressourcenverbrauch und Klimawandel langsam ins Bewusstsein ein. Das heißt nicht, dass es leichter wird, die Bauwende voranzutreiben und dann auch umzusetzen, aber wir fangen weniger oft »bei null« an. Ja, ich freue mich auch an kleinen Erfolgen.

Also: Es tut sich was. Und einen gewichtigen Anteil daran hat ReBAU.

Anne Albrecht, im November 2022

Bildnachweis

- 1 Kreisgrenzen Rheinischen Reviers, Zukunftsagentur Rheinisches Revier
- 2 Baustelle Ressourcenwende – Städtebau: Ressourceneffiziente und kreislauffähige Planungsprinzipien im Städtebau, Planungshandbuch, ReBAU, 2022, Serve and Volley
- 3 Anwendungsgebiete für RC-Baustoffe im Überberblick, Harald Kurkowski, Bimolab gGmbH
- 4 Beispiele Entwässerungssysteme, Quelle 11
- 5 Auswertung Ressourcenverbrauch im Variantenvergleich, Quelle 11
- 6–10 Bebauungsarten im Vergleich zum Flächenverbrauch, Faktor X Agentur, Factsheet (s. Quelle 30)
- 11 Zukunftsquartier 2030, Entwicklungsgesellschaft indeland GmbH/HH Vision, 2022
- 12 Rahmenplan Indesee, Endzustand, Entwicklungsgesellschaft indeland GmbH/RMP Architekten, Bearbeitungsstand November 2022
- 13 Analysepläne Ist-Zustand Schophoven, Merle Yilmaz, 2021
- 14 Schophoven 2050, Entwicklungsgesellschaft indeland GmbH/HH Vision
- 15 Altersgruppe (s. Quelle 37)
- 16 SWOT Plan, Schophoven Ist-Zustand, Merle Yilmaz, 2021
- 17 Anwendung aller PPS, Entwurf HJP, 3D Visualisierung Janika Ketzler und Greta Baum, Grafik Serve and Volley
- 18 PPS 1, Entwurf HJP, 3D Visualisierung Janika Ketzler und Greta Baum, Grafik
- 19 Produktgruppen Rückbaukonzept, ReBAU, Studie erstellt durch Concular, 2021
- 20 Straßenaufbauten, ReBAU, Studie (quelle 36)
- 21 PPS 2, Entwurf HJP, 3D Visualisierung Janika Ketzler und Greta Baum, Grafik Serve and Volley
- 22 PPS 3, Entwurf HJP, 3D Visualisierung Janika Ketzler und Greta Baum, Grafik Serve and Volley
- 23 PPS 4, Entwurf HJP, 3D Visualisierung Janika Ketzler und Greta Baum, Grafik Serve and Volley
- 24 PPS 5, Entwurf HJP, 3D Visualisierung Janika Ketzler und Greta Baum, Grafik Serve and Volley
- 25 PPS 6, Entwurf HJP, 3D Visualisierung Janika Ketzler und Greta Baum, Grafik Serve and Volley
- 26 PPS 7, Entwurf HJP, 3D Visualisierung Janika Ketzler und Greta Baum, Grafik Serve and Volley
- 27–31 Bürgerbeteiligung
- 32 PPS 8, Entwurf HJP, 3D Visualisierung Janika Ketzler und Greta Baum, Grafik Serve and Volley

Quellen

- 1 EPRS Briefing (2015): Understanding waste stream, European Parliament Briefing, Members' Research Service.
- 2 Faktor X Agentur (2020): Faktor X im Rheinischen Revier. Grundlagen für Bauherren, Planer und Architekten, Inden.
- 3 Destatis (2021): Statistisches Bundesamt, Abfallaufkommen in Deutschland im Jahr 2019 weiter auf hohem Niveau, Pressemitteilung Nr. 261, 4. Juni 2021.
- 4 Beschluss Bundesrat (20.05.2022).
- 5 ReBAU (2020): Über ReBAU, (rebau.info/forebau/#kompetenzzentrum).
- 6 Agit (2022): Standortcheck Gemeinde Inden, Gemeinde Inden.
- 7 Faktor X (2022): Über Faktor X, (www.faktor-x.info/#c1).
- 8 Ketzler J. (2021): ReBAU Bürger*innen-Beteiligung. »Wie wollen wir in Zukunft leben?« Auswertung der Befragung, Inden, (rebau.info/wp-content/uploads/2021/12/Buergerbeteiligung_Auswertung_-ReBAU.pdf).
- 9 Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) (2012): Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO 12).
- 10 Bimolab gGmbH (2022): Studie »Ressourceneffizienz und Kreislauffähigkeit von Verkehrsflächen für zukunftsfähige Quartiere«, durchgeführt im Rahmen des Forschungsvorhabens ReBAU (rebau.info/wp-content/uploads/2022/10/Bimolab-Studie-Final-08-2022.pdf).
- 11 MORO Lebendige Regionen (2018): »Ressourceneinsparung bei der entwässerungstechnischen Erschließung«, im Auftrag der Entwicklungsgesellschaft indeland GmbH, bearbeitet durch Franz Fischer Ingenieurbüro GmbH, Erfstadt.
- 12 Kaiser J., Dosch K., Hippe M. (2021): »Reduktion des Ressourcenverbrauchs bei der Niederschlagsentwässerung«, in: KA Korrespondenz Abwasser, Abfall, Jg. 68, Nr. 6, 2021, S. 450. Hg.v.: Gesellschaft zur Förderung der Abwassertechnik e.V.
- 13 Albrecht A., Ketzler J., Kaiser J., Kreiß L., Zabek M. (2021): Ressourceneffizient und hochwasserangepasst planen und bauen, Hochwasserschutz in der Siedlungsentwicklung, Factsheet (http://indeland.de/fileadmin/Downloads/Factsheet_Faktor_X-4_Hochwasser_final_klein.pdf).
- 14 Blue Green Streets (2022): Toolbox [BGS-TBA 2022].
- 15 Eubel, Cordula (2020): Weniger Pendeln: Wie viel CO₂ Deutschland mit mehr Home Office sparen könnte. Verfügbar unter: www.tagesspiegel.de/wirtschaft/wenigerpendeln-wie-viel-co2-deutschland-mit-mehr-homeoffice-sparen-koennte/25406082.html (10.02.2020).
- 16 Das Kapitel ist durch eine Kooperation mit dem Revierknoten Ressourcen und Agrobusiness (Stephan Piotrowski), dem NABU Düren (Achim Schumacher) und dem ReBAU-Projekt (Janika Ketzler) entstanden.
- 17 Jahresbericht der Entwicklungsgesellschaft indeland GmbH (2021): (www.indeland.de/fileadmin/Downloads/indeland-Jahresbericht-2021_Web.pdf).
- 18 Solidarische Landwirtschaft (2022): (www.solawi-neuenhoven.de).
- 19 Bürger machen Landwirtschaft (2022): (www.buergermachenlandwirtschaft.de).
- 20 Kommunen für biologische Vielfalt e.V. (2022): (www.kommbio.de/praxisbeispielrhein-erft-kreis-naturschutzaspekte-in-pachtvertraegen/).
- 21 NABU (2022): www.nabu.de/umwelt-und-ressourcen/oekologisch-leben/balkon-und-garten/pflanzen).
- 22 Klimaatlas NRW (2022): (www.lanuv.nrw.de/klima/klimaanpassung-in-nrw/fis-klimaanpassung-nordrhein-westfalen/gruendachkataster).

- 23 NABU: Glascheiben: Millionenfache Vogelkiller (www.nabu.de/tiere-und-pflanzen/voegel/gefahren/11932.html).
- 24 Emmy Bibliothek (2022): (https://emmy.rb.rwth-aachen.de/de/products/glass-ceramic-from-recycled).
- 25 Kommunen für biologische Vielfalt e.V.: (www.kommbio.de/praxisbeispiele/rhein-erft-kreis-naturschutzaspekte-in-pachtvertraegen/).
- 26 Bund deutscher Baumschulen (BdB) e.V. (Hg.) (2020): Zukunftsbäume für die Stadt, Auswahl aus der GALK-Straßenbaumliste (www.galk.de/component/jdownloads/send/4-informationsflyer/664-broschuere-zukunftsbaeume-galk-und-bdb-2020).
- 27 NABU: Kontakt Aachen (www.nabu-aachen.de).
- 28 (www.biostationeuskirchen.de/project/naturerlichdorf).
- 29 Sonderprogramm »Klimaresilienz in Kommunen« im Rahmen der Corona-Hilfe(kommunalberatung-klimaanpassung-nrw.de/sonderprogramm-klimaresilienz-in-kommunen-im-rahmen-der-corona-hilfe/).
- 30 Statistisches Bundesamt.
- 31 Albrecht A., Weineck S. (2021): Faktor X. Ressourceneffizientes Wohnen als gesellschaftliche Aufgabe, Inden. Factsheet (indeland.de/fileadmin/Downloads/Faktor_X_Factsheet-3_klein_final.pdf).
- 32 Das Kapitel ist durch eine Kooperation mit der ReScore GmbH (Klaus Dosch), der EWV Stolberg (Gasmi Sami) und dem ReBAU-Projekt (Janika Ketzler) entstanden.
- 33 Sami G. (2022): Innovation Energiespundwände, EWV.
- 34 Ketzler J. (2021): Schophoven als Ort der Zukunft, ReBAU-Projekt in Kooperation mit der Gemeinde Inden
- 35 Concular (2021): Studie »Werterhaltendes Rückbau- und Vermittlungskonzept«, beauftragt durch ReBAU.
- 36 BASF Polyurethanes GmbH, Busen H. (2022): Wasserdurchlässige Verkehrswege mit Elastopave, in Kooperation mit der Bimolab gGmbH und dem ReBAU-Projekt.

Impressum

Herausgeben von:

ReBAU – Regionale Ressourcenwende in der Bauwirtschaft
www.rebau.info

ReBAU Projektpartner:



Zukunftsagentur Rheinisches Revier
 Am Brainergy Park 21, 52428 Jülich
www.rheinisches-revier.de



Entwicklungsgesellschaft indeland GmbH
 Bismarckstraße 16, 52351 Düren
www.indeland.de



Faktor X Agentur
 der Entwicklungsgesellschaft indeland GmbH
www.faktor-x.info



Bimolab gGmbH
 Am Kuhfuß 21, 59494 Soest
www.bimolab.de

Autor*innen:

Janika Ketzler, Magdalena Zabek, Klaus Dosch, Lillith Kreiß, Anne Albrecht

Verantwortlich für die Inhalte:

Zukunftsagentur Rheinisches Revier
 Faktor X Agentur der Entwicklungsgesellschaft indeland
 Das Copyright für die Texte liegt bei den Autor*innen.
 Das Copyright für die Abbildungen liegt bei den Fotograf*innen
 bzw. den Inhaber*innen der Bildrechte.

Veröffentlicht:

Dezember 2022
 Vertriebsinformationen sind zu finden unter:
www.issue.com/baustelle-ressourcenwende
 und
www.rebau.info

ReBAU

Dieses Planungshandbuch entstand im Rahmen des ReBAU-Projekts (Regionale Ressourcenwende in der Bauwirtschaft). Ziel von ReBAU ist es, das ressourcenschonende, kreislauffähige Bauen in der Strukturwandelregion Rheinisches Revier zu fördern und somit einen Beitrag zu einer neuen Baukultur zu leisten.

Die Umweltfreundlichkeit eines Gebäudes hängt nicht nur vom Energieverbrauch während der Nutzungsphase ab, sondern ergibt sich vielmehr aus den verwendeten Baustoffen und der Konstruktionsart – ein Umstand, der in der öffentlichen Wahrnehmung bislang nicht ausreichend bekannt ist. Hierfür möchte ReBAU sensibilisieren sowie entsprechende Impulse bei allen Beteiligten des gesamten Lebenszyklus Bau setzen.

ReBAU ist ein Projekt des Förderprogramms »Regio. NRW – Innovation und Transfer« (EFRE). Es wird umgesetzt von den Projektpartnern Zukunftsagentur Rheinisches Revier GmbH, Faktor X Agentur der Entwicklungsgesellschaft indeland GmbH und Bimolab gGmbH.

Weitere Informationen unter
www.rebau.info



Gefördert durch:



EUROPÄISCHE UNION
Investition in unsere Zukunft
Europäischer Fonds
für regionale Entwicklung



EFRE.NRW
Investitionen in Wachstum
und Beschäftigung

Ministerium für Wirtschaft,
Industrie, Klimaschutz und Energie
des Landes Nordrhein-Westfalen



Baustelle Ressourcenwende

Glossar

Dieses Planungshandbuch entstand im Rahmen des ReBAU-Projekts (Regionale Ressourcenwende in der Bauwirtschaft). Ziel von ReBAU ist es, das ressourcenschonende, kreislauffähige Bauen in der Strukturwandelregion Rheinisches Revier zu fördern und somit einen Beitrag zu einer neuen Baukultur zu leisten.

Die Umweltfreundlichkeit eines Gebäudes hängt nicht nur vom Energieverbrauch während der Nutzungsphase ab, sondern ergibt sich vielmehr aus den verwendeten Baustoffen und der Konstruktionsart – ein Umstand, der in der öffentlichen Wahrnehmung bislang nicht ausreichend bekannt ist. Hierfür möchte ReBAU sensibilisieren sowie entsprechende Impulse bei allen Beteiligten des gesamten Lebenszyklus Bau setzen.

ReBAU ist ein Projekt des Förderprogramms »Regio.NRW – Innovation und Transfer« (EFRE). Es wird umgesetzt von den Projektpartnern Zukunftsagentur Rheinisches Revier GmbH, Faktor X Agentur der Entwicklungsgesellschaft indeland GmbH und Bimolab gGmbH.

Einleitung	6
1 Nachhaltigkeit	9
2 Ressourcenwende	9
2.1 Ressourcen	10
2.2 Rohstoffknappheit	10
3 Ressourcenschutz	11
3.1 Reduce – Reduzieren	11
3.2 Ressourcen- und Flächeneffizienz	11
3.3 Suffizienz	12
3.4 Konsistenz	12
4 Kreislaufwirtschaft – Circular Economy	12
4.1 Reuse – Wiederverwenden	13
4.2 Recycle – Rezyklieren	13
4.3 Kreislauffähigkeit	13
4.4 Primär- und Sekundärrohstoffe	14
4.5 Upcycling und Downcycling	14
4.6 Zirkuläres Bauen	14
4.7 (Selektiv) Rückbauen	15
4.8 Urban Mining – Urbane Mine	15
4.9 Design for Disassembly – Rückbaukonzepte	16
4.10 Abfälle	16
5 Nachwachsende Rohstoffe	17
5.1 Renewable – Nachwachsende Rohstoffe	17
6 Energy – Energieeffizienz	17
6.1 Stromversorgung	18
6.2 Wärmeversorgung	18
7 Lebenszyklusanalyse/Ökobilanz	19
7.1 Betrachtungszeitraum der Ökobilanzierungen	20
7.2 Indikatoren	21
7.2.1 Nicht erneuerbare Primärenergie	21
7.2.2 Treibhauspotenzial – Global Warming Potential	21
7.2.3 Abiotischer Ressourcenverbrauch	22
7.2.3.1 Kumulierter Rohstoffaufwand/ Raw Material Index	22
7.2.3.2 Nicht Verwertete Entnahme	22
7.3 Graue Energie und graues CO ₂	23

8 Zertifizierung und Bewertung	23
8.1 Faktor X	23
8.2 ResScore	24
8.3 DGNB	25
8.4 QNG – Qualitätssiegel Nachhaltiges Gebäude	25
8.5 Cradle to Cradle®	25
9 Datenerfassung und Speicherung	26
9.1 Materialpässe	26
9.2 BIM	26
10 Regulatorische Grundlagen für innovative Wertschöpfung	27
10.1 ESG-Kriterien (Environment, Social, Governance)	28
10.2 Leasingmodelle und Rücknahmeverträge	29
10.3 Gesetze, Verordnungen und Start-ups	29
	<hr/>
Abkürzungen	32
Quellen	33

Bauen muss klima- und ressourcenschonender werden.

In Deutschland verursacht die Baubranche bis zu 40 % der Treibhausgasemissionen.¹ Zwischen 25 % und 40 % der emittierten Treibhausgase werden während der Herstellung von Gebäuden, also vor der Nutzungsphase, in die

Atmosphäre entlassen.² Bauen und Wohnen sind zu 60 % am deutschlandweiten Flächenverbrauch durch Rohstoffextraktion beteiligt. Neben dem Ver-

brauch für die Produktion ist die Bauindustrie zudem für mehr als die Hälfte des Müllaufkommens in Deutschland und der Europäischen Union verantwortlich. 2015 machte der gesamte Müll der Bauindustrie 74,5 % des kompletten Müllaufkommens aus³ und Bau- und Abbruchabfälle bilden mit 55,7 % den größten Anteil des Gesamtmüllaufkommens in Deutschland.⁴

Die Extraktion von Rohstoffen ist letztlich Ursache für eine Reihe von unerwünschten globalen Veränderungen wie Klimawandel, Verlust an Biodiversität, fruchtbares Land oder sauberem Trinkwasser.

Da die Bauwirtschaft ein besonders großer Verbraucher von Materialien ist, sind erhebliche Anstrengungen erforderlich, um die Inanspruchnahme natürlicher Res-

sourcen beim Bauen drastisch zu reduzieren. Der Bausektor kann damit jedoch einen substanziellen Beitrag leisten, um die im Pariser Klimaschutzabkommen vereinbarten Ziele zu erreichen. Die Branche steht vor drei großen Wenden: Ressourcenwende, Energiewende und Klimawende.

Weltweit ist eine Ressourcenwende notwendig. Die Weltgesellschaften müssen in Zukunft ihren Ressourcenverbrauch auf ein Maß einpendeln, das ein Funktionieren globaler Ökosysteme nicht gefährdet. Die Menschheit ist auf Ökosystemdienstleistungen angewiesen und muss

Graue Energie

▼ S. 23

Ressourceneffizienz

▼ S. 11

Rohstoffknappheit

▼ S. 10

schon aus Selbstschutz dafür sorgen, dass diese erhalten werden. Dazu ist eine Ressourcenwende unab- ▶ Ressourcenwende
dingbar. ▼ S. 9

Bei der Energiewende werden fossile ▶ Energy
Energien zunehmend durch erneuerbare Ener- ▼ S. 17
gien ersetzt. Diese Wende ist bereits in zahlreichen Gesetzen und Verordnungen verankert, so beispielsweise im Gebäudeenergiegesetz (GEG). Doch die »graue Energie«, die benötigt wird, um ein Gebäude zu erstellen, wird bislang in der Gesetzgebung nicht oder unzureichend thematisiert. Eine Überarbeitung des GEG ist abzusehen. Das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) hat in seiner »Eröffnungsbilanz Klimaschutz« Maßnahmen im Gebäudesektor angekündigt. Das GEG soll laut dem Bericht in zwei Stufen novelliert werden und die BEG-Förderung entsprechend angepasst werden.⁸

Die Klimawende zielt darauf ab, den Eintrag von klimaerwärmenden Gasen in die Atmosphäre stark zu reduzieren, um das völkerrechtlich vereinbarte Ziel zur Begrenzung der Klimaerwärmung auf 1,5 °C gegenüber vorindustriellen Zeiten zu erreichen.

Fakt: Der Abbau von Rohstoffen hat sich seit den 1970er-Jahren weltweit um einen Faktor 3,5 vervielfacht (von 26,6 Mrd. Tonnen auf 92,1 (2017)).⁵ Bauen ist in Deutschland verantwortlich für:

- 60 % des Flächenverbrauchs
- 55 % des Abfallaufkommens
- 40 % der Treibhausgasemissionen

Bis 2030 wird ein globales Wachstum der Bauindustrie von 85 % erwartet.⁶

1 Nachhaltigkeit

Nachhaltigkeit ist ein weithin verwendeter Begriff, der eine langfristige und starke Auswirkung von etwas beschreibt. Meist wird nachhaltig mit ökologisch, biologisch und/oder effizient gleichgesetzt. Einen Ursprung hat der Begriff in der Forstwirtschaft: Es soll nur so viel Holz geschlagen werden, wie auch nachwachsen kann.⁹

Der Begriff »Nachhaltigkeit« wird in den folgenden Texten nicht verwendet, denn in der Diskussion um Nachhaltigkeit hat sich eine gleichgewichtete Betrachtung ökonomischer, ökologischer und sozialer Ziele etabliert. Anders als in seiner landwirtschaftlichen Wortherkunft gibt der Begriff so nicht mehr die rein ökologische Betrachtung und Ressourceneffizienz wieder. Ökosysteme sind jedoch Grundlagen für nahezu alle ökonomischen und sozialen Entwicklungen. Durch die Gleichstellung werden Möglichkeiten zur Verrechnung zwischen ökonomischen, ökologischen und sozialen Aspekten geschaffen. So treten der Erhalt von Funktionen der globalen Ökosysteme oder das Einhalten planetarer Grenzen bei der Rohstoffentnahme in den Hintergrund. Anstatt des Begriffes Nachhaltigkeit wird im Folgenden darum von Ressourcenschutz gesprochen.

2 Ressourcenwende

Der Begriff Ressourcenwende bezeichnet eine Wende im Umgang mit unseren natürlichen Ressourcen. Nachwachsende Rohstoffe ersetzen dabei zunehmend nicht nachwachsende Rohstoffe. Zugleich wird der lineare

Wirtschaftsansatz durch einen weitgehend zirkulären Ansatz ersetzt. Ein gestärkter Kreislaufprozess verringert die

Neue Planungsansätze für die Ressourcenwende
Architektur S.7

◀ Inanspruchnahme von Deponieflächen und den Abbau (Extraktion) natürlicher Ressourcen.

2.1. Ressourcen

Unter Ressourcen wird der vorhandene Bestand von z. B. Stoffen verstanden, die in einem Prozess genutzt werden oder genutzt werden können. Eine Ressource kann materieller und immaterieller Art sein. Im umweltwissenschaftlichen Kontext wird der Begriff »Ressource« als Bezeichnung für eine »natürliche Ressource« im Sinne von Rohstoffen (extrahierte Ressourcen) verwendet.¹⁰ Auch im Folgenden werden ausschließlich natürliche Ressourcen in ihrer Quellen- oder Senkfunktion betrachtet. Zu den natürlichen Ressourcenquellen zählen beispielsweise Flächen, abiotische (nicht nachwachsende) und biotische (nachwachsende) Ressourcen einschließlich Energie und Wasser. Zu den Senken zählt beispielsweise ein Baum, also eine Masse, die Treibhausgase bindet. Eine erneuerbare Ressource kann sich über einen bestimmten, in Menschenleben messbaren Zeitraum erneuern.

2.2. Rohstoffknappheit

Wird von Rohstoffknappheit gesprochen, ist damit gemeint, dass ein oder mehrere Rohstoffe, also die natürlichen extrahierten Quellen eines Stoffs, der Bevölkerung nicht mehr in einem ausreichenden Maße zur Verfügung stehen. Stoffe werden so verbraucht, dass Regenerationsprozesse nicht schnell genug ablaufen können. So werden Ressourcen zu endlichen Ressourcen. Der »Earth Overshoot Day«, der Tag, an dem die Bevölkerung die zur Verfügung stehenden Ressourcen eines Jahres bereits aufgebraucht hat, ist in den vergangenen Jahren stetig weiter Richtung Anfang des Jahres gewandert.¹¹ Im Bau sind Rohstoffknappheiten meist eher regional und auf Flächenkonkurrenzen bei der Rohstoffgewinnung zurückzu-

führen. Beispielsweise lassen sich Kiesgruben in vielen Regionen nicht mehr vergrößern oder neu aufschließen, weil alle zur Verfügung stehenden Flächen bereits durch Siedlungs- oder Verkehrsflächen, durch Landwirtschaft oder Naturschutz in Anspruch genommen sind. ▶ PPS 4 und PPS 5 Städtebau S.34

3. Ressourcenschutz

Das Schützen von Ressourcen ist ein Standbein der Ressourcenwende. Dabei können die Methoden Konsistenz, Effizienz und Suffizienz zum Tragen kommen – Methoden zum Erreichen der Nachhaltigkeitsziele.

3.1. Reduce – Reduzieren

Reduce (engl. reduzieren) bezeichnet das Reduzieren von Ressourcenverbrauch. Darunter fallen auch Treibhausgasemissionen, Flächenverbrauch oder die Nutzung von Primärrohstoffen. Der Reduce-Ansatz zählt zu den wichtigsten Strategien, um Ressourcen zu schonen und den Ressourcenverbrauch weltweit zu senken. ▶ Reduce LPH 0 Architektur S.16

3.2. Ressourcen- und Flächeneffizienz

Der sparsame und effiziente Einsatz von Ressourcen, wie Rohstoffen, Flächen, Treibhausgasen etc., kann den ökologischen Fußabdruck unter anderem der Baubranche minimieren. Durch effizienten Materialeinsatz kann ein Gebäude den Ressourcenverbrauch um einen Faktor X im Vergleich zu einer herkömmlichen Baumethode verringern. Dabei werden Indikatoren der Ökobilanzierung angewendet. ▶ Faktor X S.23
▶ Lebenszyklusanalyse / Ökobilanz S.19

Eine Fläche wurde dann effizient genutzt, wenn auf der geringsten Grundfläche der größtmögliche und evtl. vielfältigste Nutzen geschaffen wird. Hierbei wird die geringste Flächenversiegelung angestrebt. ▶ PPS 5 Flächen intelligent beplanen Städtebau S.42

3.3. Suffizienz

Die Suffizienz beschreibt konkret den reduzierten Verbrauch von Ressourcen. Die Minimalismusbewegung, deren Mitglieder möglichst wenig Besitz anhäufen, lebt beispielsweise suffizient. Suffizientes Bauen verbraucht weniger – weniger Fläche, weniger Wasser, weniger Materialien und weniger (natürliche) Ressourcen kommen während des Lebenszyklus von Gebäuden und Gütern zum Einsatz bei gleichzeitiger Gewährleistung von Wohlbefinden und Komfort.¹²

3.4. Konsistenz

Konsistenz hat das Ziel, (natur)schädliche Techniken, Materialien, Ressourcenentnahmen etc. durch unschädliche Stoffe und Methoden zu ersetzen. Ein Beispiel für Konsistenz ist die Nutzung von nachwachsenden Materialien wie Holz, Hanf oder Stroh überall da, wo es technisch sinnvoll ist. Konsistenz ist mit der Zirkularität zusammenzudenken, damit die eingesetzten Ressourcen immer wieder verwertet werden können. Wie diese konsistente Stoffströme umgesetzt werden, beschreibt beispielsweise das folgende Kapitel »Kreislaufwirtschaft«.¹³

4. Kreislaufwirtschaft – Circular Economy

Der Begriff Kreislaufwirtschaft wird oft als Circular Economy übersetzt, deren Prinzip auf dem Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz aus dem Jahr 1996 beruht. Stoffe sollen in einer Kreislaufwirtschaft in ihren stofflichen Kreislauf geführt werden. Seit dem Inkrafttreten des Kreislaufwirtschaftsgesetzes gilt auch im Gebäuderückbau das Gebot zur Vermeidung nicht wiederverwertbarer Abfälle. Durch die Ansätze der Kreislaufwirtschaft werden nun Baustoffe, Reststoffe und Abfälle, ihre Bezeichnung und der Umgang mit ihnen neu definiert. Die CE greift einen

Schritt weiter, denn als ein ganzheitlich gedachtes Modell ist ein hochwertiger Umgang mit Reststoffen – ursprünglich mehrheitlich Abfall – vorgesehen. Eine Kreislaufwirtschaft bezieht sich nicht allein darauf, bei der Ausführung von Baumaßnahmen die Wiederverwendung ▶ [Reuse und Recycle Architektur S.17](#) bzw. die Verwendung von Baustoffen mit Recyclinganteil zu erhöhen, sondern sieht einen ganzheitlich zirkulären Wertschöpfungsprozess mit neuen Wirtschaftskonzepten vor. Dabei spielen alle Beteiligten der Wertschöpfungskette eine Rolle, einschließlich produzierender Unternehmen, Verkäufer*innen sowie Personen aus der Baubranche, der Architektur und dem Ingenieurwesen etc.

Die Kreislaufwirtschaft ist eine Alternative zur linearen Wirtschaft, in der Rohstoffe abgebaut, zu Produkten verarbeitet und nach dem Ende ihrer Nutzungsphase entsorgt werden.

4.1. Reuse – Wiederverwenden

Reuse (engl. wiederverwenden) meint die erneute Verwendung von Bauprodukten, ohne sie zu zerkleinern und somit zu rezyklieren. Dabei wird ein Downcycling vermieden. Die Produkte werden für das Wiederverwenden selektiv und schadfrei ausgebaut und gegebenenfalls aufgearbeitet. ▶ [\(Selektiv\) Rückbauen S.15](#)

4.2. Recycle – Rezyklieren

Recycle steht für möglichst sortenrein ▶ [Reuse LPH 10 Architektur S.49](#) rückführbare Produkte, die nach einer Wiederaufbereitung in einer ähnlichen Qualitätsstufe wieder nutzbar sind. Auch die Wiederverwertung ist hier gemeint, die Produkte mit einem Anteil von bereits genutztem und aufbereitetem Material beinhaltet. ▶ [Recycle LPH 5 Architektur S.33](#)

4.3. Kreislauffähigkeit

Ein Produkt, Gegenstand oder die Planung wird dann als kreislauffähig bezeichnet, wenn die Materialien wieder zurück in den werterhaltenden Stoffstromkreislauf

geführt werden können. Ein Stoffstromkreislauf ist das wiederkehrende Schöpfen von Ressourcen/Stoffen/Pro-

- ◀ dukten (Sekundärstoffe) durch **4.1.** Wiederverwenden, **4.2.** Rezyklieren oder **4.5.** Upcycling.

4.4. Primär- und Sekundärrohstoffe

Rohstoffe sind extrahierte Ressourcen. Als Primärrohstoffe werden Rohstoffe bezeichnet, die aus natürlichen (abiotischen: mineralisch, fossil / biotischen: nachwachsenden) Ressourcen der Natur entnommen werden. Als Primärrohstoffe sind sie unbearbeitet – abgesehen von dem Prozess, um sie zu gewinnen. Sekundärrohstoffe stammen hingegen nicht aus natürlichen Quellen – zumindest nicht unmittelbar. Sie werden durch Wiederaufbereitung von Primärrohstoffen gewonnen. So werden beispielsweise durch Recycling oder Aufbereitung entsorgter Materialien Sekundärrohstoffe gewonnen.¹⁴

4.5. Upcycling und Downcycling

Ein Upcycling ist im Sinne der Kreislaufwirtschaft eine höherwertige Verwendung von Produkten. Diese werden so aufbereitet, verwendet oder umgenutzt, dass ihnen in ihrem folgenden Lebenszyklus eine höherwertige Verwendungsform zukommt. Durch das Upcycling können Stoffe, Materialien oder Produkte möglichst lang im Kreislauf gehalten werden.

Ein Downcycling bezeichnet hingegen die weniger wertige Nutzung des Stoffes oder des Materials. Man spricht hier auch von einer schrittweisen Kaskadennutzung hin zu einer weniger qualitativen Einsatzform des Materials. Entsprechend einer CE sollte ein Downcycling prinzipiell vermieden werden.

4.6. Zirkuläres Bauen

In einer konventionellen Planung von Gebäuden wird linear entlang von Bau- und Zeitplänen, der HOAI (Honorarordnung für Architekten und Ingenieure) u.v. m.ge-

arbeitet. Schrittweise wird die Komplexität der Planung erhöht. Was vor dem Bau und nach der Nutzung geschieht, fällt aus der Betrachtung heraus. Auch unser aktuelles Wirtschaften folgt primär einem linearen Ansatz: Abbau von Rohstoffen – Produktion – Nutzung – Entsorgung. Um eine Kreislaufwirtschaft umzusetzen, müssen sich lineare Modelle anpassen und den Kreislaufwirtschaftsgedanken verinnerlichen. Dies wird auch den linearen Planungsansatz infrage stellen und macht die lebenszyklusweite Betrachtung z.B. in Form von Ökobilanzierungen notwendig. Ein frühzeitiges Ansetzen zirkulärer Prinzipien im ökologischen, wirtschaftlichen und sozialen Sinne wird notwendig. ▶ **Lebenszyklusanalyse / Ökobilanz**

▼ S.19

4.7. (Selektiv) Rückbauen

Um Sekundärrohstoffe und -bauteile aus heutigen Rückbauten zu gewinnen, müssen diese möglichst zerstörungsfrei ausgebaut werden. Dafür bedarf es einer sorgfältigen Rückbauplanung. Durch Bauteilproben, Betrachtung der Bauweise, des Baujahrs und Art und Anzahl konstruktiver Bauteile wird der Rückbau vorbereitet. Zudem werden geeignete Baustoffe und Bauteile zur Wiederverwendung gesucht und der Aufwand zum Ausbau in der Planung berücksichtigt. So lassen sich ein konventioneller Abriss vermeiden und wertvolle Rohstoffe weiterveräußern oder -verwenden. Die Praxis ist aktuell wenig verbreitet, ist jedoch eine uralte Planungspraktik. So können der Ausbau und die Wiederverwertung von Baumaterialien etwa anhand römischer Ziegel nachverfolgt werden, die in mittelalterlichen Bauwerken fortbestehen. Auch heute werden alte Ziegel ausgebaut, von Mörtel befreit und erneut als Vormauerziegel oder Riemchen verwendet. Ein Best-Practice-Beispiel ist das in »Baustelle Ressourcenwende – Architektur« vorgestellte Kreisarchiv Viersen. ▶ **Kreisarchiv Viersen Architektur**

S.94

4.8. Urban Mining – Urbane Mine

Eine urbane Mine bezeichnet die Betrachtung eines Gebäudes als Materiallager aus dem – wie aus einer

Mine – Rohstoffe, nämlich Sekundärstoffe gehoben werden können. Dies geschieht mit einem erheblichen Aufwand, da die Gebäude nicht so gebaut und geplant sind, dass sie einfach selektiv und schadfrei auseinandergenommen werden können.

4.9. Design for Disassembly – Rückbaukonzepte

Damit in Zukunft selektiver Rückbau nicht in Form eines Urban Minings stattfinden muss, sollten Gebäude so geplant werden, dass Details bereits für einen späteren Rückbau ausformuliert werden. Das nennt man ein »Design for Disassembly«. Dafür sind Homogenität, Trennbarkeit und Schadstofffreiheit zu berücksichtigen. Konkret müssen unterschiedliche Materialien so verbaut werden, dass sie leicht lösbar sind und sortenrein demontiert werden können. Auch Abdichtungen müssen so ausgeführt werden, dass nicht rückstandsfrei lösbare Verklebungen vermieden und lose Auflagen und Klemmverbindungen bevorzugt werden. Verbundmaterialien (Komposite) dürfen nicht zum Einsatz kommen, außer es gibt Herstellerrücknahmesysteme, die einen Wiedereinsatz oder ein Rezyklieren ermöglichen.

4.10. Abfälle

Als Abfall werden in der Kreislaufwirtschaft nur noch solche Stoffe bezeichnet, die nicht in einen erneuten Materiallebenszyklus eingehen können, also deponiert werden müssen. Demnach muss ein ressourceneffizientes und kreislaufgerechtes Gebäude Abfälle auf ein Minimum reduzieren. Damit sind Rückbau- und Bauabfälle, Restbaustoffe, Verpackungsmaterialien, Nebenprodukte und Abfallproduktion über die Nutzungsphase gemeint. Zur Vermeidung sind Prozessoptimierungen, Reparierbarkeit und selektive Rückbauten förderlich.

Reduce LPH 8
Architektur S. 44

(Selektiv) Rückbauen
▲ S. 15

5. Nachwachsende Rohstoffe

Als nachwachsende Rohstoffe (NaWaRo) werden organische Rohstoffe bezeichnet. Neben Holz kommen bereits Faserstoffe und Halme zum Einsatz. Sie werden beispielsweise zur Dämmung genutzt. Die Verwendung von nachwachsenden Rohstoffen bringt viele Vorteile in der Ökobilanz und somit in der Ressourcenschutz Betrachtung. Denn in Pflanzen kann CO₂ gespeichert werden, das bis zum Lebensende durch Verbrennung nicht freigesetzt und somit gebunden ist.

Ob ein komplettes Umstellen auf Holzbauten möglich wird, muss noch genauer untersucht werden. Erste Forschungen dazu präsentierte 2022 das Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung in der Fachzeitschrift Nature Communications im Beitrag zum Thema der »Flächennutzungsänderungen und Kohlenstoffemissionen bei einer Umstellung auf Holzstädte«. Die Autor*innen kommen zu dem Schluss, dass nicht klar sei, ob die erhöhte Nachfrage nach Holz mit verfügbaren Anbauflächen gedeckt werden kann. Hier gilt es, Alternativen zu identifizieren.

5.1. Renewable – Nachwachsende Rohstoffe

Renewable (engl. nachwachsend, erneuerbar) bezeichnet Produkte oder Materialien, deren Rohstoffe in weniger als 100 Jahren regeneriert werden, also nachwachsen können. Teil der Betrachtung sind Langlebigkeit und Oberflächenbehandlung der Produkte.

► Renewable LPH 3
Architektur S. 27

6. Energy – Energieeffizienz

Für die systematische Verbesserung der Umweltp performance von Gebäuden und Siedlungen in Deutschland und Europa fokussieren sich Vorgaben und Richtlinien bislang ausschließlich auf die Steigerung der Energieeffizienz während der Gebäudenutzung. In Deutschland wur-

de dies sehr erfolgreich in den späten 1970er-Jahren mit der ersten Wärmeschutzverordnung begonnen. Bis heute konnte in einzelnen Gebäuden der spezifische Energieverbrauch für die Beheizung von Gebäuden und die Versorgung mit Warmwasser von mehr als 350 kWh/m²/a mit dem aktuellen Gebäudeenergiegesetz auf rund 50 kWh/m²/a gesenkt werden. Das entspricht rund 7/8 des theoretisch Möglichen.¹⁵ Weitere Steigerungen der Energieeffizienz sind kaum noch möglich, da der zu erwartende Grenzaufwand weiterer Maßnahmen den erzielbaren Grenznutzen häufig überschreitet. Die ganzheitliche Sicht

◀ auf die Ressourcenwende und ihre Potenziale für Klima- und Ressourcenschutz wurden und werden bislang nur punktuell betrachtet.

PPS 8 Innovatives
Energiekonzept
entwickeln
Städtebau S.50

6.1. Stromversorgung

Stromversorgung (im Sinne des Gebäude- und Städtebaus) ist die Versorgung eines Gebäudes, eines Quartiers oder einer Siedlung mit Elektrizität. Diese erfolgt meist zentral über ein Verteilnetz eines Leitungsnetzbetreibers. Theoretisch denkbar ist jedoch auch eine dezentrale Versorgung durch ein autarkes Netz innerhalb eines Gebäudes, Quartiers oder einer Siedlung.

6.2. Wärmeversorgung

Wärmeversorgung (im Sinne des Gebäude- und Städtebaus) ist die Versorgung eines Gebäudes, eines Quartiers, einer Siedlung mit Wärme (oder Kälte). Diese kann zentral oder dezentral gelöst werden. Über ein Verteilnetz eines Wärme- oder Kältenetzbetreibers können unterschiedliche Skalierungen von einzelnen Gebäudegruppen bis zu ganzen Kommunen beliefert werden. Eine dezentrale Wärmeversorgung erfolgt im Gebäude. Für die Gewinnung der Wärme/Kälte stehen zahlreiche Technologien zur Verfügung, die erneuerbare oder nicht erneuerbare Energieträger oder einen Mix daraus mono- oder bivalent einsetzen. Auch Kombinationslösungen von Wärme- und

Lüftungstechnik können beispielsweise durch Wärmehückgewinnung zum Einsatz kommen.

7. Lebenszyklusanalyse / Ökobilanz

Eine Ökobilanzierung (LCA – Life Cycle Assessment) ist eine systematische Analyse der Umweltwirkungen von Produkten, Baustoffen oder ganzen Gebäuden. In einer Ökobilanzierung werden umfangreiche Daten erhoben. Dazu werden Daten über den kompletten Lebenszyklus zu allen umweltrelevanten Fragen erfasst. Nach DIN EN ISO 14040 ist eine solche Lebenszyklusanalyse in vier Schritte untergliedert und folgt einem spezifischen Muster.

- Festlegung und Ziel des Untersuchungsrahmens (für objektive Vergleichbarkeit)
- Sachbilanz
- Wirkungsabschätzung
- Auswertung

Die DIN-Regularien für Lebenszyklusanalysen wurden ursprünglich vorwiegend für Produkte (Gebrauchsgüter) eingeführt. Einige Bestandteile der DIN-Norm lassen sich auf die Betrachtung von Gebäuden übertragen. Lebenszyklusanalysen von Gebäuden kennen folgende Lebenszyklusphasen:

- A1–3: Produktherstellung
 - A1: Rohstoffbeschaffung
 - A2: Transport
 - A3: Produktion
- A4: Transport Werkstor – Baustelle
- A5: Errichtung / Einbau
- B1: Nutzung
- B2: Instandhaltung
- B3: Instandsetzung
- B4: Austausch

- B5: Modernisierung
- B6: Energieverbrauch im Betrieb
- B7: Wasserverbrauch im Betrieb
- C1: Rückbau/Abriss
- C2: Transport
- C3: Abfallverwertung
- C4: Abfallentsorgung
- D: Potenzial für Wiederverwertung, Rückgewinnung und Recycling

7.1. Betrachtungszeitraum der Ökobilanzierungen

Gebäude haben im Vergleich zu Gebrauchsgütern wie Staubsaugern oder Fernsehern eine sehr lange Lebensdauer. Welche Grenzen der Lebenszyklusbetrachtung bei Gebäuden zu setzen sind, kann kontrovers diskutiert werden. Üblicherweise überdauern Gebäude 50 bis 80 Jahre, häufig auch längere Lebenszyklen. Über diese Zeiträume findet selbstverständlich ein technologischer Wandel statt. In der Errichtungsphase von Gebäuden können quantifizierbare Annahmen über CO₂-, Energie- oder Rohstoffeinsparungen für den Fall einer möglichen Wiederverwendung, eines Recyclings oder einer thermischen Verwertung nach dem Rückbau des Gebäudes nur bedingt

getroffen werden. Fließen diese dennoch quantitativ in eine Bewertung ein, können systematische Fehler in einer Ökobilanz auftreten.

In etablierten Bewertungssystemen zur Nachhaltigkeit von Gebäuden werden dennoch Betrachtungsweisen bis zum Ende des Gebäudelebens und darüber hinaus vorgenommen. Diese Betrachtungsweise ist sogar in den Bilanzierungsregeln für nachhaltige Wohngebäude des Bundes festgeschrieben. Faktor X und ReBAU setzen sich für eine getrennte Betrachtung von Gebäudelebenszyklus (Phase A–B) und Rückbau (Phase C–D) ein, um beiden Prozessen hinsichtlich des Ressourcenverbrauches und der Kreislaufführung gerecht zu werden.

Eignungskriterien für den Ressourcenschutz formulieren LPH 6 Architektur S. 37

Zertifizierung und Bewertung S. 23

7.2. Indikatoren

Eine Ökobilanzierung setzt sich aus vielen verschiedenen Werten zusammen – den Indikatoren. Um die Ressourceneffizienz zu bewerten, werden spezifische Indikatoren mit generischen Ökobilanzdaten ermittelt, die dann mit anderen Gebäuden, Materialien oder Bauteilen verglichen werden können. Im Folgenden sind drei Indikatoren herausgenommen, die in der Berechnung mit Faktor X als Grundlage zur Bewertung dienen.

7.2.1. Nicht erneuerbare Primärenergie (Primary Energy Non Renewable, Total – PENRT)

Der Kennwert PENRT steht für die Gesamtheit des nicht erneuerbaren primärenergetisch bewerteten Aufwands, der im Zusammenhang mit der Herstellung, dem Transport, der Nutzung und der Beseitigung eines Produkts entsteht bzw. diesem ursächlich zugewiesen werden kann. Die gebräuchliche Einheit ist MJ/t. Bei Faktor X ist PENRT auf kWh/t umgerechnet. Neben der energetischen Verwendung werden der nichtenergetische Verbrauch sowie der stoffgebundene Energieinhalt berücksichtigt.

7.2.2. Treibhauspotenzial – Global Warming Potential

Mit dem Global Warming Potential (GWP) wird die potenzielle Wirkung eines Materials, Baustoffs oder Gebäudes auf die Erwärmung der Atmosphäre bezeichnet und damit adressiert dieser Indikator die Klimawirkung eines Produkts. Die Klimawirkungen von verschiedenen Treibhausgasen werden in CO₂-Äquivalente umgerechnet. Diese haben als Wert die Einheit kg CO₂e.

7.2.3. Abiotischer Ressourcenverbrauch (RI abio)

Der abiotische Ressourcenverbrauch oder Ressourcen-Input (RI abio) setzt sich aus dem kumulierten Rohstoffaufwand und der nicht verwerteten Entnahme (»ökologischer Rucksack«) von nicht nachwachsenden Rohstoffen zusammen.

7.2.3.1 Kumulierter Rohstoffaufwand (KRA)/ Raw Material Index (RMI)

Als kumulierter Rohstoffaufwand (KRA) wird die Summe der zur Bereitstellung eines Produkts eingesetzten Rohstoffmengen (außer Wasser und Luft) entlang der Wertschöpfungskette beschrieben. Für RI abio wird nur der kumulierte Aufwand an nicht nachwachsenden Rohstoffen betrachtet.

7.2.3.2 Nicht verwertete Entnahme (NVE)

Stoffentnahme ist die Entfernung von Stoffen oder Stoffgemischen aus der Natur oder deren räumliche Verlagerung innerhalb der Natur infolge menschlicher Aktivitäten. Man unterscheidet zwischen verwerteten und nicht verwerteten Entnahmen

- Als verwertet oder genutzt werden Entnahmen bezeichnet, wenn die entnommenen Stoffe oder Stoffgemische direkt weitergenutzt werden (z. B. in einem Aufbereitungsprozess).
- Als nicht verwertet werden Entnahmen bezeichnet, bei denen die verlagerten Stoffe oder Stoffgemische in der Natur verbleiben (z. B. als deponierter Abraum der Kohlegewinnung oder Folge der Erosion).¹⁶

7.2.4 Graue Energie und graues CO₂

Im Bauwesen umfasst die sogenannte graue Energie alle versteckten Energien, die vor der Nutzungsphase eines Gebäudes aufgewendet wurden. Graue Energie weist eine große Schnittmenge mit dem PENRT auf, ist jedoch nicht synonym zu verwenden.

Zur grauen Energie zählen die Gewinnung, Herstellung und Verarbeitung von Baustoffen, der Transport von Menschen, Maschinen, Bauteilen und Materialien zur Baustelle und der Einbau von Bauteilen im Gebäude. Mit steigender Energieeffizienz sowohl von Produkten als auch von Gebäuden nimmt die Relevanz der grauen Energie zu, da der Anteil der grauen Energie am Gesamtenergieverbrauch im Lebenszyklus mit sinkendem Energieverbrauch in der Nutzungsphase steigt.

Gleiches gilt für graues CO₂, das die versteckten Treibhausgasemissionen im Herstellungsprozess beschreibt.

8. Zertifizierung und Bewertung

Eine Ökobilanz kann durch Bauplanende als Informationsquelle zur Bewertung von Ressourcenschutz herangezogen werden. Sie kann aber auch Instrument für eine externe Bewertung oder Zertifizierung sein. Verschiedene Einrichtungen, Ansätze und Instanzen zertifizieren oder bewerten die Nachhaltigkeit, Kreislauffähigkeit oder Ressourceneffizienz von Gebäuden.

8.1. Faktor X

Die Faktor X-Methode betrachtet Gebäude über 50 Jahre und schließt die Phasen C (Rückbau/Abriss) und D (Potenzial für Wiederverwertung, Rückgewinnung und Recycling) aus der Betrachtung aus.

Der »Faktor X« benennt den Faktor, um den die Ressourceneffizienz eines Gebäudes gesteigert wird, und wertet dies über einen Lebenszyklus von 50 Jahren aus. Demnach würde »Faktor 2« eine doppelte Effizienz und »Faktor 4« eine vierfache Effizienz, also einen halbierten oder geviertelten Ressourcenverbrauch benennen. Verglichen wird das konkret geplante Gebäude jeweils mit einem regionalen Referenzgebäude mit ähnlicher Architektur.

Die Faktor X Agentur der Entwicklungsgesellschaft indeland GmbH hat in der Region Siedlungen entwickelt, die diesen Faktor verpflichtend als Vertragsbestandteil mit Bauherrschaften in Neubausiedlungen eingeführt haben. Die Prüfung erfolgt über das von der Agentur entwickelte Klima- und Ressourcenschutz-Tool »KuRT«. Um die Ressourceneffizienz zu erhöhen, werden folgende Strategien angewendet:

- Verwendung von Baustoffen mit geringem Ressourcenbedarf bei der Herstellung und Leichtbau
- Nutzung nachwachsender Baustoffe (z.B. Holz, Hanf und Stroh)
- Verwendung von recycelten Rohstoffen (z.B. Recyclingbeton mit 45% Zuschlag aus Betonbruch, RCL-Schotter als kapillarbrechende Schicht oder Zellulosedämmung als alten Zeitungen)
- Planung mit langlebigen Materialien und die Beachtung der Reparierbarkeit

8.2. ResScore

Der ResScore, kurz für Resource Score, ist eine optisch an bekannte Effizienzklassifizierungen angelehnte Bewertung des spezifischen nicht erneuerbaren Primärenergieverbrauchs, der Treibhausgasemissionen und des kumulierten Verbrauchs nicht nachwachsender Rohstoffe einschließlich der damit verbundenen nicht verwerteten Materialentnahme aus der Natur.

Die zeitlichen Bilanzgrenzen des ResScore beginnen bei der Herstellung der Baumaterialien und enden

nach 50 Jahren Betrieb des Gebäudes. Der mögliche Rückbau und die Entsorgung von Materialien nach der langen Lebensdauer eines Gebäudes (von 50, 80 oder mehr Jahren) werden bewusst nicht in die Bilanz einbezogen. Der ResScore bildet daher die Inanspruchnahme von Ressourcen beim Bau von Gebäuden und Quartieren realitätsnah ab.

8.3. DGNB

Die Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB) ist eine nichtstaatliche Organisation, die ein Zertifizierungssystem für die Bewertung der Nachhaltigkeit von Neubauten, Quartieren, Innenräumen und Bestandsgebäuden entwickelt hat. Die gemeinnützige Gesellschaft wurde 2007 von 16 Organisationen aus der Bau- und Immobilienwirtschaft gegründet. Im Gegensatz zu anderen Zertifizierungs- und Bewertungssystemen (z.B. LEED oder BREEAM) betrachtet die DGNB die drei Nachhaltigkeitsäulen Ökologie, Ökonomie und Soziales gleichwertig. Die Gewichtung der Ökologie für das Erhalten eines Zertifikates liegt dabei deutlich niedriger als bei anderen Zertifizierern, wohingegen die Ökonomie bei keinem anderen System eine so hohe Gewichtung erhält wie bei der DGNB.

8.4. QNG – Qualitätssiegel Nachhaltiges Gebäude

Beim staatlichen Gütesiegel »Qualitätssiegel Nachhaltiges Gebäude« (QNG) werden zur Bewertung von Gebäuden die Kriterien von DGNB, NaWoh (Qualitätssiegel Nachhaltiger Wohnungsbau) und BNK (Bewertungssystem Nachhaltiger Kleinwohnhausbau) herangezogen. Werden die durch das Programm formulierten Vorgaben erfüllt, können Fördergelder der KfW Bank beantragt werden.¹⁷

8.5. Cradle to Cradle®

Das Cradle to Cradle® (C2C) ist ein von Prof.Dr. Michael Braungart, William McDonough und der Environmental Protection Encouragement Agency (EPEA) Hamburg entwickeltes Designprinzip, das die Verwendung von

Produkten »von der Wiege zur Wiege« beschreibt. Die Produkte werden dabei bis in den nächsten Lebenszyklus hinein betrachtet. Die EPEA bietet ein Zertifikat an, das die einzelnen Materialien in Gebäuden nach diesen Prinzipien bewertet.¹⁸ Kritische Stimmen beanstanden, dass C2C ursprünglich für Gebrauchsgüter des mittelfristigen Bedarfs (z.B. Kleidung und Schuhe) entwickelt wurde und sich darum nicht direkt auf Gebäude übertragen lasse, weil die Lebenszeiträume dieser Güter wesentlich kürzer und dadurch absehbarer sind. Ein Gebäude bleibt hingegen meist weit über 50 Jahre erhalten. Technologischer Fortschritt, gesellschaftliche Veränderungen und Trends machen es nicht absehbar, ob und wie ein Gebäude in einem späteren Rückbau auseinandergenommen, rezykliert oder wiederverwertet wird.

9. Datenerfassung und Speicherung

9.1. Materialpässe

Materialpässe sind digitale oder analoge Datensets, die Informationen über Materialien, Fügung und Verarbeitung eines Gebäudes oder Produkts enthalten. Sie speichern beispielsweise Informationen über die Zusammensetzung von Materialien, Schadstoffe, Verbindungsart oder Feuerfestigkeit. Die Speicherung der Daten kann bei Fragen rund um Rückbau- und Wiederverwendbarkeit sowie Reparierbarkeit nach dem Lebensende des Gebäudes unterstützen. Die Pässe können sowohl rein digital gespeichert als auch durch z.B. QR-Codes an den Bauteilen zugänglich gemacht werden. Sie werden bei Reparaturen, bei Umbauten oder Sanierungen und dem Rückbau relevant.

Materialpass erstellen LPH 9
Architektur S. 46

9.2. BIM

Beim »Building Information Modelling« (BIM) wird ein digitales, dreidimensionales Abbild des Gebäudes

und aller seiner Bestandteile erstellt. Man spricht daher auch von einem digitalen Zwilling. Dieses digitale Gegenstück kann bereits vor der physischen Entstehung eines Gebäudes Aufschluss über z.B. dessen Emissionswerte, Konstruktionsweise und Rückbaubarkeit bieten. Diese Daten können ferner für vergleichende Betrachtungen herangezogen werden und im Sinne einer Dokumentation Bauteileigenschaften über den Lebenszyklus hinweg speichern, wenn Schnittstellen und Speichermedien dies zulassen.

Materialpässe können aus BIM-Modellen generiert oder in diese eingetragen werden. Beide können jedoch auch unabhängig voneinander existieren.

BIM-Modell erstellen LPH 3
Architektur S. 24

10. Regulatorische Grundlagen für innovative Wertschöpfung

Ambitionen zu ressourceneffizienter oder zirkulärer Architektur werden oftmals als im Vergleich zu konventionellen Gebäuden zu kostspielig abgetan. Diese Betrachtungsweise kann jedoch entkräftet werden. Einige ökologische Produkte und Vorgänge sind zwar noch kostenintensiver als ihre konventionellen Pendanten. Doch lässt sich dies in der Regel auf vorherrschende Wirtschaftsprinzipien und Vorbehalte sowie fehlende Aufklärung und Ausbildung zurückführen. So passen Angebot und Nachfrage beim ökologischen Bauen häufig noch nicht zueinander, viele Arbeitsprozesse sind bislang nicht erprobt und die Planungen erfordern noch eine intensivere Recherche.

Viele Planende und Ausführende sind mit Ökobilanzierungen, Rückbauprozessen und Bauproduktalternativen nicht vertraut, lehnen diese pauschal ab oder berechnen nur die zusätzlichen Kosten für die Ausführung.

Um diese Hürden zu überwinden, gilt es, neben der zirkulären ressourcenschonenden Planung und Ausführung von Gebäuden auch innovative

Alternative Wirtschaftskonzepte einplanen LPH 1
Architektur S. 19

Wertschöpfungsmodelle und neue Honorarmodelle zu etablieren.

Für ein Umdenken sprechen nicht mehr nur Umweltkriterien, sondern auch Baustoffpreissteigerungen sowie neue Gesetzeslagen und Förderprogramme.

10.1. Environment, Social, Governance – ESG-Kriterien

Maßnahmen zum Ressourcenschutz können seit den ESG-Kriterien (Environment, Social, Governance) der EU-Taxonomie auch die Investitionsentscheidungen im Bausektor beeinflussen. Darin werden Umweltwirkung (Environment), soziale Auswirkungen (Social) und verschiedene Positionierungen zum Thema Unternehmensführung (Governance) bewertet.

Ende März 2022 beschloss das EU-Gremium Platform on Sustainable Finance, die Kriterien für die Finanzierung von neuen Gebäuden zu verschärfen, um die Wende hin zur Kreislaufwirtschaft ◀ Circular Economy zu fördern. Dafür soll ein Kriterienkatalog entstehen, der die Einhaltung folgender Punkte fordert:¹⁹

Kreislaufwirtschaft
▲ S.12

Reuse
▲ S.13

Recycle
▲ S.13

Lebenszyklusanalyse
▲ S.19

Nachwachsende Rohstoffe
▲ S.17

- ◀ • die Wiederverwendung oder das Recycling von mindestens 90 % der Bau- und Abbruchabfälle auf Baustellen entlang der Checkliste des EU-Protokolls
- ◀ • öffentlich zugängliche Ökobilanzen der gesamten Gebäude gemäß EN 15978
 - 50 % der Gebäude sollen aus einer Kombination von wiederverwendeten Komponenten und Baustoffen aus erneuerbaren oder recycelten Stoffen bestehen
 - Baupläne und -techniken, die die Kreislaufwirtschaft unterstützen

Die ESG-Kriterien werden voraussichtlich alle drei Jahre überprüft. Die Erfahrungen zur Bewertung der

Energieeffizienz von Gebäuden lassen vermuten, dass die Kriterien verschärft werden. Neben den Klimaschutzargumenten werden auch politische und wirtschaftliche Bestrebungen ins Auge gefasst, die darauf abzielen, die Kreislaufwirtschaft voranzutreiben, die Entstehung neuer Marktteilnehmenden zu begünstigen und den Wettbewerbsdruck zu erhöhen.²⁰

10.2. Leasingmodelle und Rücknahmeverträge

Der Umgang mit Baustoffen und Ausbauelementen muss neu gedacht werden. Miet- und Leasingmodelle gibt es nicht nur für Autos und Möbel, Waschmaschinen oder Ausstattung, sondern auch für Teppiche, Licht oder sogar für Leichtbauwände.

Mit Rücknahmeverträgen verpflichten sich Herstellende, ihre Baustoffe bei einem Rückbau des Gebäudes vollständig zurückzunehmen. Als Sachverständige für das Produkt und das Material können sie dann dessen Wieder- und Weiterverwendung herbeiführen, das Pro- ▶ [The Cradle Architektur](#) S.64

10.3. Gesetze, Verordnungen und Start-ups

Um Bauteile wiederzuverwenden oder Materialien mit Recyclinganteil einzusetzen, sind gesetzliche Richtlinien zu beachten. Das Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen, kurz Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG), setzt einen stufenweisen Umgang mit Abfällen (Abfallhierarchie) voraus: An höchster Stelle steht die Vermeidung von Müll; die Wiederverwendung hat Vorrang gegenüber dem Recyceln; eine Deponierung von Müll soll ganz vermieden werden.

Die Abfallverzeichnis-Verordnung (AVV) regelt zudem die Deklaration von Abfällen und Ersatzstoffen (auch Sekundärstoffen). Dabei fällt jedes Material, das nach seinem Lebensende keiner weiteren Nutzung zugeschrieben wird, unter das Abfallrecht. Dies hat zur Folge,

dass Materialien vor einer möglichen Wiederverwertung ihren Produktstatus durch Zertifizierung wiedererlangen müssen. Dies beinhaltet die Prüfung auf Schadstoffe oder bautechnische Eigenschaften (Zulassung im Einzelfall).

Wird das Material noch bevor es als Abfall deklariert wird, vertraglich als Bauteil für eine neue Nutzung festgelegt und übernimmt hier ein*e Vertragspartner*in die Gewährleistung für den fachgerechten Einbau und die Eignung des Bauteils, kann das Bauteil teilweise auch ohne eine Folgezertifizierung in eine Weiterverwendung kommen.

Die Einführung der EU-Taxonomie wird die Bedingungen für Investitionen in der Baubranche verändern und neue Anreize für ökologische Bauweisen schaffen. Es bleiben jedoch noch viele Fragen offen, etwa zur Datenspeicherung von Gebäuden und Materialpässen oder zu Lieferkettenabläufen zwischen geteilten, geliehenen, wiederverwendeten und aufbereiteten Materialien. Die Baubranche steht vor einem Umbruch: Neue Ideen und Modelle werden den Markt bereichern und die Rahmenbedingungen aller Voraussicht nach langfristig verändern.

Abkürzungen

AVV	Abfallverzeichnis-Verordnung
BIM	Building Information Modelling
BNK	Bewertungssystem Nachhaltiger Kleinwohnhausbau
BREEAM	Building Research Establishment Environmental Assessment Method
C2C	Cradle to Cradle®
DGNB	Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen
EPEA	Environmental Protection Encouragement Agency
ESG	Environment, Social, Governance (ESG-Kriterien)
EU	Europäische Union
GWP	Global Warming Potential
KEA	kumulierter Energieaufwand
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
KRA	kumulierter Rohstoffaufwand
KrWG	Kreislaufwirtschaftsgesetz
KuRT	Klima- und RessourcenschutzTool der Faktor X Agentur
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design
NaWoh	nachwachsende Rohstoffe
NVE	nicht verwertete Entnahme
PENRT	Primary Energy Non-Renewable Total
QNG	Qualitätssiegel Nachhaltiges Gebäude
QR	Quick Response
RMI	Raw Material Index

Quellen

- 1 Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) (Hrsg.) (2020): Umweltfußabdruck von Gebäuden in Deutschland. Kurzstudie zu sektorübergreifenden Wirkungen des Handlungsfelds »Errichtung und Nutzung von Hochbauten« auf Klima und Umwelt. BBSR-Online-Publikation 17/2020, Bonn, Dezember 2020.
- 2 UBA (2019): Energieaufwand für Gebäudekonzepte im gesamten Lebenszyklus, Abschlussbericht. Nr. 132/2019; Umweltbundesamt, Dessau, 2019.
- 3 PRS Briefing (2015): »Understanding waste streams« European Parliament Briefing, Members' Research Service.
- 4 Destatis (2021): Statistisches Bundesamt, Abfallaufkommen in Deutschland im Jahr 2019 weiter auf hohem Niveau, Pressemitteilung Nr. 261, 4. Juni 2021.
- 5 IRP (2019): Global Resources Outlook 2019: Natural Resources for the Future We Want. Oberle B., Bringezu S., Hatfield-Dodds S., Hellweg S., Schandl H., Clement J., and Cabernard L., Che N., Chen D., Droz-Georget H., Ekins P., Fischer-Kowalski M., Flörke M., Frank S., Froemelt A., Geschke A., Haupt M., Havlik P., Hüfner R., Lenzen M., Lieber M., Liu B., Lu Y., Lutter S., Mehr J., Miatto A., Newth D., Oberschelp C., Obersteiner M., Pfister S., Piccoli E., Schaldach R., Schüngel J., Sonderegger T., Sudheshwar A., Tanikawa H., van der Voet E., Walker C., West J., Wang Z., Zhu B. A Report of the International Resource Panel. United Nations Environment Programme. Nairobi, Kenya.
- 7 CIOB (2015): Annual Review & Accounts, Blythe C., London.
- 8 Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (2022): Eröffnungsbilanz Klimaschutz, www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/Energie/220111_eroeffnungsbilanz_klimaschutz.pdf/ eingesehen 23.08.22.
- 9 UBA – nach: Bundesregierung (2013): Die nationale Nachhaltigkeitsstrategie.
- 10 Dosch (2015): Potenzialstudie ressourceneffizientes Sanieren im Bestand im indeland, Entwicklungsgesellschaft indeland GmbH, August 2015.
- 11 www.overshootday.org/ eingesehen 23.08.2022.
- 12 EPBD (2022): Antrag 85 des Entwurfsberichts zur Novellierung der Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden – Energy Performance Buildings Directive (EPBD): www.re-source.com/wp-content/uploads/2022/07/EUP-2022-Draft-EPBD-Rapporteurs-Report.pdf/ eingesehen 21.11.2022.
- 13 BUND (2022): Aljets J., Kappel E.: Worauf warten, gemeinsam Alternativen leben, www.bund-bawue.de/themen/mensch-umwelt/nachhaltigkeit/nachhaltigkeitsstrategien/ eingesehen 04.10.2022.
- 14 Wertstoffblog (2015): <https://wertstoffblog.de/2015/09/01/primaer-und-sekundaerrohstoffe-eine-definition/> eingesehen 07.04.2022.
- 15 Umweltbundesamt (2019): Wohnen und Sanierung Empirische Wohngebäude-daten seit 2002. Metzger S., Walikewitz N., Jahnke K. – co2online gemeinützige GmbH; Otto M., Grondey A. – SEnerCon; Fritz S. – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg.
- 16 Faktor X (2020): Glossar, www.faktor-x.info/wissenswertes/glossar?tx_dpnglossary_glossary%5Baction%5D=show&tx_dpnglossary_glossary%5Bcontroller%5D=Term&tx_dpnglossary_glossary%5Bterm%5D=20&cHash=811649d5bf288ad1964b4849261ccfaa/ eingesehen 21.11.2022.
- 17 BMWSB (2022): Qualitätssiegel Nachhaltiges Gebäude, Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen, Berlin 2022.
- 18 EPEA (2022): epea.com/leistungen/gebaeude/ eingesehen 21.11.2022.
- 19 PoSF (2022): Platform on Sustainable Finance: Technical Working Group, Part B – Annex: Technical Screening Criteria (Buildings), March 2022.
- 20 VDI (2021): Rothmeier J., Kurzanalyse Nr. 29: Neue Geschäftsmodelle und Ressourceneffizienz, VDI Zentrum Ressourceneffizienz GmbH, Berlin.

Impressum

Herausgeben von:

ReBAU – Regionale Ressourcenwende in der Bauwirtschaft
www.rebau.info

ReBAU Projektpartner:



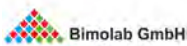
Zukunftsagentur Rheinisches Revier
 Am Brainergy Park 21, 52428 Jülich
www.rheinisches-revier.de



Entwicklungsgesellschaft indeland GmbH
 Bismarckstraße 16, 52351 Düren
www.indeland.de



Faktor X Agentur
 der Entwicklungsgesellschaft indeland GmbH
www.faktor-x.info



Bimolab gGmbH
 Am Kuhfuß 21, 59494 Soest
www.bimolab.de

Autor*innen:

Lillith Kreiß, Magdalena Zabek, Klaus Dosch, Janika Ketzler, Anne Albrecht

Verantwortlich für die Inhalte:

Zukunftsagentur Rheinisches Revier
 Faktor X Agentur der Entwicklungsgesellschaft indeland
 Das Copyright für die Texte liegt bei den Autor*innen.
 Das Copyright für die Abbildungen liegt bei den Fotograf*innen
 bzw. den Inhaber*innen der Bildrechte.

Veröffentlicht:

Dezember 2022
 Vertriebsinformationen sind zu finden unter:
www.issue.com/baustelle-ressourcenwende
 und
www.rebau.info

Gefördert durch:



EUROPÄISCHE UNION
Investition in unsere Zukunft
Europäischer Fonds
für regionale Entwicklung



EFRE.NRW
Investitionen in Wachstum
und Beschäftigung

Ministerium für Wirtschaft,
Industrie, Klimaschutz und Energie
des Landes Nordrhein-Westfalen

