

# 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.

<b>Einleitung</b>	<b>6</b>
<b>1 Nachhaltigkeit</b>	<b>9</b>
<b>2 Ressourcenwende</b>	<b>9</b>
2.1 Ressourcen	10
2.2 Rohstoffknappheit	10
<b>3 Ressourcenschutz</b>	<b>11</b>
3.1 Reduce – Reduzieren	11
3.2 Ressourcen- und Flächeneffizienz	11
3.3 Suffizienz	12
3.4 Konsistenz	12
<b>4 Kreislaufwirtschaft – Circular Economy</b>	<b>12</b>
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
<b>5 Nachwachsende Rohstoffe</b>	<b>17</b>
5.1 Renewable – Nachwachsende Rohstoffe	17
<b>6 Energy – Energieeffizienz</b>	<b>17</b>
6.1 Stromversorgung	18
6.2 Wärmeversorgung	18
<b>7 Lebenszyklusanalyse/Ökobilanz</b>	<b>19</b>
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 <sub>2</sub>	23

<b>8 Zertifizierung und Bewertung</b>	<b>23</b>
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
<b>9 Datenerfassung und Speicherung</b>	<b>26</b>
9.1 Materialpässe	26
9.2 BIM	26
<b>10 Regulatorische Grundlagen für innovative Wertschöpfung</b>	<b>27</b>
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.<sup>1</sup> Zwischen 25 % und 40 % der emittierten Treibhausgase werden während der Herstellung von Gebäuden, also vor der Nutzungsphase, in die

Atmosphäre entlassen.<sup>2</sup> 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 aus<sup>3</sup> und Bau- und Abbruchabfälle bilden mit 55,7 % den größten Anteil des Gesamtmüllaufkommens in Deutschland.<sup>4</sup>

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.<sup>8</sup>

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)).<sup>5</sup> 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.<sup>6</sup>

## 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.<sup>9</sup>

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.<sup>10</sup> 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.<sup>11</sup> 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.<sup>12</sup>

### 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«.<sup>13</sup>

## 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.<sup>14</sup>

#### 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 CO<sub>2</sub> 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/m<sup>2</sup>/a mit dem aktuellen Gebäudeenergiegesetz auf rund 50 kWh/m<sup>2</sup>/a gesenkt werden. Das entspricht rund 7/8 des theoretisch Möglichen.<sup>15</sup> 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 CO<sub>2</sub>-, 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 CO<sub>2</sub>-Äquivalente umgerechnet. Diese haben als Wert die Einheit kg CO<sub>2</sub>e.

### 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).<sup>16</sup>

### 7.2.4 Graue Energie und graues CO<sub>2</sub>

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 CO<sub>2</sub>, 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.<sup>17</sup>

## 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.<sup>18</sup> 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:<sup>19</sup>

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.<sup>20</sup>

## 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 Produkt aufbereiten und weiterverkaufen.

► 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/](http://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/](http://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/](http://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/](http://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/](http://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/](http://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  
 E: [info@rebau.info](mailto:info@rebau.info)  
[www.rebau.info](http://www.rebau.info)

## ReBAU Projektpartner:



Zukunftsagentur Rheinisches Revier  
 Am Brainergy Park 21, 52428 Jülich  
[www.rheinisches-revier.de](http://www.rheinisches-revier.de)



Entwicklungsgesellschaft indeland GmbH  
 Bismarckstraße 16, 52351 Düren  
[www.indeland.de](http://www.indeland.de)



Faktor X Agentur  
 der Entwicklungsgesellschaft indeland GmbH  
[www.faktor-x.info](http://www.faktor-x.info)



Bimolab gGmbH  
 Am Kuhfuß 21, 59494 Soest  
[www.bimolab.de](http://www.bimolab.de)

## Autor\*innen:

Lillith Kreiß, Magdalena Zabek, Klaus Dosch, Janika Ketzler,  
 Anne Albrecht, Alina Porz, Astrid Dahmen

## Lektorat:

Editos, Köln

## Grafische Konzeption und Layout:

Serve and Volley, [www.serveandvolley.studio](http://www.serveandvolley.studio)

## Gesamtherstellung:

Druckerei Kettler, Bönen

## 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](http://www.issue.com/baustelle-ressourcenwende)  
 und  
[www.rebau.info](http://www.rebau.info)

**Gefördert durch:**



EUROPÄISCHE UNION  
Investition in unsere Zukunft  
Europäischer Fonds  
für regionale Entwicklung



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

