

## Kreislaufwirtschaft im Gebäudebereich: Low-Tech Gebäude, Haustechnik und Gestaltung

- Low-Tech Gebäude als nachhaltiges Prinzip zur Ressourcen-Schonung
- Materialkonzepte für Ausstattung und Haustechnik als Mittel zur Ressourcen-Sicherung

**Dipl. Biol. Pamela Jentner**  
**Baubiologische Messtechnikerin IBN**

## Pamela Jentner

- Diplom Biologin, Technische Universität München TUM
- Freie Sachverständige und Fachplanerin für Baubiologie
- Baubiologische Messtechnikerin IBN
- Baubiologische Beratungsstelle IBN, Freising
- Vorstand Stiftung Baubiologie.Architektur.Umwelt (Stiftung BAU)
- Vorstandsmitglied Verband Baubiologie e.V. (VB)
- Fachberaterin am Bauzentrum München, Referat für Klima- und Umweltschutz (RKU), Stadt München
- Radonfachperson  
Bayerisches Landesamt für Umwelt LfU  
Sächsisches Ministerium für Umwelt und Landwirtschaft SMEKUL



## Stiftung Baubiologie.Architektur.Umweltmedizin

eine gemeinnützige Stiftung zum Mitmachen ! Seien auch Sie dabei.  
Aktiv oder durch Spenden.

- Stiftungsziele
  1. Gründung eines aktiven Netzwerks und Arbeitskreisen
  2. Förderung von klimaschonenden Baustoffen und Bauweisen
  3. Unterstützung von Forschung und Lehre für ein möglichst natürliches Raumklima
- STIFTUNG BAU - Neuorientierung zur Förderung des ökologischen Bauens.
- Die gemeinnützige Stiftung BAU wurde 1996 von Prof. Anton Schneider ins Leben gerufen. Er war Professor für Holztechnik an der FH Rosenheim und Gründer des Instituts für Baubiologie und Nachhaltigkeit IBN (Rosenheim).



## Eigentlich ist es ganz einfach ...

### Achtsame Rückbesinnung

- Was braucht der Menschen tatsächlich?
  - Wie können Bedürfnisse umwelt- und naturverträglich erfüllt werden?
  - Alles „Andere“ einfach mal „weglassen“ – Weniger ist mehr. Und schont den Geldbeutel.
- Ökonomisch-ökologisch - Low-Tech -

Frische, reine Luft, sauberes Wasser, schadstofffreie Lebensmittel  
Gesundheitsverträgliche Raumlufqualität in Wohlfühl-Gebäuden  
Gesunde Umwelt, Artenvielfalt, reichhaltige Natur.

Zukunftsgerichtete Bauweisen „enkeltauglich“,  
kluge Planungen, schon von Beginn an,  
sinnvoller, schonender Einsatz von Ressourcen,  
Langlebig und wiederverwendbar.

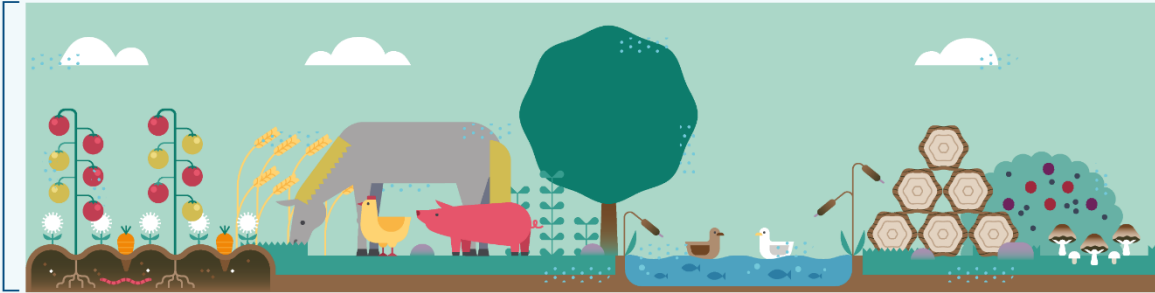


# Ökosystemleistungen: lebensnotwendig !

## Was sind Ökosystemleistungen?

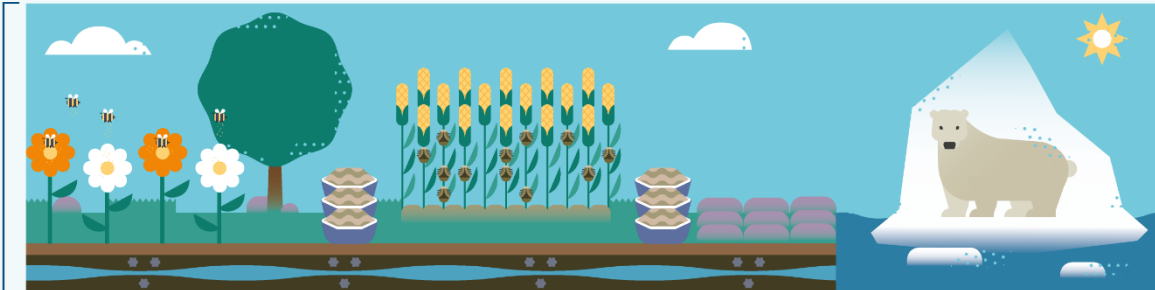
Die Natur leistet uns viele wertvolle Dienste. Einige dieser geleisteten Dienste sind relativ einfach zu quantifizieren, beispielsweise der Ertrag von Nutzpflanzen, Fischerei und Holzwirtschaft. Bei anderen Leistungen ist dies schon schwieriger. Wie lässt sich beispielsweise die Bedeutung der Bestäubung für die Landwirtschaft oder der Wert des Hochwasserschutzes durch Feuchtgebiete angemessen bestimmen?

### Versorgungsdienstleistungen



- ◆ Nutzpflanzen, Bodenfruchtbarkeit
- ◆ Viehhaltung
- ◆ Holzwirtschaft
- ◆ Fasergewinnung
- ◆ Wild vorkommende Lebensmittel (z. B. Pilze, Beeren)
- ◆ Fischerei
- ◆ Genetische Ressourcen, Arzneimittel
- ◆ Trinkwasser
- ◆ Saubere Luft

### Regulierende Dienstleistungen



- ◆ Bestäubung
- ◆ Temperaturregulierung
- ◆ Kohlenstoffbindung und -speicherung
- ◆ Schädlingsbekämpfung
- ◆ Erosionsvermeidung
- ◆ Hochwasserschutz
- ◆ Wasserreinigung
- ◆ Luftreinigung

### Kulturelle Dienstleistungen



- ◆ Erholung (z. B. Schwimmen, Wandern, Skifahren)
- ◆ Ästhetik (z. B. Landschaften)
- ◆ Kulturelle Identität

## 25 LEITLINIEN DER BAUBIOLOGIE



Die Baubiologie umfasst Kriterien für ein gesundes, naturnahes, nachhaltiges und schön gestaltetes Lebensumfeld. Dabei geht es um Baustoffe und Raumgestaltung sowie um ökologische, ökonomische und soziale Aspekte.

### INNENRAUMKLIMA



Reiz- und Schadstoffe reduzieren und ausreichend Frischluft zuführen



Gesundheitsschädliche Schimmel- und Hefepilze, Bakterien, Staub und Allergene vermeiden



Neutral- oder wohlriechende Materialien verwenden



Elektromagnetische Felder und Funkwellen minimieren



Strahlungswärme zur Beheizung bevorzugen

### BAUSTOFFE UND RAUMAUSSTATTUNG



Natürliche, schadstofffreie Materialien mit möglichst geringer Radioaktivität verwenden



Auf ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Wärmedämmung, Wärmespeicherung, Oberflächen- und Raumlufttemperaturen achten



Feuchtigkeitsausgleichende Materialien verwenden



Auf geringe Neubaufeuchte achten



Raumakustik und Schallschutz optimieren (inkl. Infraschall)

### RAUMGESTALTUNG UND ARCHITEKTUR



Auf harmonische Proportionen und Formen achten



Sinneseindrücke wie das Sehen, Hören, Riechen und Tasten fördern



Auf naturnahe Lichtverhältnisse und Farben achten, flimmerfreie Leuchtmittel verwenden



Physiologische und ergonomische Erkenntnisse berücksichtigen



Regionale Baukultur und Handwerkskunst fördern

### UMWELT, ENERGIE UND WASSER



Den Energieverbrauch minimieren und erneuerbare Energiequellen nutzen



Beim Bauen und Sanieren negative Auswirkungen auf die Umwelt vermeiden



Natürliche Ressourcen schonen, Flora und Fauna schützen



Regionale Bauweisen bevorzugen, Materialien und Wirtschaftskreisläufe mit bestmöglicher Ökobilanz wählen



Für optimale Trinkwasserqualität sorgen

### ÖKOZOIALER LEBENSRAUM



Bei der Infrastruktur auf gute Nutzungsmischung achten: kurze Wege zum Arbeitsplatz, zum öffentlichen Nahverkehr, zu Schulen, Geschäften etc.



Den Lebensraum menschenwürdig und umweltschonend gestalten



In ländlichen und städtischen Siedlungen ausreichende Grünflächen vorsehen



Nah- und Selbstversorgung stärken, regionale Dienstleistungsnetzwerke und Lieferanten einbinden



Baugrundstücke wählen, die möglichst nicht durch Altlasten, Strahlenquellen, Schadstoffemissionen und Lärm belastet sind

Unter realen Bedingungen können nicht immer alle Kriterien erfüllt werden. Im Mittelpunkt der Betrachtung steht deshalb deren Optimierung im individuell machbaren Rahmen.

## Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung der Vereinten Nationen

- 17 Nachhaltigkeitsziele
- Auch Baubranche ist involviert, z.B. Ziele Nr. 3, 6, 7, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 17





Broschüre: 34 Seiten  
Kostenloser Download  
Umweltbundesamt

Quelle: Umweltbundesamt,  
[https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2020\\_04\\_27\\_leitlinie\\_kreislaufwirtschaft\\_bf.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2020_04_27_leitlinie_kreislaufwirtschaft_bf.pdf)

## Kreislaufwirtschaft

- Ursprünglich eng verknüpft mit Abfallwirtschaft
- Abfall trennen, sortieren, möglichst wieder verwenden, verwerten
- Moderne Sortier- und Behandlungsanlagen
- Abfall als Ressource
- Geschlossene Stoffkreisläufe
- Sichere Schadstoff-Ausschleusung um Gefahren für Mensch und Umwelt zu minimieren

## Entwicklung

- 1972 Abfallbeseitigungsgesetz
  - 1986 Abfallgesetz
  - 1996 Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz
  - 2012 Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG)  
Vermeidung, Verwertung und ordnungsgemäße Beseitigung von Abfällen
- Kreislaufwirtschaft als funktionierende, effektiv regulierte Abfall- und Sekundärrohstoffwirtschaft



- 2015 Europäische Kommission: Aktionsplan „Den Kreislauf schließen“ (COM(2015) 614 final)
  - Übergang zu „Circular Economy“ als Systemwandel des Wirtschaftssystems
  - Zusätzliche Anforderungen:
    - Beschäftigung und Wachstum
    - Sozialpolitische Faktoren
    - Industrielle Innovationen, Produkte, Verarbeitung
    - Klima und Energie
    - Ressourcen-Effizienz und Ressourcen-Schutz
- Weitere Entwicklungen und Aktualisierungen
- Große Bedeutung für Baubranche
- Herstellung: schonender Ressourcen-Verbrauch
- Nutzung: möglichst lange Lebensdauer
- Wiederverwendung oder einfache Entsorgung

1

## Begriffseinordnung

Die Kreislaufwirtschaft ist Teil einer ressourceneffizienten, nachhaltigen Lebens- und Wirtschaftsweise, welche die Umsetzung der Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung der Vereinten Nationen fördert und planetare Grenzen respektiert.

2

## Geltungsbereich

Die Kreislaufwirtschaft bezieht über die klassische Abfallwirtschaft hinaus alle Phasen von Material- und Produktlebenszyklen in die Betrachtung ein. Sie muss global, inklusive der grenzüberschreitenden Rohstoff-, Waren- und Abfallströme und damit verbundener ökologischer und sozialer Auswirkungen sowie in langfristiger zeitlicher Perspektive der Güterbestände und daraus hervorgehender Materialflüsse betrachtet werden.

3

## Ziele

Die Kreislaufwirtschaft dient der Schonung natürlicher Ressourcen einschließlich des Klimaschutzes, dem Schutz der Umwelt und der menschlichen Gesundheit unter Berücksichtigung des Vorsorgeprinzips. Darüber hinaus zielt sie auf die Rohstoffsicherung ab. Die Kreislaufwirtschaft soll zur Reduzierung der lebenszyklusweiten negativen Auswirkungen sowohl von Materialien und Produkten – durch Einsparung von Primärmaterialien und deren Substitution mit Sekundärmaterialien – als auch der Abfallerzeugung und Abfallbewirtschaftung beitragen.

4

## Aufwandsmaßstab

Der Aufwand für Maßnahmen in einer Kreislaufwirtschaft soll sich am Aufwand der Primärrohstoffwirtschaft mit den dabei auftretenden Umweltwirkungen inklusive der externen sozialen und ökologischen Belastung bemessen, um die gleichen Materialien oder Materialien und Güter gleichen Nutzens bereitzustellen.

- AGENDA 2030 für nachhaltige Entwicklung der Vereinten Nationen
- **Planetare Grenzen respektieren !**
- **Klimawandel, Biodiversität, Erosion, Flächenversiegelungen**
- global, Rohstoff-, Material-, Waren- und Abfallströme
- Ökobilanzen, Emissionen, etc.
- Vorsorgeprinzip
- Ressourcen schonen, Primärmaterialien sparen
- Rohstoff-Sicherung
- Umweltschutz
- Umweltwirkungen, soziale und ökologische Belastungen als Maßstab

5

## Materialkreisläufe

Kreislaufwirtschaft zielt auf eine Bewirtschaftung von Materialien in möglichst gleich- oder höherwertigen Kreisläufen ab, wodurch Primärmaterialien durch Sekundärmaterialien geeigneter Qualität substituiert und eingespart werden. Gleichwohl sind auch Kaskadennutzungen und endgültige Beseitigungen im Hinblick auf die Ziele (3) und die Aufwandsmaßstäbe (4) erforderlich.

→ Primärmaterialien einsparen, durch hochwertige Sekundärmaterialien ersetzen

6

## Vermeidung

Die Vermeidung von Abfällen und Reststoffen ist der Kreislaufführung grundsätzlich vorzuziehen, da letztere immer verlustbehaftet und mit Energieaufwendungen verbunden ist. Vermeidungsmaßnahmen bemessen sich an dem Beitrag zur Zielerreichung (3) und den Aufwandsmaßstäben (4).

→ Bevorzugt Abfall und Reststoffe vermeiden

7

## Design

Design für eine Kreislaufwirtschaft bedeutet, den funktionalen und wirtschaftlichen Wert von Produkten, ihren Komponenten und Materialien so lange wie möglich zu erhalten, um auf diese Weise negative Auswirkungen auf Mensch und Umwelt zu minimieren. Dabei sollen die Designansätze die Neuordnung der Produktions- und Konsumformen in der Gesellschaft unterstützen. Die Optimierung des Designs bemisst sich an dem Beitrag zur Zielerreichung (3) und den Aufwandsmaßstäben (4).

→ Langlebigkeit von Materialien und Produkten

8

## Schadstoffe

Das Inverkehrbringen von Produkten mit Stoffen, von denen Beeinträchtigungen des Wohls der Allgemeinheit speziell für die menschliche Gesundheit sowie die Umwelt ausgehen, ist zu vermeiden. Sofern derartige Stoffe nicht substituierbar, bereits enthalten sind oder sich erst im Nachhinein als solche herausstellen, so sind sie zu zerstören oder durch Ablagerung in sichere Senken auszuschleusen oder unter Abwägung der Ziele (3) und Aufwandsmaßstäbe (4) in sicheren Kreisläufen zu führen, wobei eine Schadstoffanreicherung zu verhindern ist.

→ Schadstoffe meiden, reduzieren, Schadstoffanreicherungen verhindern

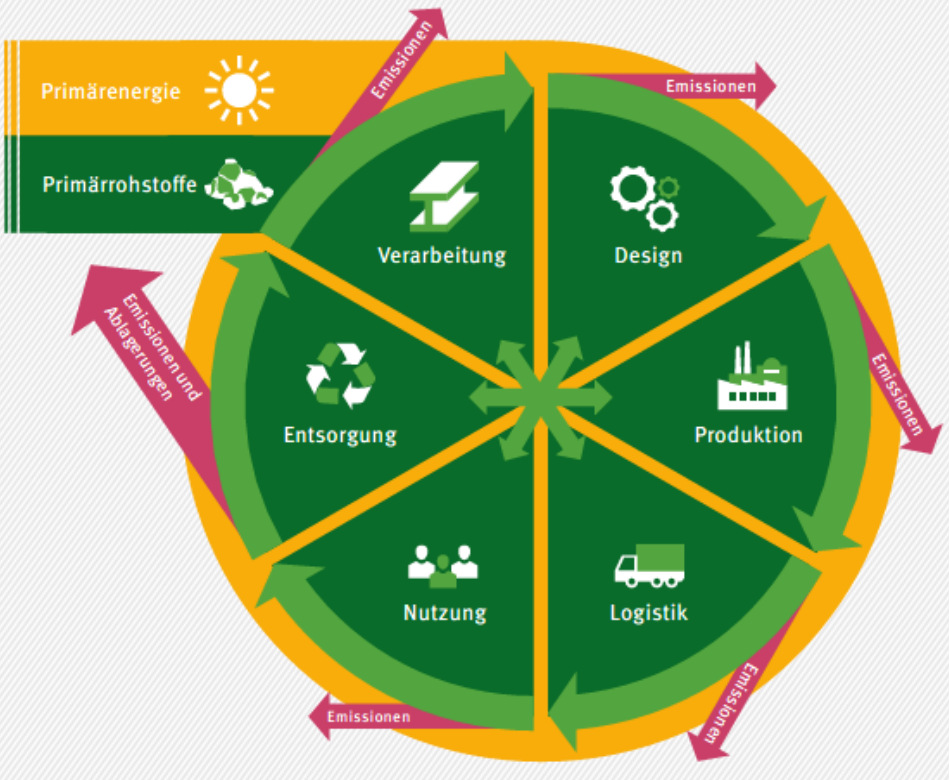
9

## Verantwortung

In einer Kreislaufwirtschaft tragen alle Akteure innerhalb von Produktlebenszyklen und entlang von Materialwertschöpfungsketten eine Verantwortung für das Erreichen der Ziele der Kreislaufwirtschaft. Die Übernahme der Verantwortung muss rechtlich sichergestellt werden, sofern diese anderenfalls nicht hinreichend wahrgenommen wird.

→ Verantwortlich sind alle Akteure

einer produkt- und technologiezentrischen Kreislaufwirtschaft



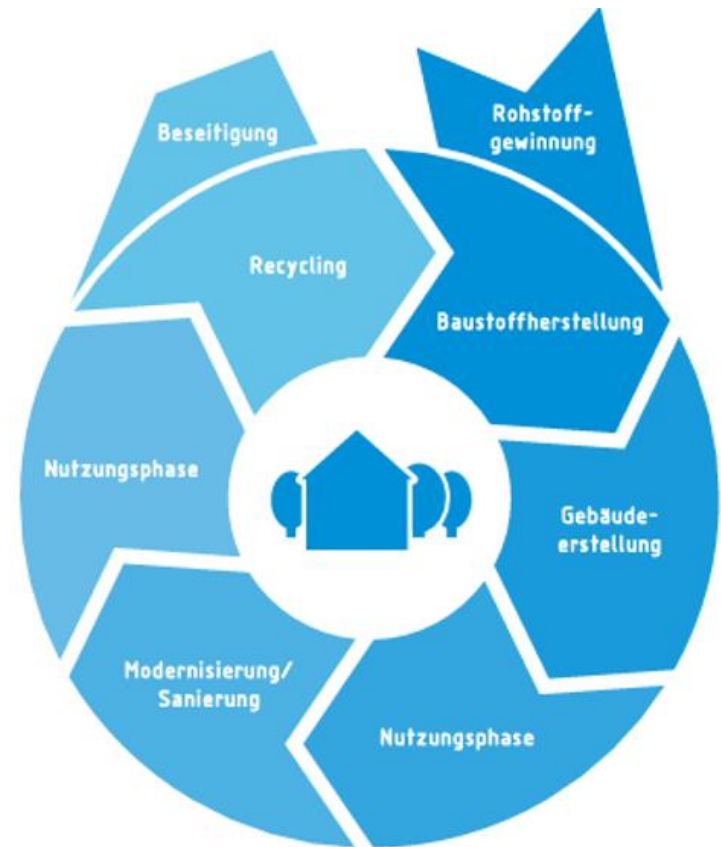
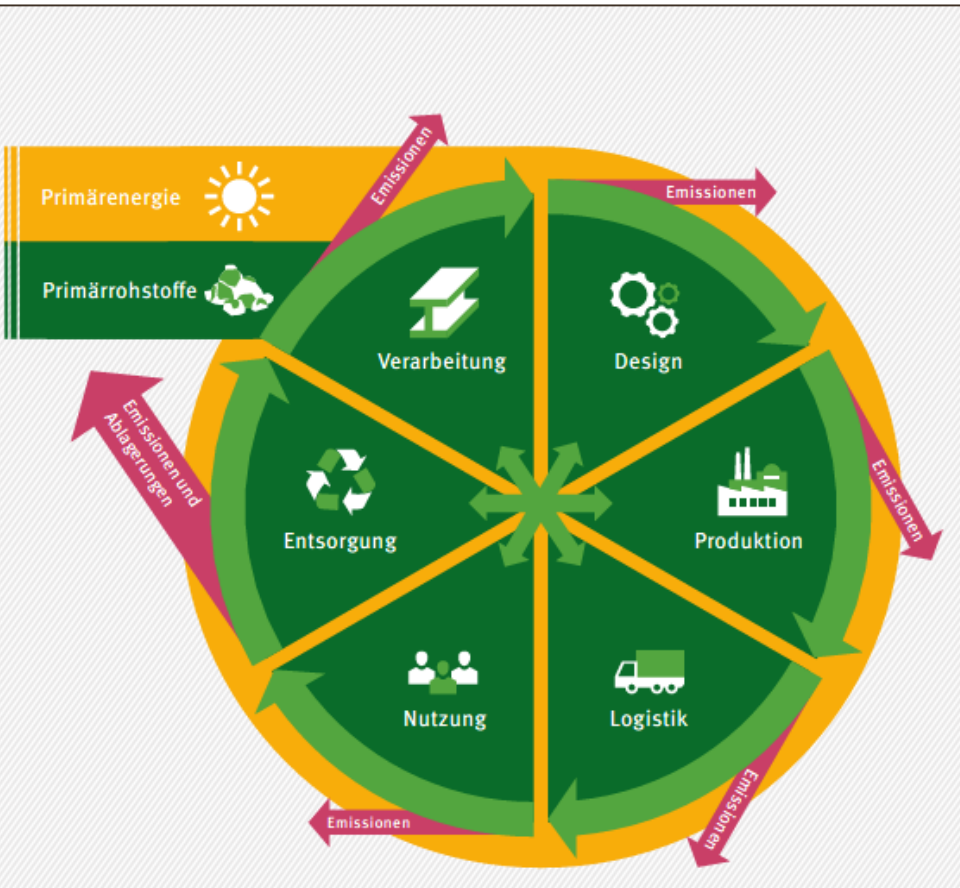
## Betrachtung gesamter Lebenszyklus:

Gewinnung / Abbau von Primärrohstoffen  
Herstellung, Produktion, Nutzung, Entsorgung  
Energieverbrauch, Umweltfolgen,  
Arbeitsbedingungen, Schadstoff-Emissionen  
etc.

Design von Materialien, Beschaffenheit,  
maßgeblich für Verbrauch an Energie und  
Ressourcen, Nutzungsdauer,  
Wiederverwendbarkeit, Reparierfähigkeit etc.

Transportwege – regionale Lieferketten optimal  
Nutzungsdauer - langlebige Funktion  
Entsorgung – einfache, sortenreine Trennung

## einer produkt- und technologiezentrischen Kreislaufwirtschaft



Vereinfachte Darstellung des Lebenszyklus eines Gebäudes

Quelle: Umweltbundesamt, [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2020\\_04\\_27\\_leitlinie\\_kreislaufwirtschaft\\_bf.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2020_04_27_leitlinie_kreislaufwirtschaft_bf.pdf)

Quelle: Zentrum Ressourceneffizienz, Broschüre Ressourceneffizienz im Bauwesen, [https://www.ressourcendeutschland.de/fileadmin/user\\_upload/1\\_Themen/h\\_Publikationen/Broschueren/VDI\\_ZRE\\_Broschuere\\_Ressourceneffizienz\\_im\\_Bauwesen\\_Web\\_bf.pdf](https://www.ressourcendeutschland.de/fileadmin/user_upload/1_Themen/h_Publikationen/Broschueren/VDI_ZRE_Broschuere_Ressourceneffizienz_im_Bauwesen_Web_bf.pdf)

## RESSOURCENEFFIZIENZ IM BAUWESEN | EINLEITUNG



### Ressourcenaufwand

Rund 90 % aller in Deutschland eingesetzten mineralischen Rohstoffe gehen in die Baustoffherstellung.<sup>1</sup>



### Energieverbrauch

Rund 40 % des gesamten Endenergieverbrauchs in Deutschland werden bei der Gebäudenutzung verbraucht.<sup>1</sup>



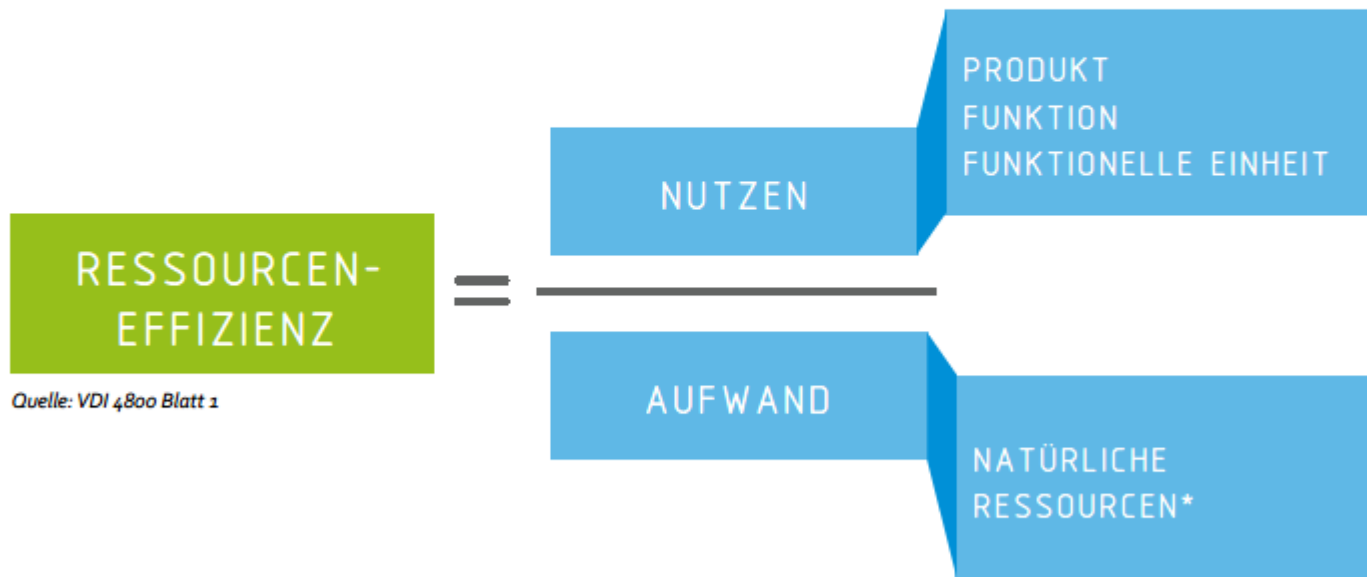
### Abfallaufkommen

Rund 54 % des gesamten Abfallaufkommens in Deutschland stammen aus dem Bausektor.<sup>1</sup>

**Der Anteil des Bausektors am Ressourcenaufwand, Energieverbrauch und Abfallaufkommen ist erheblich**

*(Bilder von links nach rechts: © Harald Biebel/Fotolia.com, Olivier Le Moal/Fotolia.com, TakerWalker/panthermedia.net)*

## RESSOURCENEFFIZIENZ IM BAUWESEN | WAS BEDEUTET RESSOURCENEFFIZIENZ?



Quelle: VDI 4800 Blatt 1

\*Primärrohstoffe, Energie-ressourcen, Luft, Wasser, Flächen und Boden, Ökosystemleistung

**Zentrum Ressourceneffizienz** (Zitat) : „Das Bauwesen hat einen enormen Ressourcenbedarf. Gleichzeitig birgt dieser Umstand aber auch große Einsparpotenziale, weshalb dem Bauwesen eine Schlüsselrolle bei der Umsetzung von Ressourceneffizienz zukommt.“

## Ressourcenbedarf Baubranche in Deutschland

Produktion und Materialeinsatz im Jahr 2020:

- Zement: 35,5 Mio. Tonnen
  - Davon 30,1 Mio. Tonnen für Herstellung Mörtel und Beton
  - Dafür erforderlich: Rohstoffe 51,0 Mio. Tonnen, 30 Terrrawattstunden Energie
  - Transportbeton 55,3 Mio. Kubikmeter produziert
  - Abbau von 485 Mio. Tonnen Natursteine, Kiese und Sande (2018)
  - Nur 12,5 % des Gesamtbedarfs an Gesteinskörnungen durch Recycling-Baustoffe gedeckt.
  - Stahl: 40 Mio. Tonnen Rohstahl-Produktion pro Jahr, davon ca. 35 % für Baubranche
- **Bauweisen und Gebäudetechnik entscheiden maßgeblich über Ressourcen-Verbrauch bzw. Schonung und Ressourcensicherung**
- **Nachwachsende und mineralische Rohstoffe bevorzugen**
- **Low Tech Architektur - wie wenig Technik braucht ein Gebäude? Minimierungsgebot**

## Enormer Materialeinsatz in der Baubranche

- Mineralische Materialien, Holz, Stahl, Kunststoffe
- Rohstoffe sammeln sich in gebauter Umwelt an „**Anthropogene Lager**“
- **Ca. 28 Milliarden Tonnen Baumaterial** derzeit verbaut in Wohngebäuden und Nichtwohngebäuden in Deutschland

Bauabfälle und Abbruchabfälle pro Jahr: ca. 230 Mio. Tonnen

- „Urban Mining“
- Verwertung von Gebäuden am Lebenszyklusende

## Bauweisen und Gebäudetechnik entscheiden maßgeblich

- über Nutzungsdauer und Langlebigkeit
- über Ressourcen-Verbrauch bzw. Schonung und Ressourcensicherung
- wie gut oder schlecht eine Wiederverwendung bzw. Verwertung gelingen kann, z.B. ist sortenreine Trennung möglich?
- Je länger die Nutzungsdauer, umso weniger Abfall und Ressourcenverbrauch
- Je besser die Wiederverwendung, umso besser auch die Ressourcen-Sicherung

## Es ist machbar ... und es ist erforderlich !

### **Achtsame Rückbesinnung**

- was braucht der Mensch, wie können Bedürfnisse umweltverträglich erfüllt werden?
- Werthaltigkeit und lange Nutzungsdauer

### **Reduktion des Energieverbrauchs bei Herstellung, Nutzung, Entsorgung**

- Baustoffe und Materialien, Haustechnik, Heizung, Lüftung, auch Licht / Beleuchtung
- Reduktion von energie-intensiven Materialien auf Mindestmaß
- Bevorzugung erneuerbarer Energien

### **Materialkonzepte, Ressourcen-Schonung und -Sicherung**

bevorzugte Verwendung von

- nachwachsenden Rohstoffen, z.B. Holz, Pflanzenfasern
- mineralischen Materialien, z.B. Kalk, Lehm, Stein
- schadstofffreien bzw. -armen Baustoffen
- Auswahl anhand von Volldeklarationen, Zertifizierungen etc.

### **Haustechnik: Ressourcenschonend, langlebig, einfach zu warten**

- einfach in Herstellung, Wiederverwendung und Entsorgung.

### **Fallbeispiele** siehe nachfolgende Vorträge



# Ökosystemleistung – die Grundlagen fürs Überleben müssen gesichert und erhalten werden !

## Die Leistung von 1 ha Wald in Niedersachsen



**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit**



**Dipl. Biol. Pamela Jentner**  
Baubiologische Beratungsstelle Freising  
OrangePep GmbH & Co.KG  
D-85354 Freising  
Tel. 08168 99 83 99  
[www.orangepep.de](http://www.orangepep.de)