

BAU
SCH
UTT...

Wie aus Abfall Mehrwert wird



Baden-Württemberg

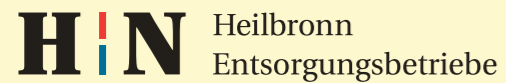
MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT

IMPRESSUM

KONTAKT UND REDAKTION

Ministerium für Umwelt, Klima und
Energiewirtschaft Baden-Württemberg
Kernerplatz 9, 70182 Stuttgart
E-Mail: www.um.baden-wuerttemberg.de
© 2019

PARTNER



KONZEPTION UND REALISIERUNG

IDEE-n
Büro für nachhaltige Kommunikation
www.idee-n.com

INHALT

Mehrwert aus Abfall	5
Mehr als eine Erde – Ressourcenschutz	6
Vermeiden vor Beseitigen – Kreislaufwirtschaft	8
Viel Schutt beim Abriss – Abfallmengen	10
Auf Sand gebaut – Ressourceneinsatz	12
Rohstofflager Stadt – Bauschutt-Recycling	14
Recycling-Beton – Abfallvermeidung	16
Neue Steine, altes Material – Bauen mit Abfall	18
Pavillon aus Abfall	20
Pilze statt Beton	22
Quellen	23
Bildquellen	25



MEHR.WERT.WISSEN – Mehrwert aus Abfall

Als rohstoffarmes Land braucht Baden-Württemberg innovative Methoden, um Ressourcen zu schonen. Mit einer eigenen Landesstrategie zur Ressourceneffizienz soll es gelingen, knapper werdende Rohstoffe und Energieträger intelligent zu nutzen und Baden-Württemberg zum Leitmarkt und zum Leitanbieter von Ressourceneffizienztechnologien zu machen. Ein Ansatz ist, aus Abfällen Rohstoffe (sogenannte Sekundärrohstoffe) und Energie zu gewinnen. Wie das gelingen kann und sozusagen aus Abfall Mehrwert wird, zeigen das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg und die Entsorgungsbetriebe der Stadt Heilbronn im Mehr.WERT.Garten auf der Bundesgartenschau Heilbronn 2019.

Im Zentrum der Gartenausstellung steht der Mehr.WERT.Pavillon, entworfen von Studierenden des Fachgebiets Nachhaltiges Bauen am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) und gemeinsam mit dem Architekturbüro 2hs gebaut. Der Pavillon besteht ausschließlich aus Materialien, die bereits mehrere Lebenszyklen durchlaufen haben, und macht damit deutlich, dass es bereits heute möglich ist, komplexe Gebäude aus Rohstoffen zu bauen, die aus Abfall gewonnen wurden.

Neben dem Pavillon vermitteln Mehr.WERT.Türme im Garten einen nachhaltigen, ressourceneffizienten und ideenreichen Umgang mit Abfall. Sieben Mehr.WERT.Türme zu den Themen Bauschutt, Bioabfall, Glas, Elektronik, Kunststoff, Metall und Papier zeigen, wie aus Abfall Mehrwert wird. Ausstellungstürme und Pavillon sind eingebettet in einen naturnah gestalteten Garten mit heimischem Artenreichtum.

In der vorliegenden Publikation werden die Informationen zu einem Mehr.WERT.Turm-Thema zusammengefasst und vertiefend dargestellt.

MEHR ALS EINE ERDE ...

Wir leben über unsere Verhältnisse. Am Erdüberlastungstag wird das jedes Jahr mehr als deutlich. Denn an diesem Tag haben wir im laufenden Jahr die Ressourcen verbraucht, die innerhalb eines Jahres nachwachsen können. Im Jahr 2018 war dies am 1. August

der Fall. Wir leben also so, als hätten wir 1,7 Erden zur Verfügung. Der deutsche Erdüberlastungstag war bereits am 2. Mai. Wenn also die Weltbevölkerung so leben würde wie wir in Deutschland, wären drei Erden nötig. Bezogen auf die USA wären es sogar fünf Erden.



weltweit



Deutschland



USA

MEHR.WERT.WISSEN – Ressourcenschutz

- In Deutschland sind im Jahr 2016 pro Kopf 632 Kilogramm Siedlungsabfälle angefallen. Doch sind die Dinge, die wir wegwerfen, wirklich Abfall? In den meisten Fällen eigentlich nicht. Denn unsere Abfälle enthalten Wertstoffe, die zum Beispiel durch Recycling zu neuen Produkten verwertet oder auch als Energiequelle genutzt werden können. In der europäischen Siedlungsabfall-Recycling-Tabelle belegt Deutschland mit einer Recyclingquote von 67 Prozent unangefochten den ersten Platz.
- Besser ist es, Abfälle gar nicht erst entstehen zu lassen. Dabei hilft die Kreislaufwirtschaft, denn in ihr werden bestehende Materialien und Produkte so lange wie möglich genutzt, wiederverwendet, repariert, aufgearbeitet und recycelt. Dadurch werden Abfälle auf ein Minimum reduziert und Ressourcen bleiben im Wirtschaftskreislauf. Grundlage für den Umgang mit Abfall in Deutschland ist das Kreislaufwirtschaftsgesetz. Dabei gilt: Vermeiden vor Verwertung vor Beseitigen!
- Die Kreislaufwirtschaft steht im Gegensatz zum traditionellen, linearen Modell der Wegwerfwirtschaft, das auf große Mengen billiger, leicht zugänglicher Materialien und Energie setzt.
- Mehr Ressourceneffizienz: Mit Ressourcenschutz und Ressourceneffizienz, also dem intelligenten Umgang mit knapper werdenden Gütern, können wir den Erdüberlastungstag im Kalender wieder nach hinten verschieben. Baden-Württemberg verfolgt dazu eine Ressourcen-Effizienz-Strategie. Ziel ist es, den Rohstoffverbrauch vom wirtschaftlichen Wachstum dauerhaft zu entkoppeln. Mehr Informationen unter: www.um.baden-wuerttemberg.de

IN KREISEN DENKEN ...

Bei der Kreislaufwirtschaft werden bestehende Materialien und Produkte so lange wie möglich genutzt, wiederverwendet, aufgearbeitet und recycelt. Dadurch werden Abfälle auf ein Minimum reduziert und Ressourcen bleiben im Wirtschaftskreis. Kreislaufwirtschaft ist also das

Gegenteil zur Linearwirtschaft oder auch Wegwerfwirtschaft, bei der die Ressourcen auf einer Einbahnstraße unterwegs sind. Grundlage für den Umgang mit Abfall in Deutschland ist das Kreislaufwirtschaftsgesetz. Dabei gilt: Vermeidung vor Verwertung vor Beseitigung!

© Geralt – pixabay.com



MEHR.WERT.WISSEN – Kreislaufwirtschaft

- **Vermeiden:** Der beste Abfall ist der, der erst gar nicht entsteht. Daher gilt es Abfälle zu vermeiden, wo es geht!
- **Vorbereitung zur Wiederverwendung:** Hier werden Erzeugnisse, die zu Abfall geworden sind, durch Prüfung, Reinigung oder Reparatur wieder zu Produkten aufbereitet.
- **Stoffliche Verwertung (oder Recycling):** Abfälle werden sortenrein getrennt und kommen als sogenannter Sekundärrohstoff wieder zum Einsatz.
- **Energetische Verwertung:** Abfälle werden verbrannt. Mit der freigesetzten Energie werden Strom und Wärme erzeugt.
- **Biologisch-Energetische Verwertung:** Bio- und Grünabfälle werden zunächst zu Biogas vergoren. Die Gärreste werden im Anschluss kompostiert. So entstehen Energie und Dünger!
- **Biologische Verwertung:** Aus Bio- und Grünabfällen wird Kompost hergestellt.
- **Mechanisch-Biologische Behandlung:** Die mechanisch-biologische Abfallbehandlung teilt die Restabfälle in unterschiedliche Fraktionen auf und bereitet sie für die weitere Verwertung oder Beseitigung auf.
- **Beseitigung:** Die Beseitigung ist die niedrigste Stufe der Abfallhierarchie. Das bedeutet: Abfälle werden keiner weiteren Verwendung zugeführt und scheiden somit aus dem Kreislauf aus.

VIEL SCHUTT BEIM ABRISS ...

MEHR ABFÄLLE DURCH BAUBOOM

Deutschland baut, und damit steigt die Menge der Bau- und Abbruchabfälle. 228,8 Millionen Tonnen fielen 2016 in Deutschland an, das ist mehr als die Hälfte des Gesamt-
abfallaufkommens (54 Prozent).

RESSOURCENHUNGER BEIM BAU

Die Baubranche ist in Deutschland für bis zu 40 Prozent des Energieverbrauchs und für 90 Prozent der inländischen Entnahme der mineralischen Rohstoffe verantwortlich.

Beim Abbruch eines Hauses mit 130 m² Wohnfläche fallen 400 t Bauabfall an. Das entspricht dem Gewicht von 36 Autobussen.



130 m²



400 t



36 Stück

MEHR.WERT.WISSEN – Abfallmengen

- **Wer baut, benötigt Baustoffe:** Zur Herstellung dieser Baustoffe wird auf Rohstoffe zurückgegriffen, deren Abbau in Gruben und Steinbrüchen immer mit deutlichen Eingriffen in den Natur- und Landschaftshaushalt verbunden ist. Allein 2016 hat das Bauwesen in Deutschland 517 Millionen Tonnen mineralischer Rohstoffe aus inländischen Lagerstätten entnommen.
- **Bauen und Klima:** Wird darüber hinaus noch weitere Energie für die Herstellung der Baustoffe benötigt, zum Beispiel bei Ziegelsteinen und Zement, führen die Baustoffe dadurch häufig einen großen „ökologischen Rucksack“ mit sich. Das heißt, ihre Herstellung ist mit großen Umweltlasten verbunden. Dies ist unter den Gesichtspunkten der Nachhaltigkeit und des Klimaschutzes nicht unbedeutend, denn die Baubranche ist für 33 Prozent der CO₂-Emissionen in Deutschland verantwortlich.
- **Bau- und Abbruchabfälle:** Die bei der Sanierung oder dem Rückbau von Gebäuden und anderen Bauwerken anfallenden mineralischen Bauabfälle stellen alle anderen Abfallmassenströme deutlich in den Schatten. Aber auch Abfälle aus dem Innenausbau und der Dämmung von Gebäuden sind nicht unbedeutend. So ist die Entsorgung der anfallenden Bauabfallmassen oft mit beträchtlichen Kosten verbunden. Selbst Ablagerungsmöglichkeiten für einfache Erdmassen sind knapp.

AUF SAND GEBAUT ...

Weltweit werden jährlich mindestens 30 Milliarden Tonnen Sand zu Beton verarbeitet.



30 Mrd. Tonnen

VON WEGEN: WIE SAND AM MEER

Unsere Gebäude und Städte sind buchstäblich auf Sand gebaut. Denn Beton besteht je nach Mischung bis zu zwei Dritteln aus Sand und Kies. Die Folge des Beton-Booms: Der Sand wird knapp. Kleiner Hoffnungsschimmer: Seit 2018 gibt es ein Verfahren, das es ermöglicht, auch Wüstensand zur Betonherstellung zu verwenden. Bislang war das nicht möglich, da Wüstensandkörner viel zu fein und glattgeschliffen sind.

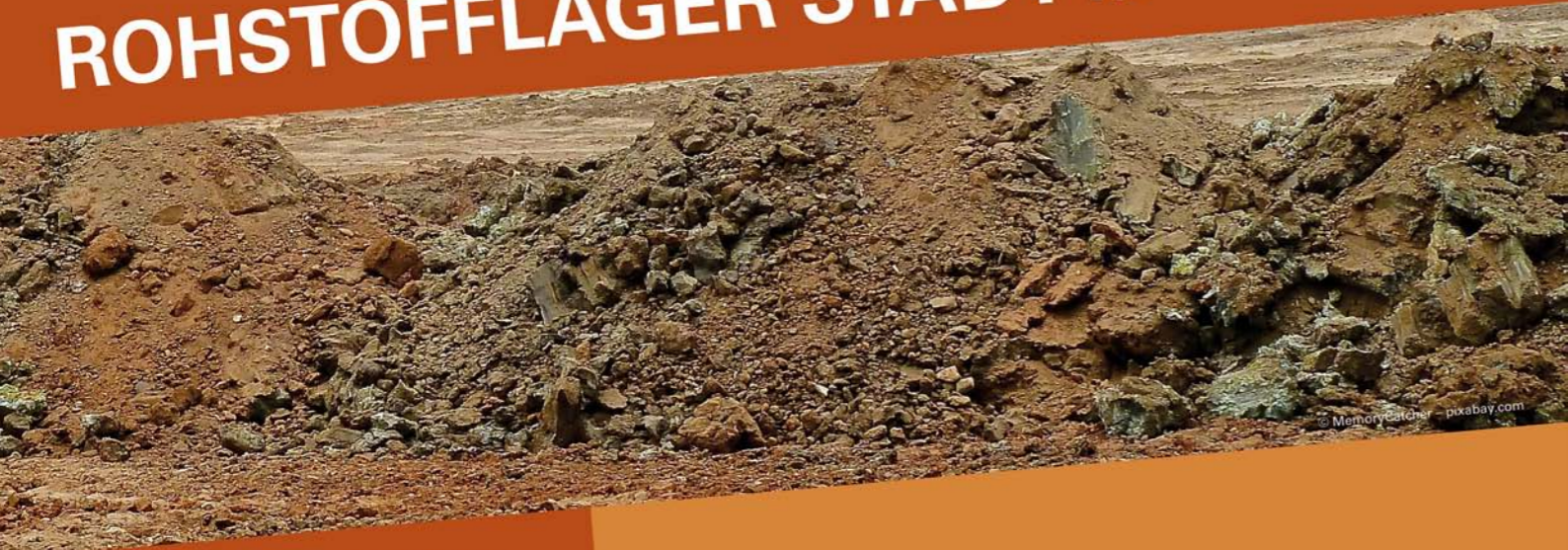
KLIMAPROBLEM BETON

Durch den Betoneinsatz leidet das Klima. Denn die Zementherstellung allein verursacht zwischen fünf und acht Prozent der globalen CO₂-Emissionen.

MEHR.WERT.WISSEN – Ressourceneinsatz

- **Sandkastenspiele:** Der Sandbedarf beim Bauen ist enorm. 200 Tonnen Sand stecken in einem mittelgroßen Haus, 30 000 Tonnen in jedem Kilometer Autobahn und zwölf Millionen Tonnen in einem Atomkraftwerk. Die Folge: Der Welt geht im wahrsten Sinne des Wortes der Sand aus. Laut den Vereinten Nationen lassen sich mit den 30 Milliarden Tonnen Sand, die jährlich zu Beton verarbeitet werden, eine Mauer bauen: circa 27 Meter hoch, 27 Meter dick, einmal rund um den Äquator. Damit wird Sand, neben Wasser, zum wichtigsten Rohstoff unserer Erde.
- **Kein Beton ohne Zement:** Zement ist das entscheidende Bindemittel bei der Betonherstellung. Je mehr gebaut wird, desto mehr Zement wird benötigt. Allein in China wurde in den Boom-Jahren zwischen 2001 und 2013 mehr Zement verbraucht als in den Vereinigten Staaten von Amerika im kompletten 20. Jahrhundert. Der Zementverbrauch der Vereinigten Staaten belief sich im Laufe des gesamten 20. Jahrhunderts auf rund 4,4 Milliarden Tonnen. Im Vergleich dazu verarbeitete China in den Jahren 2011, 2012 und 2013 rund 6,4 Milliarden Tonnen Zement.
- **Sand ist nicht gleich Sand:** Allein jeder Deutsche verbraucht im Schnitt pro Jahr unglaubliche 2,9 Tonnen Sand. Dabei wird Sand nicht nur beim Bauen verwendet. Sand steckt auch in Produkten, in denen man es zunächst gar nicht vermutet, zum Beispiel in Glas, Zahnpasta, Computer-Chips oder Solarzellen. Für die Betonherstellung konnte man bis vor Kurzem keinen Wüstensand verwenden, sondern war auf Sand aus Sand- und Kieslagerstätten, aus Flüssen oder aus den Meeren angewiesen. Wüstensand war zu fein und zu rund. Im Jahr 2018 ist es einem deutschen Start-up-Unternehmen gelungen, Beton aus feinem Wüstensand herzustellen. Dadurch könnte der Sandabbau reduziert werden.

ROHSTOFFLAGER STADT ...



NEUES, ALTES BAUMATERIAL

Rund 28 Milliarden Tonnen an Steinen, Sand, Metallen oder Kunststoffen stecken in den Gebäuden und Infrastrukturen in Deutschland. Ein gigantisches, menschengemachtes Rohstofflager. Sobald ein Gebäude nicht mehr nutzbar ist, könnte man die darin enthaltenen Rohstoffe wiederverwenden.

RECYCLING GLEICH VOR ORT

Mobile Recyclinganlagen machen gleich vor Ort aus Bauschutt neues Baumaterial. Im Idealfall werden die so entstandenen Baustoffe sofort für den Neubau verwendet. Beim Straßenbau klappt das schon ganz gut.



Verwendung von Recycling-Baustoffen



Straßenbau
52,5 %



Asphalt/Beton
20,7 %



Erdbau
24,3 %

MEHR.WERT.WISSEN – Bauschutt-Recycling

- **Urban Mining:** Straßen, Gebäude aber auch alte Mülldeponien – das alles sind menschengemachte Rohstofflager, die eine Vielzahl von Materialien enthalten. Werden Straßen zurückgebaut oder Gebäude abgerissen, können darin enthaltenen Rohstoffe (zum Beispiel Metall) zurückgewonnen werden und wieder in den Stoffkreislauf gelangen. Auch die Wertstoffe, die in alten Mülldeponien schlummern, könnten zurückgewonnen werden. Durch Urban Mining (englisch für Bergbau im städtischen Bereich) werden natürliche Rohstofflagerstätten geschont.
- **Viel ergiebiger:** Menschengemachte Lagerstätten enthalten wertvolle Stoffe, die aus natürlichen Lagerstätten nicht oder nicht mehr gewinnbar sind. Bei Metallen übersteigen die im menschengemachten Lager gebundenen Mengen die geologischen Reserven Deutschlands um ein Vielfaches.
- **Boom Urban Mining:** Menschengemachte Lagerstätten nehmen in Zukunft an Bedeutung zu. Zwar werden weiterhin neue geologische Vorkommen erschlossen, doch der Aufwand, der betrieben werden muss, um die natürlichen Lagerstätten lohnend auszubeuten, wird mehr und mehr steigen.
- **Direkt vor Ort:** Urbane Minen befinden sich oftmals genau dort, wo Rohstoffe benötigt werden. Zum Beispiel wenn das Abbruchmaterial einer Straße direkt an der Baustelle geschreddert und sofort wieder für den Neubau der Straße verwendet wird. Kies oder andere mineralische Rohstoffe müssen dagegen aus Steinbrüchen oder anderen natürlichen Lagerstätten angefahren werden, die oftmals viele Kilometer entfernt sein können.

RECYCLING-BETON ...



Metall, Glas, Papier oder Kunststoff. Das sind die klassischen Materialien, wenn es ans Recyceln geht. Man kann aber auch Beton recyceln, das hat viele Vorteile:

➔ Kies und Sand ersetzen

Beton ist ein Gemisch aus Kies, Sand, Zement (Bindemittel) und Wasser. Der Natursteinanteil im Beton lässt sich durch zerkleinerten und aufbereiteten Bauschutt ersetzen.

➔ Material im Wirtschaftskreislauf

Der Bauschutt wird also nicht zur Deponie gefahren, sondern fließt wieder in den Wirtschaftskreislauf ein. Das schont natürliche Ressourcen und erhöht die Effizienz der eingesetzten Rohstoffe.

➔ Schutz der Natur

Ersetzen Recyclingmaterialien mineralische Baustoffe, müssen diese nicht aus Kiesgruben herausgeholt werden.

➔ Weniger Flächenverbrauch

Bauschutt, der zu Recycling-Beton verarbeitet wird, muss nicht auf Deponien beseitigt werden. Auf den vorhandenen Deponien spart das Platz, oder es werden weniger neue Deponien benötigt.



MEHR.WERT.WISSEN – Abfallvermeidung

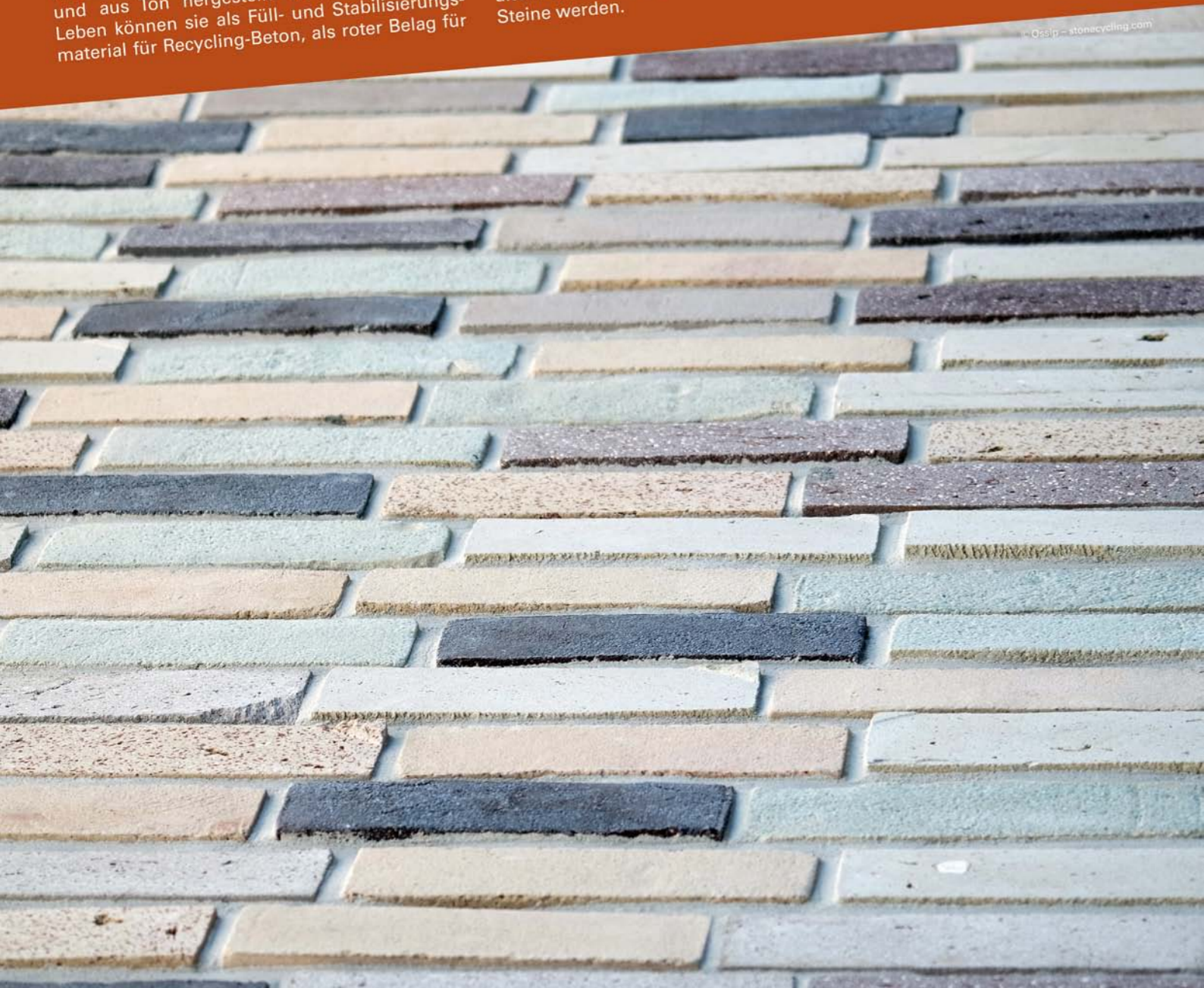
- **Weniger ist mehr:** Bauabfälle zu recyceln ist eine Möglichkeit, um die Menge an Abfällen zu reduzieren, die auf Baustellen anfallen. Abfallvermeidung ist die andere Möglichkeit. Auf diese Weise lassen sich auch beim Bodenaushub viele Fahrten zur Deponie sparen.
- **Bodenaushub einsparen:** Den größten Teil der Bau- und Abbruchabfälle macht der Bodenaushub aus. In der Regel wird der größte Teil des Bodenaushubs deponiert. Ein kleiner Teil wird vor Ort zur Gestaltung der Außenanlagen verwendet. Mit einer klügeren Planung könnte ein großer Teil des normalen Erdaushubs vermieden werden. Erdmassenausgleich heißt dabei das Stichwort. Das geht, wenn man ein Bebauungsgebiet von vorneherein mit einem höheren Bebauungsniveau plant. Dann kann die Baugrube weniger tief ausfallen, und das ausgehobene Material wird komplett rings um die Gebäude aufgeschüttet. Wird bei einem Einfamilienhaus mit einer Grundfläche von 80 Quadratmeter das Bodenniveau nur um 80 Zentimeter erhöht, spart das 64 Kubikmeter Bodenaushub und die Deponiefahrt von fünf Vierachser-LKWs. Außerdem werden die Entsorgungskosten eingespart (circa 12 Kubikmeter Bodenaushub pro LKW).
- **Sanierung vor Abriss:** Gelingt es, den Baubestand zu erhalten und über Sanierungsmaßnahmen auf die aktuellen Nutzerwünsche anzupassen, kann Bauschutt in erheblichem Maße vermieden werden. Alte Bausubstanz möglichst zu erhalten, auch dann, wenn auf dem Grundstück nachverdichtet werden soll, ist auch aus Sicht der Material- und Ressourceneffizienz deutlich günstiger und effizienter als der Abbruch oder Rückbau des Gebäudes und eine anschließende Neubebauung.

NEUE STEINE, ALTES MATERIAL ...

Backsteine oder Mauerziegel werden aus Lehm und aus Ton hergestellt. Nach ihrem ersten Leben können sie als Füll- und Stabilisierungsmaterial für Recycling-Beton, als roter Belag für

Tennisplätze oder als Pflanzensubstrate verwendet werden. Viel besser ist es aber, wenn aus alten Steinen und anderem Bauschutt neue Steine werden.

© StoneCycling.com



MEHR.WERT.WISSEN – Bauen mit Abfall

- **Recycling-Steine:** Backsteine aus Abbruchhäusern, Betonreste, Altglas, Kacheln oder Schotter vom Rückbau von Straßen. Das sind die Rohstoffe, aus denen neues Baumaterial für Häuser oder Inneneinrichtungen werden kann. Zuvor wird das Material zermahlen und dann zu neuen Steinen gebrannt. Je nach Mischung und Rezept entstehen helle oder dunkle, blaue oder rote Bausteine. Vom Aussehen erinnern die Recycling-Klinker ein bisschen an das Innere der Nougat-Schokolade in Dreiecksform aus der Schweiz. Erfunden hat die neuen Steine aus altem Material die niederländische Firma StoneCycling. Mehr Informationen im Internet unter: www.stonecycling.com
- **Alte Böden neu entdeckt:** Terrazzo-Böden sind bereits seit der Antike bekannt. Terrazzo-Platten zeichnen sich durch Zuschlagstoffe (zum Beispiel Marmor) aus, die meist auf eine zementgebundene Estrichunterlage auf- oder eingebracht werden. Durch Schleifen und Polieren bekommt die Platte eine ebene und glänzende Oberfläche. Terrazzo-Platten lassen sich aber auch aus Bauschutt herstellen. So entsteht Urban Terrazzo. Die Idee dazu hatten Absolventen der Berliner Universität der Künste. Mehr Informationen im Internet unter: www.urbanterrazzo.com

PAVILLON AUS BAUSCHUTT ...



Die Idee für den Mehr.WERT.Pavillon ging aus einem Wettbewerb für Studierende des Fachgebiets Nachhaltiges Bauen am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) hervor. Aufgabe war es, aus Abfallstoffen ein funktionsfähiges Gebäude zu errichten.

Neue Steine aus altem Bauschutt und noch dazu ohne Mörtel gemauert: Die KIT-Studentinnen Anja Sadowski und Annkathrin Auel entwickelten ihren Pavillon als in sich verdrehte Ziegelstein-Mauer. Die einzelnen Steine wären nicht mit Mörtel verbunden, sondern über Gewindestangen und Metallplatten mit dem Fundament verspannt worden.

MEHR.WERT.WISSEN – Pavillon aus Abfällen

- **Schöner Bauen:** Der Mehr.WERT.Pavillon ist ein komplexes Gebäude, das ausschließlich aus Materialien besteht, die bereits mehrere Lebenszyklen durchlaufen haben und die am Ende des Lebenszyklus des Pavillons wieder komplett in den Wirtschaftskreislauf einfließen können. Die Studierenden des Fachgebiets Nachhaltiges Bauen am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) haben insgesamt sieben Entwürfe erarbeitet, die jeder für sich einen tollen Mehr.WERT.Pavillon ergeben hätten. Der Pavillon, der letztlich im Mehr.WERT.Garten gebaut wurde, enthält Elemente aus fast allen Entwürfen und ist ein absolutes Unikat.





PILZE STATT BETON ...

WIE PILZE AUS DEM BODEN

So könnten auch Häuser wachsen: Am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) wird daran geforscht, aus Pilzen ein statisch wirksames Baumaterial zu entwickeln, das andere Werkstoffe ersetzen könnte. Aus Pilzmyzel wächst, gemischt mit Sägespänen oder

anderen organischen Substraten, ein schwammiges Material. Dieses kann dann in jede gewünschte Form gebracht werden. Nach dem Trocknen dieser Masse erhält man einen alternativen Baustoff, der vielseitig einsetzbar ist.

MEHR.WERT.WISSEN – Quellen

- Erdüberlastungstag: www.footprintnetwork.org
- Landesstrategie Ressourcen-Effizienz: <https://um.baden-wuerttemberg.de/de/wirtschaft/ressourceneffizienz-und-umwelttechnik/landesstrategie-ressourceneffizienz/>
- Abfall- und Kreislaufwirtschaft Baden-Württemberg: <https://um.baden-wuerttemberg.de/de/wirtschaft/ressourceneffizienz-und-umwelttechnik/landesstrategie-ressourceneffizienz/>
- Abfallbilanzen Baden-Württemberg: <https://um.baden-wuerttemberg.de/de/umwelt-natur/abfall-und-kreislaufwirtschaft/rahmenplanung-und-abfallbilanzen/>
- Abfallbilanz Deutschland: www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/UmweltstatistischeErhebungen/Abfallwirtschaft/Abfallbilanz.html
- Viel Schutt beim Abriss: www.ressource-deutschland.de/themen/bauwesen;
[www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/abfall/publikationen-studien/publikationen/entsorgen.html;](http://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/abfall/publikationen-studien/publikationen/entsorgen.html)
www.dbu.de/media/061217044057tllf.pdf
- Wer baut, benötigt Baustoffe: www.umweltbundesamt.de/daten/ressourcen-abfall/verwertung-entsorgung-ausgewahlter-abfallarten/bauabfaelle#textpart-1
- Bau- und Abbruchabfälle: www4.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/266768/abfallvermeidung_in_der_baubranche.pdf?command=downloadContent&filename=abfallvermeidung_in_der_baubranche.pdf
- Bauen und Klima: www.dbu.de/media/061217044057tllf.pdf

MEHR.WERT.WISSEN – Quellen

- Auf Sand gebaut: http://unepineurope.org/index.php?option=com_content&view=article&id=86:unep-global-environmental-alert-service-sand-rarer-than-one-thinks&catid=15&Itemid=101; www.baustoffwissen.de/wissen-baustoffe/baustoffknowhow/grundstoffe/grundstoffe-des-bauens/kies-und-sand-fuer-die-bauindustrie-abbau-einsatzbereiche-sandknappheit-sandimporte; www.welt.de/wissenschaft/article127147323/Unser-Wohlstand-ist-auf-Sand-gebaut.html; www.zdf.de/dokumentation/planet-e/planet-e-zement---der-heimliche-klimakiller-100.html; www.br.de/themen/wissen/sand-rohstoff-abbau-straende-100.html
- Sandkastenspiele: http://unepineurope.org/index.php?option=com_content&view=article&id=86:unep-global-environmental-alert-service-sand-rarer-than-one-thinks&catid=15&Itemid=101; www.sein.de/sand-erschöpfte-ressource-und-gefahr-fuer-die-umwelt
- Kein Beton ohne Zement: www.gegenfrage.com/china-verarbeitete-3-jahren-mehr-zement-als-die-usa-im-ganzen-20-jahrhundert
- Sand ist nicht gleich Sand: www.br.de/themen/wissen/sand-rohstoff-abbau-straende-100.html; www.stuttgarter-zeitung.de/inhalt.wie-ein-start-up-gegen-den-sandmangel-kaempft-beton-aus-wuesten-sand.a01e437a-e54c-4f10-9b6f-2148a35d1f8c.html; www.multicongroup.com/index.php/de/produkte/fein-und-w%C3%BCstensand
- Rohstofflager Stadt / Urban Mining: <http://kreislaufwirtschaft-bau.de/Arge/Bericht-10.pdf>; www.umweltbundesamt.de/daten/ressourcen-abfall/verwertung-entsorgung-ausgewaehlter-abfallarten/bauabfaelle#textpart-1; www.umweltbundesamt.de/themen/abfall-ressourcen/abfallwirtschaft/urban-mining#textpart-1
- Recycling-Beton: www.umweltbundesamt.de/daten/ressourcen-abfall/verwertung-entsorgung-ausgewaehlter-abfallarten/bauabfaelle#textpart-5; www.baustoffrecycling-bayern.de/wirtschaftlichkeit

MEHR.WERT.WISSEN – Quellen und Bildquellen

- Erdmassenausgleich: <http://fachdokumente.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/20033/ems0076.html?COMMAND=DisplayBericht&FIS=199&OBJECT=20033&MODE=BER&RIGHTMENU=null>
- Sanierung statt Abriss: <https://um.baden-wuerttemberg.de/de/service/presse/pressemitteilung/pid/leit-faden-zur-abfallvermeidung-in-der-baubranche>
- Bauen mit Abfall: Stonecycling (www.stonecycling.com), Urban Terrazzo: www.dear-magazin.de/stories/Urban-Terrazzo_-Poesie-in-Beton_18302350.html
- Pilze statt Beton: www.biooekonomie-bw.de/de/fachbeitrag/aktuell/bauen-mit-bambus-und-pilzen-nachwachsende-gebaeude-der-zukunft; <http://www.arch.kit.edu/aktuelles/2617.php>

Bildquellen

- Visualisierung Mehr.WERT.Garten: © Manuel Rausch
- Mehr als eine Erde: © WikiImages – pixabay.com
- Vermeiden vor Beseitigen: © Geralt – pixabay.com
- Visualisierung Mehr.WERT.Garten: © Manuel Rausch
- Auf Sand gebaut: © Reicher – fotolia.com
- Viel Schutt beim Abriss: © segovax – pixelio.de
- Rohstofflager Stadt: © MemoryCatcher – pixabay.com
- Recycling-Beton: © Feess-Beton
- Neue Steine, altes Material: © Ossip – stonecycling.com
- Pavillon aus Bauschutt: © Wojciech Zawarski
- Pilze statt Beton: © Caroline Täters



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT