

# TEAMhillebrandt

For personal information only.  
Distribution not allowed!



MASTER-RESEARCH-FOCUS  
SUSTAINABILITY  
URBAN MINING (DESIGN)

>> **Base-Courses: Sustainable Design and Energy-Performance 1-3** (1.-3- Master-Semester)

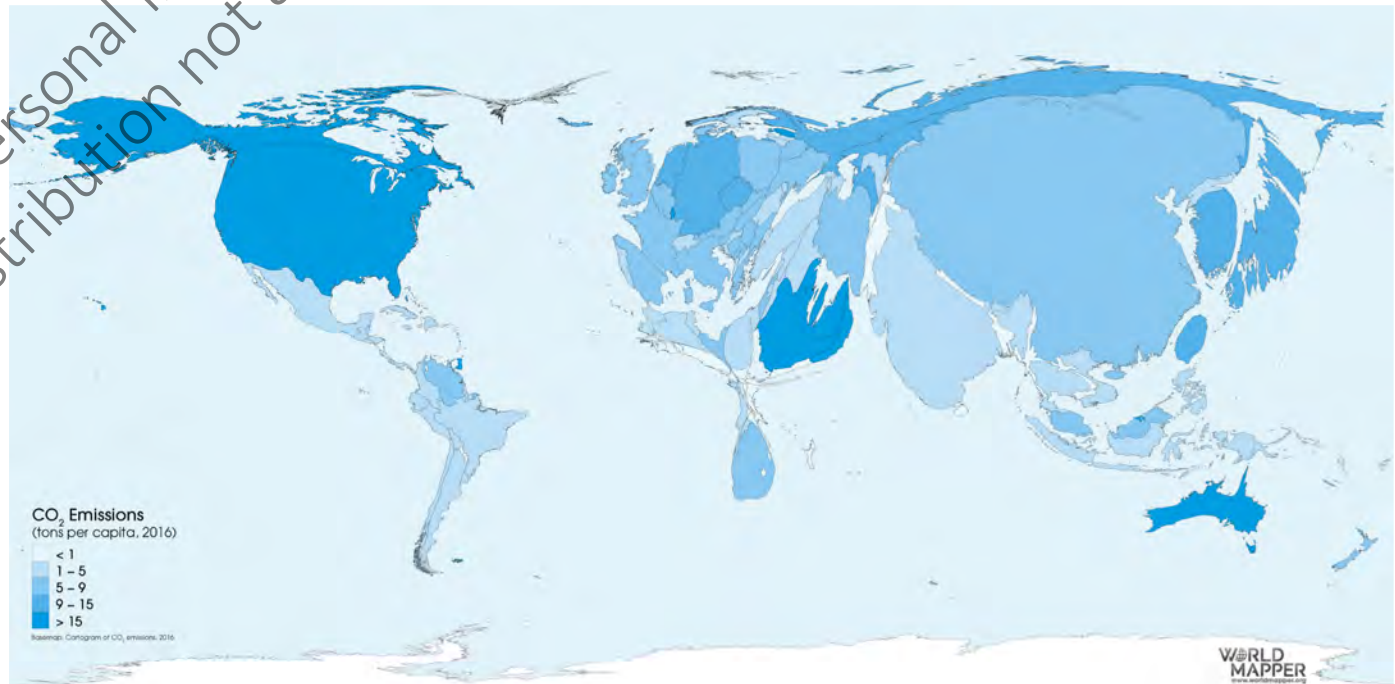
>> **Studio Sustainable Design and Energy-Performance** (2.+3. Mastersemester)

Chair: Construction | Design | Material  
Prof. Annette Hillebrandt

Chair: Building Physics | Building Services  
Prof. Karsten Voss

# ECOLOGICAL FOOTPRINT AND CO2-EMISSIONS

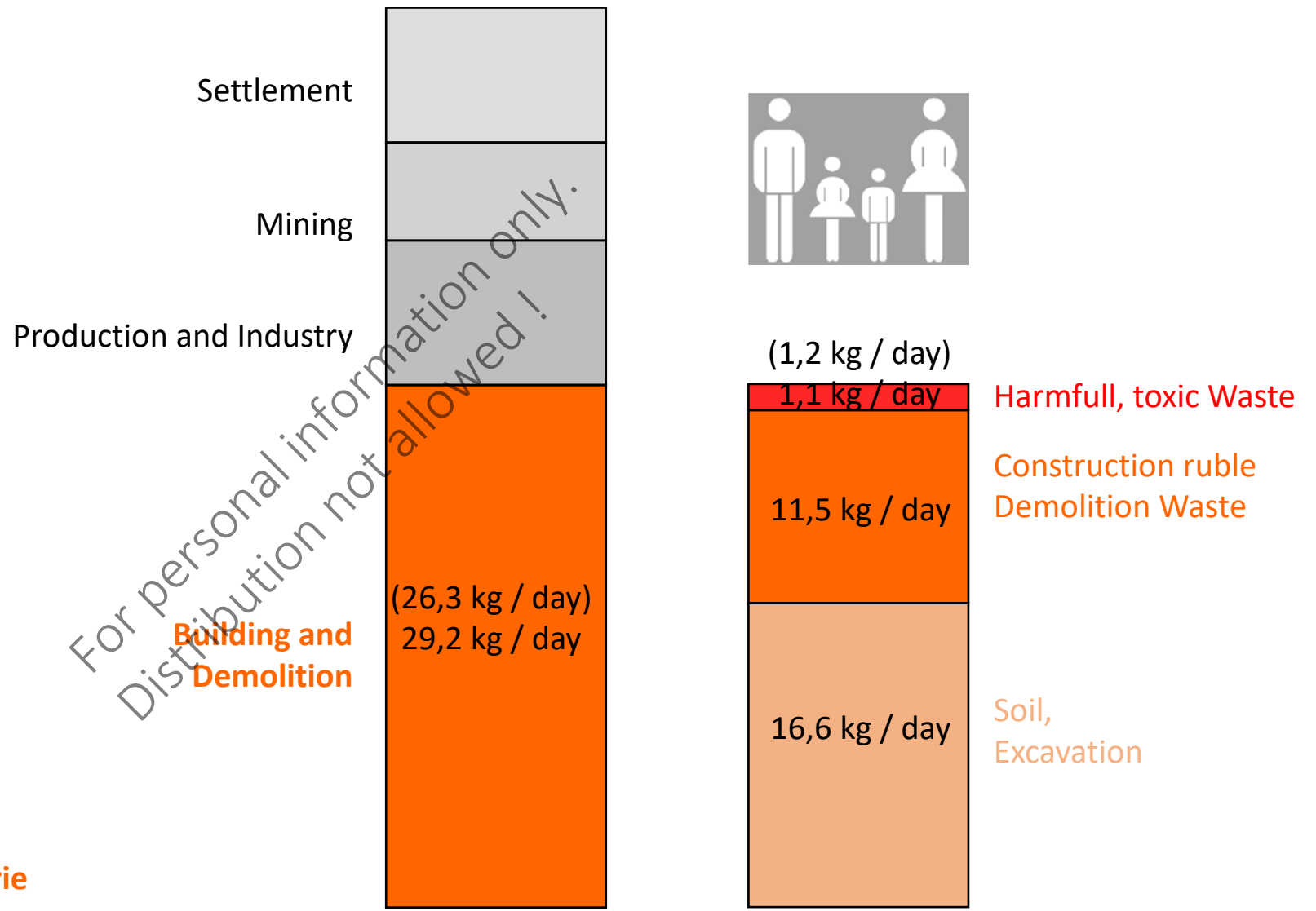
Abb.: <https://worldmapper.org>\_Stand:16.05.2019



For personal information only.  
Distribution not allowed!

# GERMANY'S WASTE-AMOUNT

Grafik: M. Schneider nach Abfallbilanz 2016 Destatis 19.07.2018 (Klammerwerte 2006)  
 und <https://statista.com/> 10.10.2018



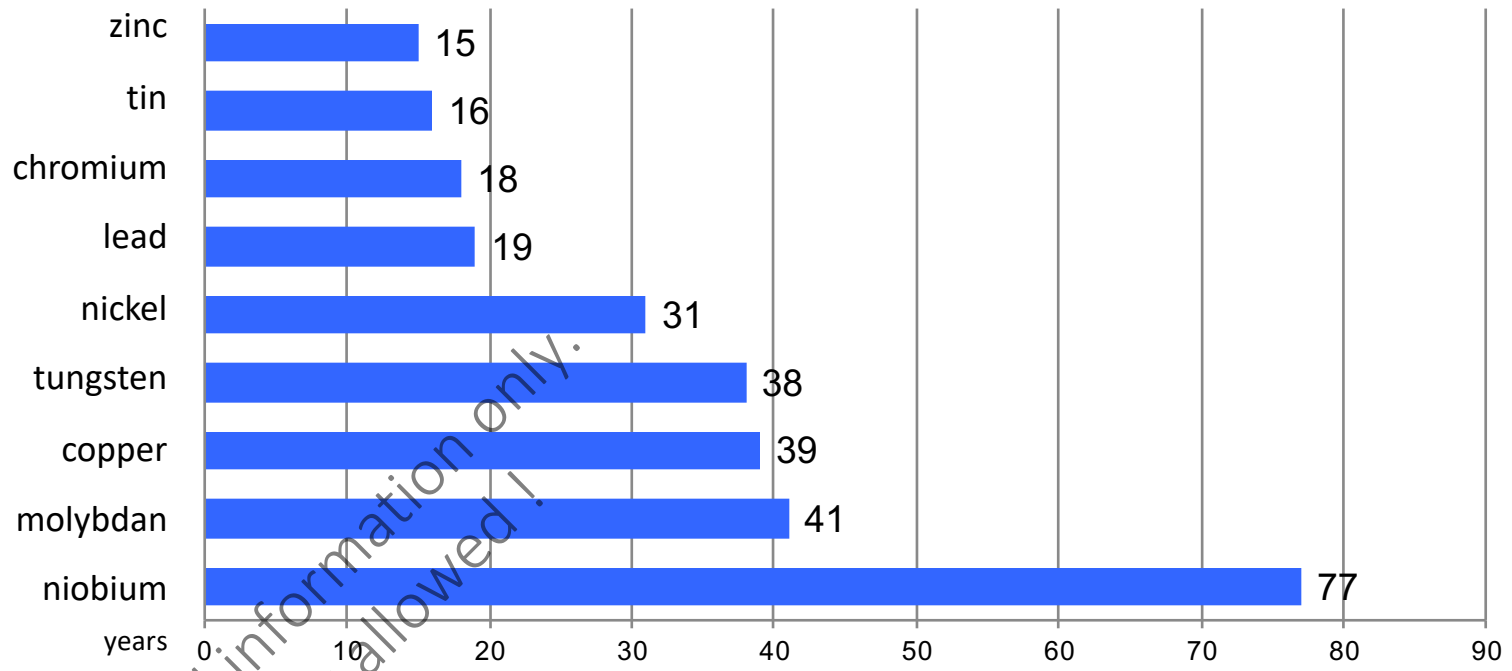
**54 %** of all waste result from buiding industrie  
**3,7 %** of that as harmful, toxic waste

# SCARCITY OF RAW MATERIAL

U.S. Geological Survey 2016

Inhalte: <http://www.overshootday.org>, Stand: 9.9.2017

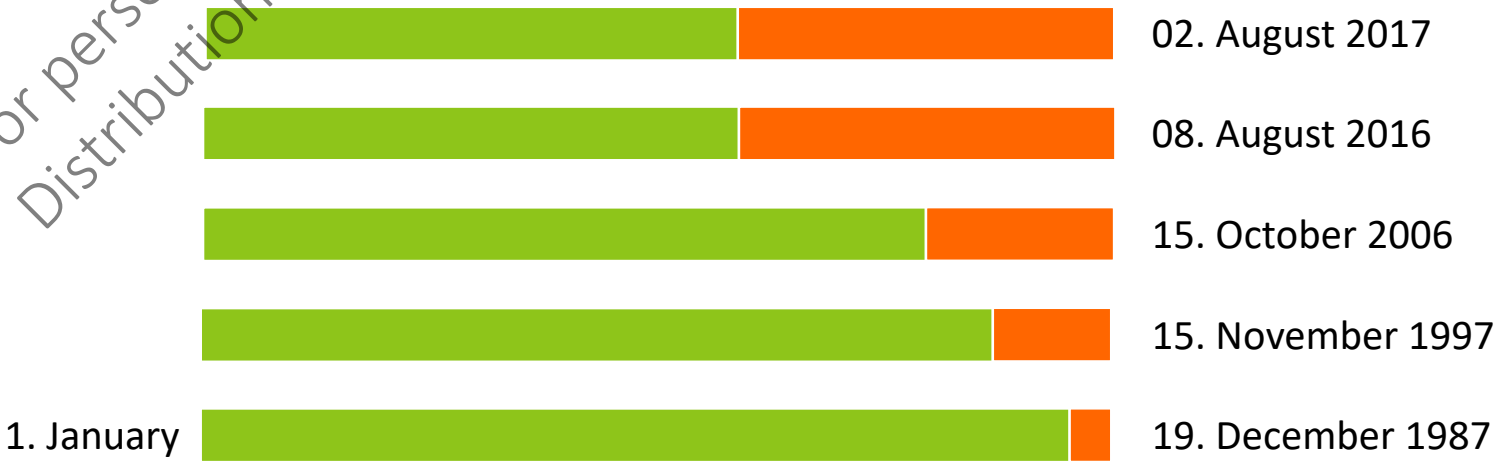
Grafik: m.schneider a.hillebrandt architektur



**MATERIAL TURNAROUND!**

For personal information only.  
Distribution not allowed!

Outreach of Selected Metals (Reserves)



Earth Overshootday

# STUDIO 2018 -2019

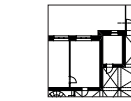
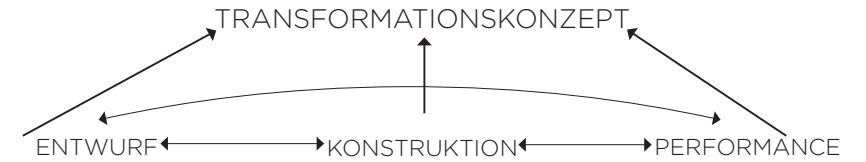
„SCHOOL BUILDINGS FOR FUTURE “–  
Performance based design

CHAIR:  
CONSTRUKTION | DESIGN | MATERIAL  
&  
CHAIR:  
BUILDING PHYSICS | BUILDING SERVICES

For personal information only.  
Distribution not allowed!

# TASK

„SCHOOLS FOR FUTURE-  
performance based design



STRUKTUR

Raumangebot  
Raumpro-  
gramm

Außenflächen



PROGRAMM

Neue  
pädagogische  
Konzepte

Räumliche  
Entsprechung



GESTALTUNG

Problematiken  
Erweiterungen

Erhaltenswerte  
Fassade

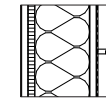
Denkmalschutz



GESETZ

Brandschutz

Schulbau-  
richt-  
linien



DÄMMKONZEPT

Innendämmung  
Außendämmung



RECYCLINGSFÄHIGE  
KONSTRUKTON

Materialkozept



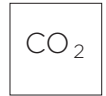
KONSTRUKTION

Sinnvolle  
Baukonstruktionen



TEMPERATUR

Messungen  
Simulation



CO2

Raumluftqualität

Lüftung



TAGESLICHT

Simulationen

verschiedener  
Faktoren



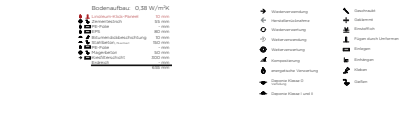
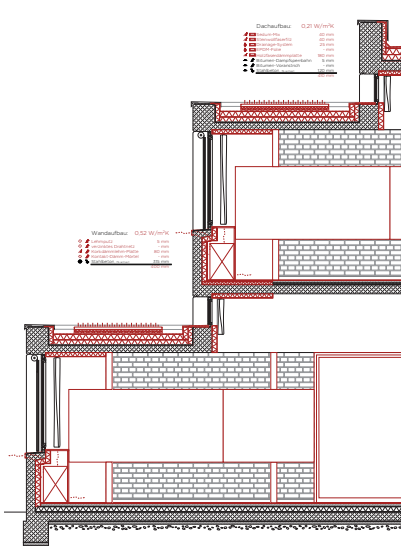
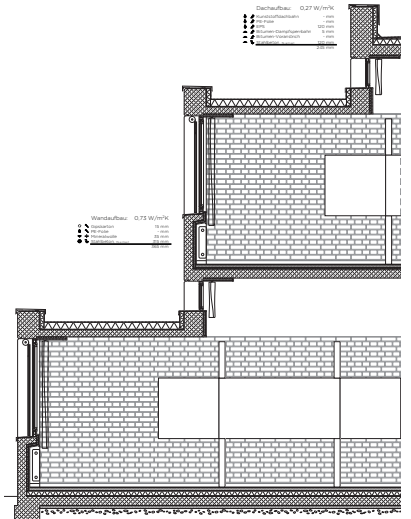
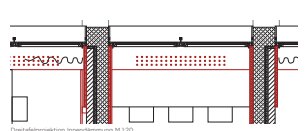
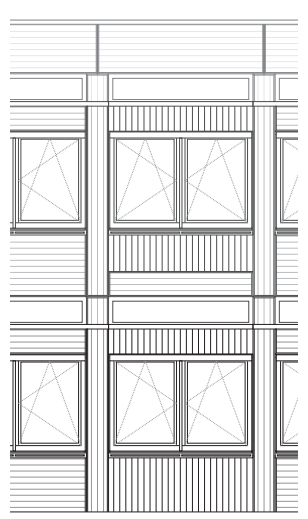
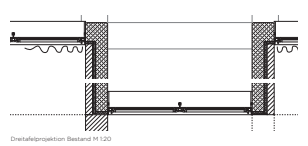
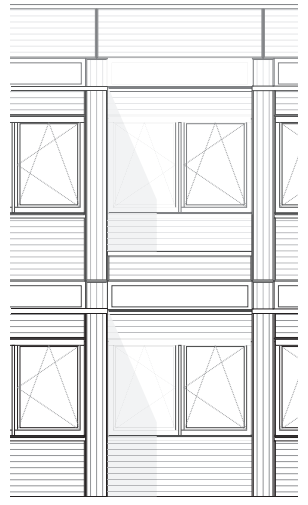
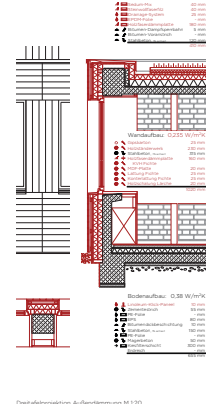
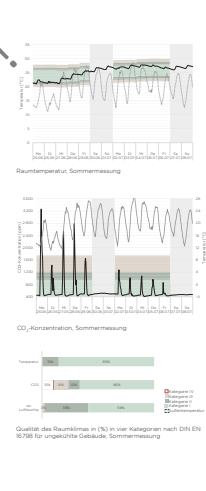
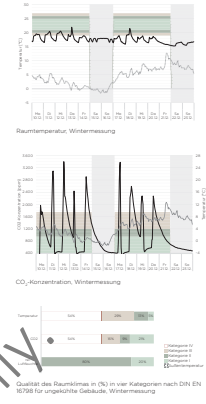
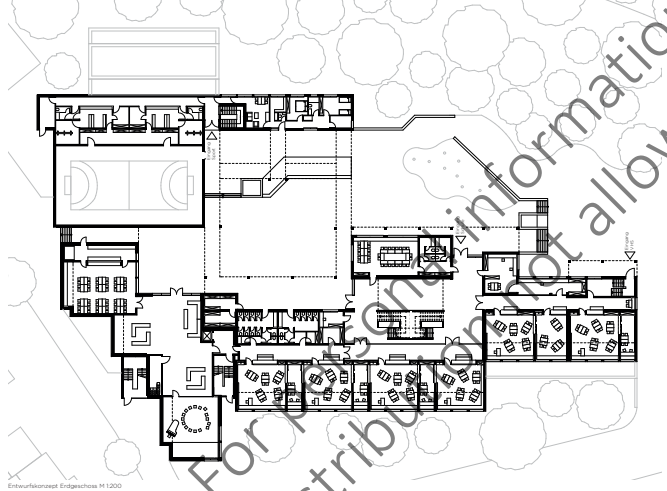
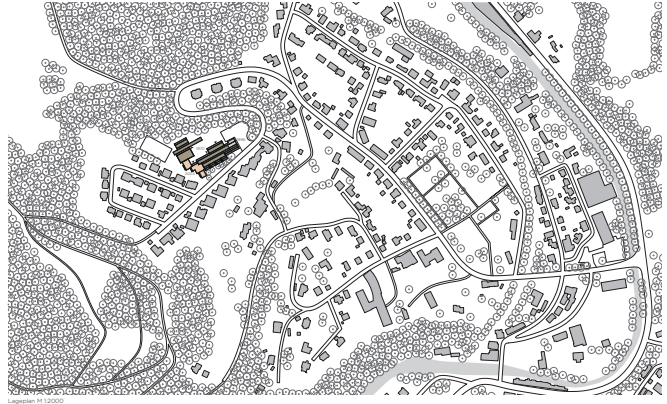
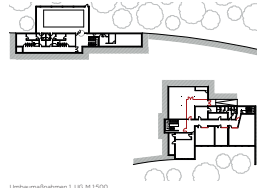
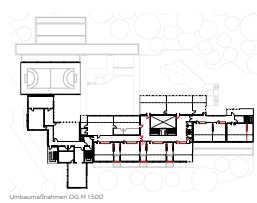
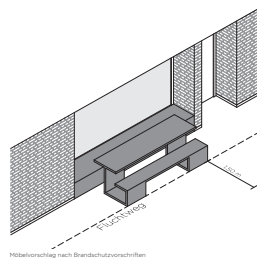
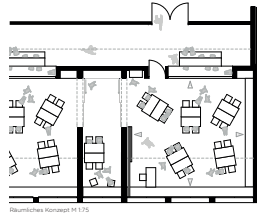
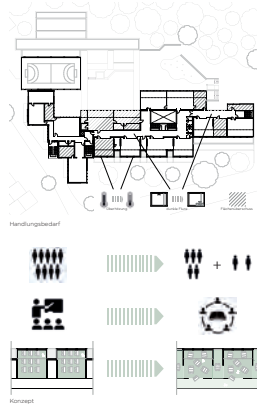
ENERGIEVERBRAUCH

For personal information only  
Distribution not allowed!

# Grundschule Volmetal

Jan Müller / Carina Noll

## Grundschule Volmetal

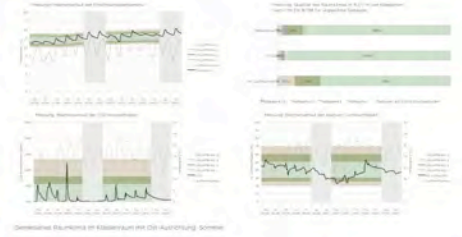
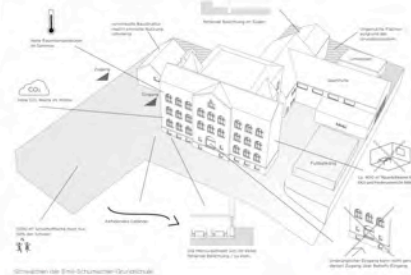




# Emil-Schuhmacher Grundschule

Linda Birkenfeld / Davide Minisgallo

## Emil-Schuhmacher-Grundschule FreiRaum zum Lernen



For personal information only.  
Distribution not allowed!



Publication

320 pages, 80 examples



SCHULEN MIT ZUKUNFT

# SCHULEN MIT ZUKUNFT

Linda Birkenfeld  
Anna Fahn  
Davide Ingegalo  
Jan Müller  
Kimberley Müller  
Carina Noll  
Lisa Pitz  
Christina Sonnborn

STUDIO NACHHALTIGKEIT UND ARCHITEKTURPERFORMANCE



Bergische Universität Wuppertal  
Fakultät für Architektur und Bauingenieurwesen  
Bauphysik und Technische Gebäudeausrüstung | Prof. Karsten Voss, Kai Wäther, Mein Johanna Berges  
Baukonstruktion, Entwerfen und Materialkunde | Prof. Annette Hillebrandt, Petra Regan-Frost

# STUDIO-EXHIBITION

2.APRIL - 6.MAI 2019



# STUDIO 2019 -2020

„RE ! CEPTION USDE 21“  
(Urban) Solar Decathlon Europe

CHAIR:  
CONSTRUKTION | DESIGN | MATERIAL  
Prof. Annette Hillebrandt

For personal information only.  
Distribution not allowed!



Solar Decathlon Europe 2014, Versailles Solar  
Decathlon Europe 2010, Team Wuppertal

# RECEPTION USDE21

For personal information only.  
Distribution not allowed!

Urban Mining: Reception-building for  
Urban Solar Decathlon Europe 2021 in Wuppertal  
using regional REcycling-Materials

# RECEPTION USDE21

## STRUCTURE OF COURSE

**Research** Urban Mining (Publications / realized buildings)

**Mapping** Looking for anthropogenic reservoirs in Wuppertal

**Criteria-catalogue** – for buildings with minimalized ecological footprint

**Design** scale 1:100

**Experiment** scale 1:1



Bild: Sören Nielsen, Vandkunsten

# REZEPTION USDE21

## CONCEPTION AND DESIGN

### SPACE ALLOCATION PLAN

- Foyer
- Material-Library
- Cafe and bookshop
- Storage
- Accomodation for 1-2 persons
- Flexibility to change application into holidayhome or working space



Bild: Sören Nielsen, Vandkunsten/arcSPACE

# REZEPTION USDE21

## MAPPING

Looking for anthropogenic reservoirs  
of used structural elements, components and materials.  
Mapping of qualities, quantities and time availabilities.



Bild: Sören Nielsen, Vandkunsten

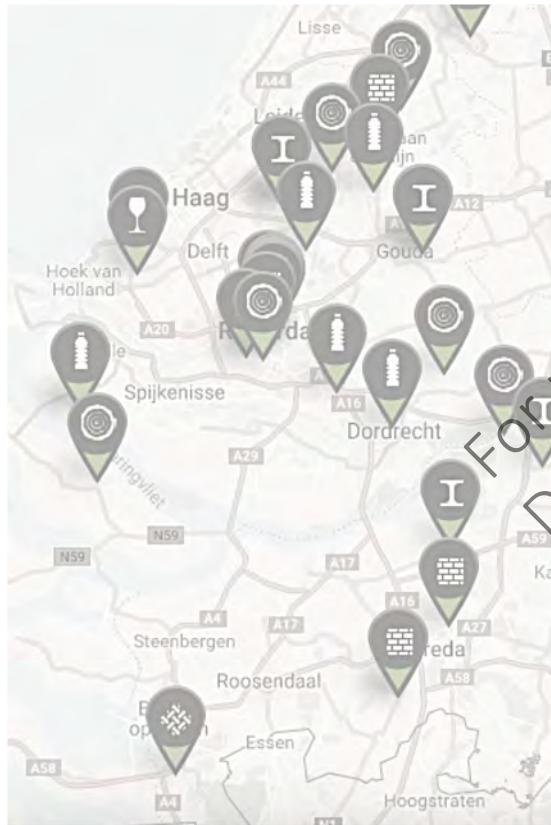


Bild: <https://www.harvestmap.org>



# RECEPTION USDE21

## EXPERIMENTS

In imitation of Søren Nielsens „RE-beauty“:  
Building prototyps in scale 1:1.



Bild: Søren Nielsen, Vandkunsten

For personal information only.  
Distribution not allowed.

# STUDIO 2019 -2020

## „ATLAS RECYCLING“ – Urban Mining Design

CHAIR:  
CONSTRUKTION | DESIGN | MATERIAL  
Prof. Annette Hillebrandt

For personal information only.  
Distribution not allowed!

# Atlas

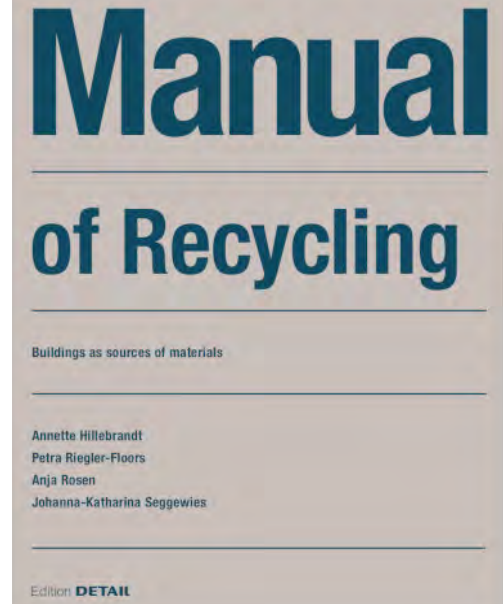
## Recycling

Gebäude als Materialressource

Annette Hillebrandt  
Petra Riegler-Floors  
Anja Rosen  
Johanna-Katharina Seggewies

Edition **DETAIL**

## ATLAS RECYCLING



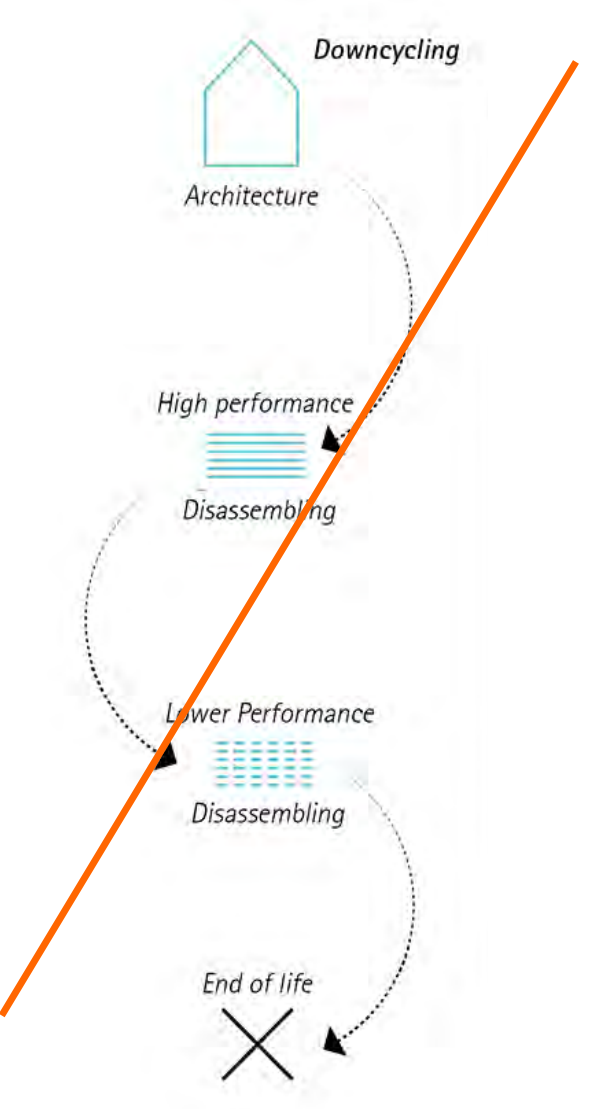
Participation on a specialized book for architects and engineers

240 pages, 2000 examples

referring to construction for dismanteling and recycling:  
„Buildings as material banks“

# Avoiding waste of resources

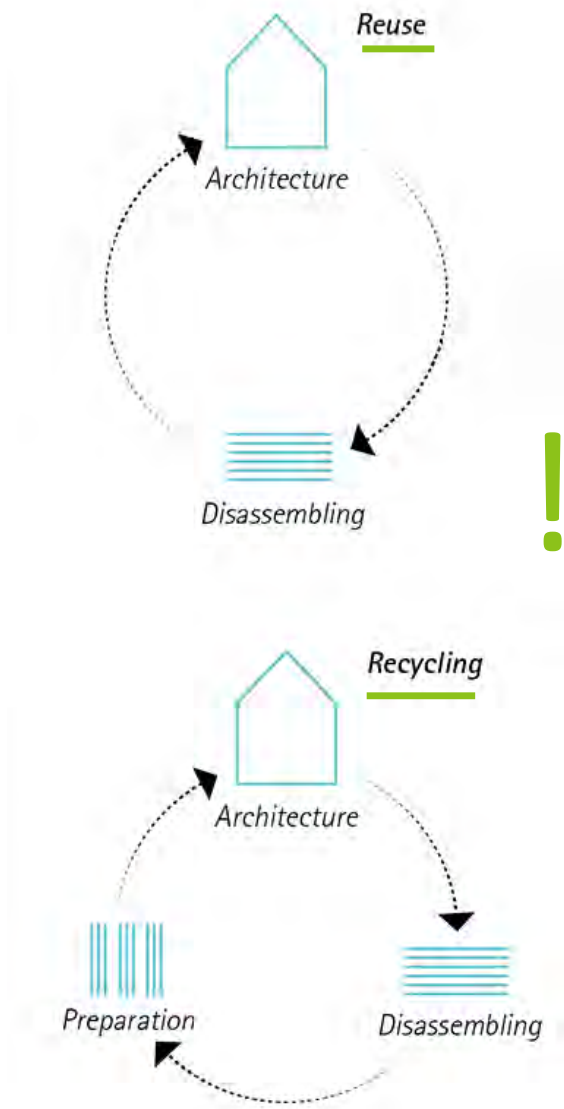
www.urban-mining-design.de



# „Living in a „returnable bottle“



# Building in closed loop materialcycles

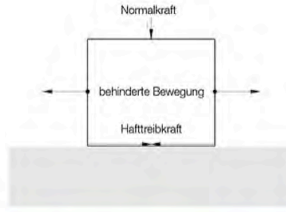


# Demountable Constructions

Abb.: Atlas Recycling, Edition DETAIL 2018

## Lösbare Verbindungen und Konstruktionen

Petra Riegler-Floors, Annette Hillebrandt



- a
- **Formschluss:** Ineinandergreifen der Form von mindestens zwei Verbindungspartnern, z. B. Nieten, Klettverschluss, Stehfalz-Verbindungen, lose Auflage (in einer Begrenzungs-konstruktion), Stopfen, Schütten, Drehriegel (Fenstergriff)
  - **Kraft- bzw. Reibschluss:** Verbindung durch Einwirkung einer Normalkraft und daraus resultierender Haftreibung, z. B. Schrauben, Nägel, Bolzen, Stiften, Klemmen, Keilen, lose Auflage (durch Gewicht)
  - **Stoffschluss:** Zusammenhalt der Verbindungspartner durch atomare oder molekulare Kräfte, z. B. Kleben, Schweißen, Lötens, Adhäsion

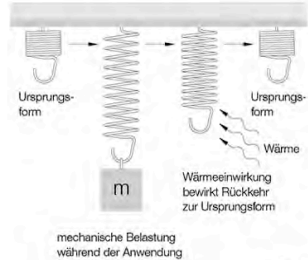
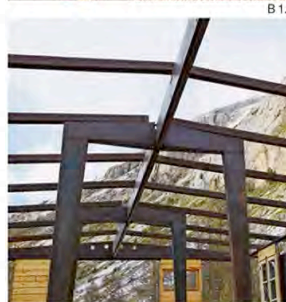
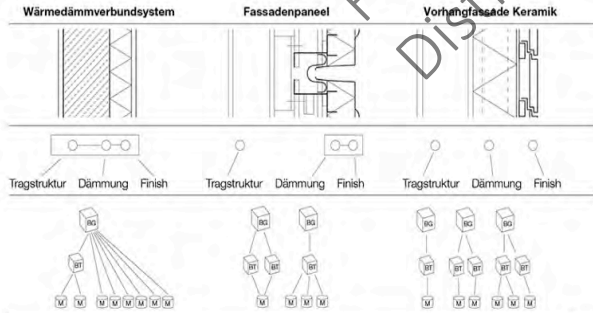
b

zahl von Nägeln aus der Nagelpistole jedoch nur mit erheblichem Aufwand oder gar nicht.

### Bewertung der Lösbarkeit

Einige Systeme zur Bewertung der Kreislauf-fähigkeit von Konstruktionen beziehen die Lösbarkeit von Verbindungen in ihre Betrachtungen ein, dabei liegt der Fokus auf unterschiedlichen Aspekten: Untersuchungen am Lehrstuhl Bau-konstruktion Entwurf Materialkunde an der Bergischen Universität Wuppertal etwa betrachten die Wirtschaftlichkeit des selektiven Rückbaus als Kombination aus Arbeitsaufwand und Wert der zurückzugewinnenden Materialien. Dabei wird der Aufwand zur sortenreinen Trennung in Form der physikalischen Größe Arbeit auf einer fünfstufigen Skala von »sehr geringer Aufwand« bis »sehr hoher Aufwand« eingeordnet (siehe »Faktor Arbeit«, S. 116) [1]. Das am Institut für Leichtbau Entwerfen und Konstruieren (ILEK) der Universität Stuttgart entwickelte System hingegen bewertet den Grad der Schädigung des Füge-teils beim Rückbau, auch auf einer fünfstufigen Skala, von »ohne Schädigung lösbar« bis »nur mit Schädigung oder Zerstörung lösbar«. Dabei wird die Bewertung der Fügung als »Fügematrix« in sogenannten Recycling-graphen in die Methode zur Analyse der Rezy-klierbarkeit von Baukonstruktionen eingebunden (siehe »Fazit und Ausblick«, S. 30f. mit Abb. A.3.14, S. 31) [2].

Bei Stoffschlussverbindungen handelt es sich in der Regel um unlösbare Verbindungen, bei Kraft- und Formschlussverbindungen (das Nieten ausgenommen) im Wesentlichen um lösbare. Teilweise ist eine eindeutige Einordnung in »lösbar« oder »unlösbar« aber nicht möglich. Die Lösbarkeit einer Verbindung kann auch von Faktoren wie etwa dem Witterungseinfluss (Feuchteintrag, Frost und thermische Längen-änderungen), der Materialität der zu verbindenden Bauteile oder der Anzahl der Hilfsfügeteile abhängig sein. So ist z. B. eine Verbindung zwischen zwei unbewitterten Holzlaten durch einen einzelnen Nagel relativ einfach mit einem Stemmeisen lösbar, eine Verbindung zweier Traghölzer mittels Nagelplatte und einer Viel-



### Fügetechniken

Die meisten Fügetechniken sind in DIN 8580 und DIN 8593 geregelt. Abb. B.1.6 zeigt in Anlehnung an diese Normen eine Übersicht von lösbaren Fügeverfahren wie Zusammen-setzen, Füllen, An- und Einpressen sowie eine längerfristige Verbindungszeit vorgesehen. Für häufig zu lösende und wieder zu verbindende Konstruktionen bieten sich als reversible Lösungen Klettverschlüsse oder Verbindungen durch Magnetcraft an. Dabei ist jedoch zu beachten, dass die Verbindung zwischen Baustoff und Klettband bzw. Magnet ein Hindernis für die sortenreine Trennung darstellen kann, da diese naturgemäß schwer bis unlösbar ausgeführt werden muss.

### Klettverschlüsse

Klettverschlüsse bestehen aus zwei Elementen, die sich lösbar ineinander verhaken: dem Flauschband mit Schlaufen und als Gegenstück dem Hakenband mit Widerhaken (Abb. B.1.8). Üblicherweise werden sie aus Kunststoffen wie PP, PE oder PA, für Spezialanwendungen auch aus nicht brennbaren Materialien wie Glasfasern oder PPTA hergestellt [3]. Seit 2009 sind Klettverbindungen aus gestanzten, dünnen Chrom-Nickel-Blechen auf dem Markt (siehe S. 52f.).

### Magnetverbindungen

Natürliche Magneten bestehen aus dem selten vorkommenden Magnetit (Eisen(II,III)-oxid). Heute dienen metallische Legierungen aus Eisen, Nickel und Aluminium mit Zusätzen aus Cobalt, Mangan und Kupfer oder auch keramische Werkstoffe (Barium- bzw. Strontiumhexaferrit) zur Herstellung von Permanentmagneten. Besonders starke Magneten werden im Sinterverfahren aus Seltenen Erden erzeugt, wie z. B. Samarium-Cobalt oder Neodym-Eisen-Bor: Ein 3,14 cm<sup>3</sup> großer Neodym-Magnet kann beispielsweise 11 kg tragen [4]. Damit vergrößert sich das Einsatzgebiet von Magneten bis hin zum Fügen von Baustoffen (z. B. Innenwandbekleidungen, Akustikmodule; Abb. B.1.9). Die Magnetverbindung kann in beengten Einbausituationen, bei denen ein Einhängen von oben nicht möglich ist, Vorteile bieten.

### Monomaterialsysteme

Eine Sonderrolle spielen Monomaterialsysteme: Die Lösbarkeit einer Verbindung wird irrelevant, wenn Verbindungsmittel und zu verbindende Bauteile aus dem gleichen Material bestehen, da kein Störstoff die sortenreine Trennung behindert (siehe »Einstoffliche Bauweisen«, S. 102ff.). So lassen sich z. B. durch Nieten verbundene Stahlträger nur aufwendig und unter Zerstörung des Fügeteils voneinander lösen – durch die Monomaterialität können sie aber gemeinsam dem Stahlrecycling zugeführt werden. Ähnlich verhält es sich im Holzbau: Zimmermanns-mäßige Verbindungen ohne Fügeteile oder Verbindungen mit Hartholzfügeteilen wie Dübel und Schrauben müssen zum Recycling nicht gelöst werden (Abb. B.1.10).

### Ausblick in die Zukunft

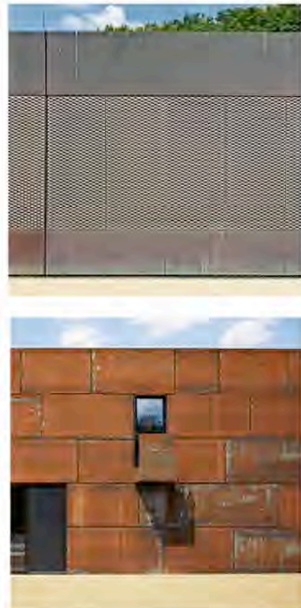
Zukünftig könnte die bisher hauptsächlich im Maschinenbau und in der Medizintechnik eingesetzte Formgedächtnistechnik für lösbare Verbindungen eine Rolle spielen (Abb. B.1.7). Form-Gedächtnis-Legierungen sind Materialien, die sich nach einer Verformung an ihre zuvor durch einen Glühprozess eingeprägte Ursprungsform »erinnern« können. Die vollkommene reversible Verformung in die Ursprungsform wird durch Temperaturänderung bewirkt. Bekanntester Werkstoff dafür ist eine Nickel-Titan-Legierung [5].

- B.1.6 Fügetechniken in Anlehnung an DIN 8580 Fertigungsverfahren – Begriffe, Einteilung und DIN 8593 Fertigungsverfahren Fügen
- B.1.7 lösbare Verbindungen der Zukunft: Sogenannte Form-Gedächtnis-Legierungen können sich nach einer Verformung an ihre zuvor durch einen Glühprozess eingeprägte Ursprungsform »erinnern«.
- B.1.8 Klettverschluss: Für höhere Haltekraften kann das Hakenband oder aber auch beide Elemente als sogenanntes Plitzkopfband ausgeführt werden.
- B.1.9 Magnetbefestigungssystem für Wandverglasungen im Nassbereich
- B.1.10 Lösbarkeit obsolet – Verbindungsmittel für die einstoffliche Bauweise: Holzschraube Kerbig, Gebrüder Murr, 2012



# Recyclable Materials

Abb.: Atlas Recycling, Edition DETAIL 2018



B 2.20

## Recyclingpotenziale von Baustoffen

Annette Hillebrandt, Johanna-Katharina Seggewies

### Ressourcenschonung und Abfallvermeidung

Noch vor 250 Jahren war der Einfluss menschlicher Bautätigkeit auf die Umwelt gering. Im Vergleich zu heute wurden in überschaubarem Rahmen Bauten errichtet. Aufwendiger konstruierte Gebäude hatten eine Lebensdauer von mehreren Generationen. Der finanzielle und zeitliche Aufwand für den Hausbau war groß und der Wert eines Hauses als Ganzes oder in Teilen hoch geschätzt. Konnte das Gebäude insgesamt den Anforderungen nicht mehr genügen, so wurden Teile davon oft in neuen Bauten wiederverwendet. Wenn das Gebäude keine Nachnutzung mehr fand, schlachtete man es aus, der Rest verfiel. Ein Entsorgungsproblem entstand nicht: Die verwendeten Materialien beschränkten sich bis auf wenige Ausnahmen auf Naturmaterialien, die direkt vor Ort oder außerhalb des wiederzubebauenden Grundstücks verrotteten oder vererdeten. Mittlerweile hat sich die Bautätigkeit aufgrund der gestiegenen Bevölkerungszahl exponentiell erhöht. Gerade in Ballungsräumen beispielsweise sinkt die Lebensdauer von Gebäuden aufgrund des Bodenpreises, der eine immer höhere Ausnutzung von Grundstücken erzwingt. Auch die Erneuerungszyklen verkürzen sich aufgrund der immer schneller steigenden Anforderungen an die Gebäudeperformance vor allem in den Industrienationen. Das Ergebnis sind überfüllte Abfalldeponien und steigende Entsorgungskosten. Die von der Bauproduktindustrie entwickelten Produkte sind in ihrer Leistungsfähigkeit auf die vielfältigen Ansprüche eines hochtechnisierten Bauwesens abgestimmt und auf die ihrerseits eingeräumten Gewährleistungszeiträume optimiert. Es ist zu beobachten, dass ein Teil der Bauproduktindustrie versucht, jedes Material – auch entgegen seiner Eignung – für jeden Zweck bis zur Tauglichkeit aufzurüsten, wenn das Ausgangsmaterial nur billig genug ist. Daraus resultiert letztendlich die problematische Entsorgung gesundheitsgefährdender Baustoffe, die jahrzehntelang unangezweifelt im Einsatz waren (z. B. Asbest), als Sondermüll. Jahrhundertelang erprobte Tauglichkeitsprüfungen und konstruktive Verarbeitungsoptimierung sind Geschichte, sogenannte Produkt-

innovationen erobern den Markt. Das Spektrum der am Bau verwendeten Baustoffe hat sich in den letzten Jahrzehnten erheblich erweitert. Die Planer sind mittlerweile mit einer unüberschaubaren Vielzahl von Industrieprodukten konfrontiert, deren stoffliche Zusammensetzung kaum jemand überblickt, geschweige denn ihr End-of-Life-Szenario einschätzen kann. Die im Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG) angeordnete Produktverantwortung und Produkthaftung greift bislang nicht. Die Gesellschaft ist vor der Vergemeinschaftung der Umweltauswirkungen und Entsorgungskosten nicht geschützt (siehe »Abfallrahmenrichtlinie und Kreislaufwirtschaftsgesetz«, S. 16). Alle aus der Entsorgung am Lebensende resultierenden Kosten obliegen bislang ausschließlich dem Verbraucher (siehe »Kostenvergleich konventioneller und recyclinggerechter Konstruktionen«, S. 120ff.). Von der rein stofflichen Ebene aus betrachtet, besteht also jede Immobilie aus Wert- oder Abfallstoffen, für die am Nutzungsende der Immobilienbesitzer die Verantwortung trägt. Bereits in der Planung entscheidet sich, ob ein späterer Wiederverkauf von Altstoffen möglich ist oder eine teure Entsorgung ansteht. Ein großer Teil des Werts einer Immobilie wird sich unabhängig vom Standort – nur erhalten, wenn sie aus Materialien errichtet wurde, die auf gleicher Qualitätsstufe recyclingfähig sind.

**Materialgruppen – Ursprünge, natürliche Erneuerungszyklen und Verfügbarkeit**  
Aufgrund ihres Ursprungs und ihrer Verfügbarkeit werden die im Bauwesen eingesetzten Materialien im Folgenden in vier Gruppen eingeteilt: biotisch, fossil, mineralisch, metallisch.

**Biotische Materialien**  
Als biotisch werden Materialien bezeichnet, die durch pflanzliches oder tierisches Wachstum entstehen, an ihrem Lebensende verrotten und wieder als Nährstoffe dem Wachstumskreislauf zugeführt werden können. Sie erneuern sich in Zeiträumen, die kürzer oder vergleichbar mit den Lebensdauern unserer Gebäude sind. Weil diese erneuerbaren Materialien (z. B. Holz) theoretisch endlos verfügbar sind, gilt ihr Einsatz im Bauwesen grundsätzlich hinsichtlich ihrer Verfügbarkeit zunächst als empfehlenswert.



B 2.28

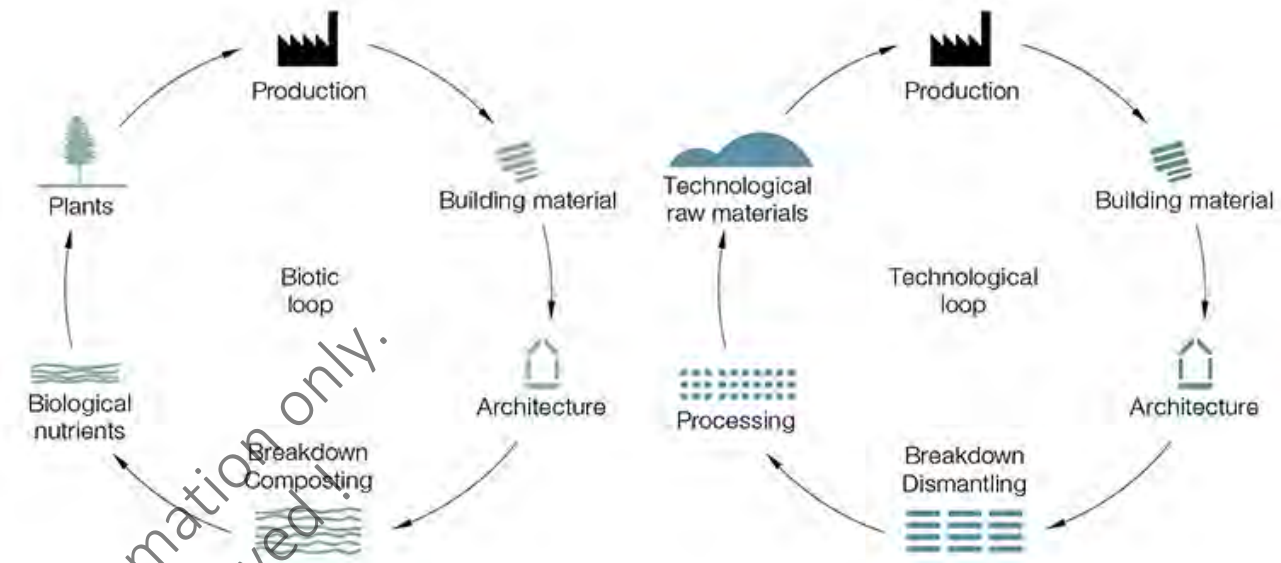
B 2.27

Material Wand, Decke, Dach: Bauplatten außen/innen	Wärmeleitfähigkeit [W/(m·K)]	Dampfdiffusionswiderstandszahl [μ]	Brandverhalten [DIN EN 13501-1]	Material-Cycle-Status	weitere Recyclingpotenziale
Massivholz-Diagonalplatte <sup>1)</sup>	0,13	207/22 <sup>1)</sup>	D-s2 d0-d2 <sup>2)</sup>	0% 20% 40% 60% 80% 100% MRC MLP MEoL	
OSB-Platte konventionelle Forstwirtschaft E1	0,13	200/150	D-E-s2 d0-d2 <sup>3)</sup>	MRC MLP MEoL	
OSB-Platte <sup>4)</sup> nachhaltige Forstwirtschaft E1	0,13	200/300	D-E-s2 d0-d2 <sup>3)</sup>	MRC MLP MEoL	
Spanplatte konventionelle Forstwirtschaft E1	0,12	15/50	D-E-s2 d0-d2 <sup>3)</sup>	MRC MLP MEoL	
Spanplatte <sup>4)</sup> nachhaltige Forstwirtschaft E1	0,1–0,18 <sup>4)</sup>	50/100	D-s2 d0 <sup>5)</sup>	MRC MLP MEoL	
Holzfaslerplatte <sup>6)</sup> anteilig nachhaltige Forstwirtschaft für außenseitige Beplankungen E1	0,09	11	D-s2 d0 <sup>6)</sup>	MRC MLP MEoL	
Holzfaslerplatte <sup>6)</sup> anteilig nachhaltige Forstwirtschaft für innenseitige Beplankungen E1	0,18	185	E-s2 d0-d2 <sup>7)</sup>	MRC MLP MEoL	
Strohbauplatte <sup>8)</sup>	0,10	10/10	E	MRC MLP MEoL	↩ ♻️
Gipskartonplatte	0,25	10/4	A2-s1 d0	MRC MLP MEoL	
Lehmbauplatte <sup>9)</sup>	0,35	5–10	A1 <sup>8)</sup>	MRC MLP MEoL	

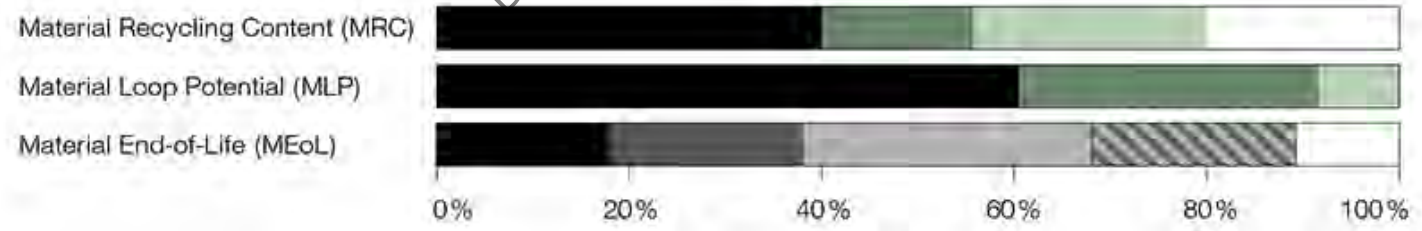
<sup>1)</sup> Die Angaben sind Herstellerangaben, beziehen sich auf ausgewählte Produkte und gelten nicht für die gesamte Produktgruppe.  
<sup>2)</sup> 10% Holzleuchte/60% Holzleuchte <sup>3)</sup> je nach Einbautart bei 30 mm Dicke <sup>4)</sup> je nach Einbautart und Dicke <sup>5)</sup> in Abhängigkeit von der Rohdicke <sup>6)</sup> bei 15 mm Dicke <sup>7)</sup> je nach Einbautart bei 8 mm Dicke <sup>8)</sup> raumseitig nicht brennbar

# Recyclable Materials

Abb.: Atlas Recycling, Edition DETAIL 2018



- Recycling at equal quality level
- Downcycling within construction sphere, high level of quality
- Downcycling outside of construction sphere, low level of quality
- no clear differentiation between high and low quality levels possible
- New material from renewable, certified sustainable resources
- New material from renewable resources
- New material or disposal or loss



- Symbol: "potential for composting"
- Symbol: "manufacturer take-back"
- Symbol: "high potential for re-use"

For personal information only. Distribution not allowed!

# Urban Mining Designs and Constructions

Abb.: Atlas Recycling,  
Edition DETAIL 2018

## Beispiel 02: Stahlskelettbau/ Fassade aus Glaskeramiktafeln

Tragwerk 100% recyclingfähig – Hülle 100% Recyclingmaterial

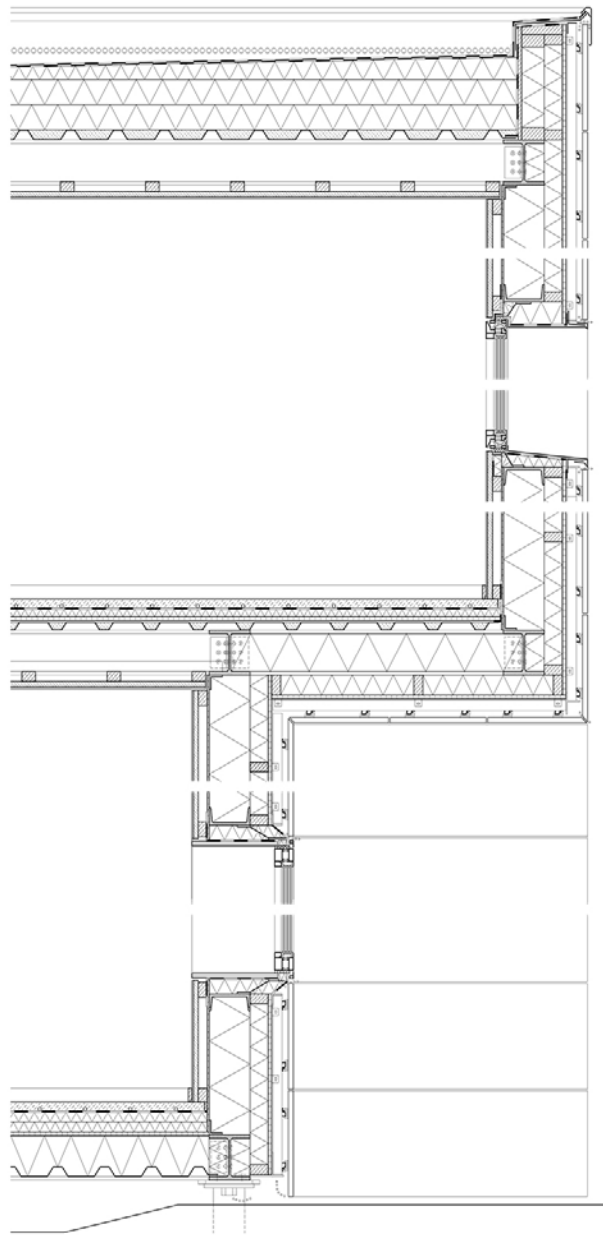
Die Struktur des Hüllmaterials verrät seinen Entstehungsprozess: Abgerundete Glasscherben schwimmen wie »Inseln« in der umgebenden Schmelze. Die eleganten Fassadentafeln bestehen zu 100% aus Altglas, ihre Farbigkeit weckt Vermutungen zur Funktion als z. B. Fensterscheibe oder Getränkeflasche in ihrer vorangegangenen Nutzung. Durch ihre großen Formate und eine lange Lebensdauer besteht auch hier die Möglichkeit einer Wiederverwendung.

Dazu passend – wenngleich von außen nicht sichtbar – kommen Dämmplatten aus Schaumglas und Recycling-Flaschenkorken zum Einsatz.

Primär- und Sekundärkonstruktion bestehen als Investition in die urbane Mine konsequent aus Stahl.

In den Innenräumen sind Lehmbauplatten – kunststofffrei armiert mit einem Gewebe aus Flachs – mit Lehmputz und Lehmfeinspachtelung überzogen. Sie bedürfen wie der als Sichtoberfläche verwendete Gussasphaltestrich auch langfristig keiner Oberflächenvergütungen.

Die Öffnungen thematisieren die Stärke der Wand: Opake Lüftungsfügel und transparente Festverglasungen mit Stahlrahmen wechseln von innen- zu außenbündig und erzeugen ein skulpturales Erscheinungsbild. Wasserfarbener Recycling-Glaskies komplettiert als Dachbelag die gläserne Hülle als die fünfte Fassade.



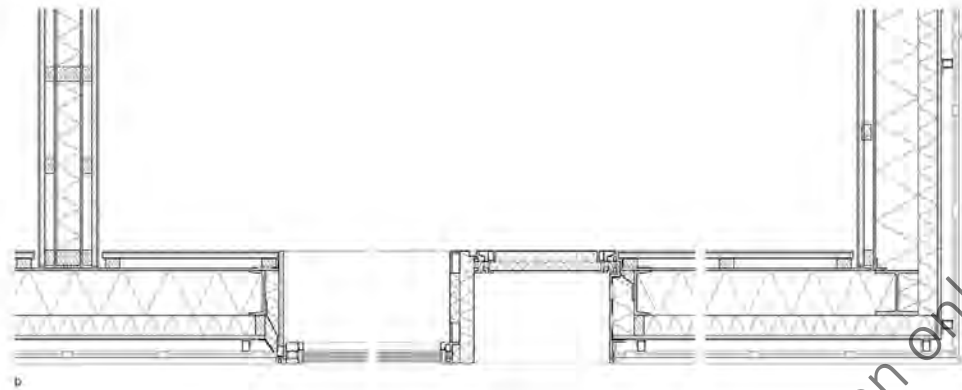
Ansichtsausschnitt  
Maßstab 1:50  
Vertikalschnitt  
Maßstab 1:20

- Materialien**
- Tragwerk und Gründung
  - Stahlskelettbau
  - Gefachdämmung
  - Sekundärkonstruktion KVH
  - Schraubfundamente
- Bekleidungen (außen)**
- Glaskeramiktafeln
  - Unterkonstruktion aus Aluminium-Rechteckrohren
- Bekleidungen (innen)**
- Lehmbauplatten mit Lehmfeinputz
  - Lattung
- Beläge (innen)**
- Gussasphaltestrich schwimmend
  - Fußbodenheizungssystemplatten mit Holzfaserdämmung
- Dämmungen**
- Schaumglasplatten
  - Schaumglasschotterdämmschüttung
  - Korkdämmplatten
  - Korkgranulatschüttung
  - Holzfaserdämmplatten
- Türen / Fenster**
- Rahmen Edelstahl
  - Dreifachverglasung
  - Bauwerksanschluss mit Folienanschlüssen EPDM



# Constructions and Recycling Potentials

Abb.: Atlas Recycling, Edition DETAIL 2018



- dazwischen Masseschüttung, Sand, lose in Sicken des Trapezblechs
- Tragprofil HEB 180/180/8,5 mm, verzinkter Stahl, verschraubt
- Konterlatting 40/60 mm, Fichte, unbehandelt, verschraubt
- Lattung als Installationsebene 40/60 mm, Fichte, unbehandelt, verschraubt
- Lehm- bauplatte mit Lehmleimputz und Lehm- spachtelung 25 mm, Bewehrungsgewebe Flachs, Oberflächenqualität Q3, verschraubt

- Bodenaufbau (U-Wert: 0,23 W/m<sup>2</sup>K)**
- Gussasphaltestrich 35 mm, mit Kupferrohren als Heizestrich, geschliffen als Sichtoberfläche, schwimmend
  - Trennlage 0,34 mm, Graupappe aus Zellulose-Recyclingfasern, lose verlegt
  - Trittschalldämmung 80 mm, zweilagig, Holzfaserdämmplatte, Lignin-gebunden, λ: 0,04 W/mK, lose verlegt
  - MDF-Platte 15 mm, diffusionsstopp mit Nut und Feder, s<sub>d</sub>: 0,165 m, verschraubt
  - Tragprofil HEB 180/180/8,5 mm, verzinkter Stahl, verschraubt
  - Trapezblech 35/207 mm, verzinkter Stahl, in Negativlage, Stöße überlappt wind- und dampfdicht durch geklemmtes Naturkautschukband (μ: 10.000), auf Elastomerunterlage aus Naturkautschuk punktuell verschraubt
  - Gefachdämmung 160 mm, Korkdämmgranulatschüttung, 100% recycelte Flaschenkorken, λ: 0,045 W/(mK), lose in Trapezblech geschüttelt
  - Schraubfundament, verzinkter Stahl, verschraubt

### Kreislaufpotenzial der Konstruktion

Materialien: Recyclingweg/End-of-Life-Potenzial

<b>Wiederverwendung</b> Glaskeramiktafel, Sandschüttung, Schaumglasrotterdämmerschüttung, Glasieschüttung	<b>Recycling</b> Korkdämmgranulat, Korkdämmplatte, Stahltragprofil, Schraubfundament, Trapezblech, Unterkonstruktion und Profil Aluminium, Fensterrahmen Edelstahl, Fußbodenheizestrich Kupfer, Gussasphaltestrich, Glaskeramiktafel, Schaumglasrotterdämmerschüttung und -platte, Lehm- bauplatte	<b>Reparaturrücknahme</b> Dachabdichtungsbahn EPDM	<b>Kompostierung</b> Holzfaserdämmplatte
<b>Weiterverwendung</b>	<b>energetische Verwertung</b> Trennlage Graupappe, Dachabdichtung pflanzliche Basis, Naturkautschukband, Elastomerunterlage aus Naturkautschuk, Klebeband	<b>Deponie Klasse 0/Verfüllung</b>	<b>Deponie Klasse III und IV/Gefahrstoffe</b>
<b>Weiterverwendung</b> KVH Fichte, Lattung Fichte, MDF-Platte, Dachabdichtungsbahn EPDM, Folienschlusslappen EPDM, Flachglas		<b>Deponie Klasse I und II</b>	

## Materialien und Massen

**Dach** [kg/m<sup>2</sup>]

Steckpaneelblech, Edelstahl, 1 mm	8,6
U-Profile, Edelstahl, 2-3 mm	6,3
Trapezblech, Stahl verzinkt, 35/207 mm	4,8
Lattungen, Fichte, 24-40/40-60 mm	3,6
Winddichtung, PE-HD, 0,2 mm	0,1
MDF-Platte 15 mm	8,1
Jutefaserdämmung, 60 mm + 200 mm	9,1
HEB-Profil, Stahl verzinkt, 200/200/9 mm	8,2
KVH, Fichte, 120/200 mm	6,0
OSB/3-Platte, 22 mm	13,6
Dampfbremse, PE-LD, 0,2 mm	0,2
Wandbespannung, Jute recycelt, 2 mm	0,3
<b>Gesamt</b>	<b>68,9</b>

**Außenwand** [kg/m<sup>2</sup>]

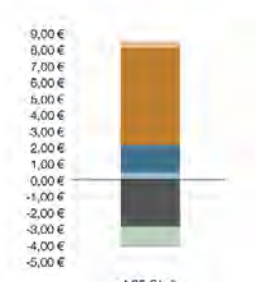
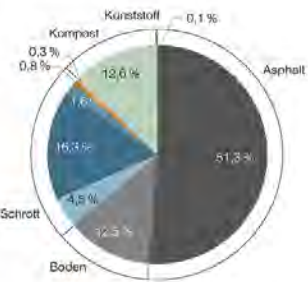
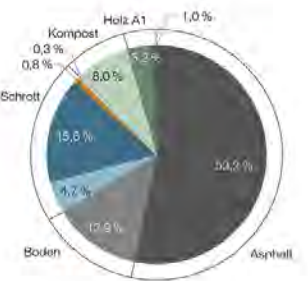
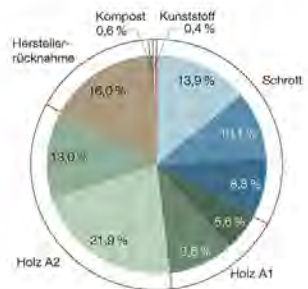
Steckpaneelblech, Edelstahl, 1 mm	8,6
U-Profile, Edelstahl, 2-3 mm	6,3
Winddichtung, PE-HD, 0,2 mm	0,1
MDF-Platte, 15 mm	8,1
Konstruktionsholz/Lattungen, Fichte 60/85 + 30/50 mm	3,5
Jutefaserdämmung, 85 + 200 mm	10,0
U-Profil, Stahl verzinkt, 200/75/8,5 mm	5,5
KVH, Fichte, 120/200 mm	8,0
OSB/3-Platte, 22 mm	13,6
Dampfbremse, PE-LD, 0,2 mm	0,2
Wandbespannung, Jute recycelt, 2 mm	0,3
<b>Gesamt</b>	<b>82,2</b>

**Decke** [kg/m<sup>2</sup>]

Gussasphaltestrich, 50 mm	100,0
Fußbodenheizestrich, Kupfer	1,5
Heizrohr lamellen, Aluminium	0,5
Graupappe, 0,34 mm	0,2
Trittschalldämmung, Holz faser, 60 mm	15,0
Trapezblech, Stahl verzinkt, 48,5/250 mm	8,8
Masseschüttung, Sand, in Sicken des Trapezblechs	24,3
HEB-Profil, Stahl verzinkt, 200/200/9 mm	29,4
KVH, Fichte, 120/200 mm	6,0
Lattungen, Fichte, 2x 30/50 mm	1,8
Deckenbespannung, Jute recycelt, 2 mm	0,3
<b>Gesamt</b>	<b>187,9</b>

**Boden/Gründung** [kg/m<sup>2</sup>]

Gussasphaltestrich, 50 mm	100,0
Fußbodenheizestrich, Kupfer	1,5
Heizrohr lamellen, Aluminium	0,5
Graupappe, 0,34 mm	0,2
Dampfbremse, PE-LD, 0,2 mm	0,2
Holzfaserdämmung, 60 mm + 100 mm	24,6
Masseschüttung, Sand, in Sicken des Trapezblechs	24,3
Trapezblech, Stahl verzinkt, 48,5/250 mm	8,8
HEB-Profil, Stahl verzinkt, 200/200/9 mm	31,7
Schraubfundament, Stahl verzinkt, 1600 mm	3,1
<b>Gesamt</b>	<b>194,9</b>



Rundungsdifferenzen in den Diagrammen programmbedingt

# Comparison of building costs: Standard versus Urban Mining Design

Abb.: Atlas Recycling,  
Edition DETAIL 2018

## Kostenvergleich 3

**Gebäudetyp**  
Bürogebäude  
**Geschosse**  
2 + Dachgeschoss  
**BGF**  
481 m<sup>2</sup>  
**BRI**  
1842 m<sup>3</sup>

### Besondere Kostenrelevanz

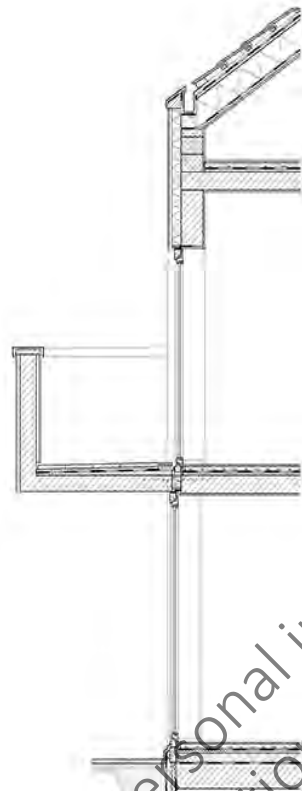
- + = positive Auswirkung
- = negative Auswirkung

### Konventionelle Konstruktion

- Herstellungskosten Stahlbetonmassivbau
- Fassade inkl. Fenster und Dämmung sowie Innenwandbekleidungen: einmaliger Austausch erforderlich
- Bodenbelag, Tapeten: mehrfacher Austausch erforderlich
- hohe Entsorgungskosten für Fassadenplatten, Gipsputz, EPS, Betonbaustoffe, Schläcketragschicht
- + End of Life/Entsorgung: Aluminium-Unterkonstruktion kostenneutral (Rückbauaufwand entspricht in etwa Materialgutschrift)

### Recyclinggerechte Konstruktion

- Austausch Außenwandbekleidung innen und Dämmung
- + Lebensdauer Innenwandbekleidung und -konstruktion, Bodenbeläge, Fassade und Fenster
- + End of Life/Entsorgung: geringe Masse und Kosten für Kupferheizungsrohre, Fassade und Tragwerk



**Konventionelle Konstruktion**  
Kalksandsteinmauerwerk mit Fassade aus faserverstärkter Harzkompositplatten

**Dach**  
Dachsteine (Beton), Lattung, Konterlattung, Unterspannbahn (Kunststoffverbund), OSB-Platte, Dachsparren mit EPS-Zwischendämmung, OSB-Platte, Dampfsperre (Kunststoffverbund), Ringanker (Stahlbeton)

**Decken**  
Laminat geklebt, Zementheizestrich mit Kunststoffrohren in FBH-Trägerplatte mit aufkaschierter EPS-Trittschalldämmung, Trennlage (Kunststoffmischfolie), Stahlbetonplatte, Gipsputz, Glasfasertapete mit Dispersionsfarbe

**Balken**  
Fliesen geklebt, Epoxidharz-Dränagemörtel, Dränagematte (Kunststoffmix), Abdichtung (Polymerbitumen), Zementestrich mit Galle, Stahlbetonfertigteile mit wärmedämmtem Bewehrungsanschluss, faserverstärkte Harzkompositplatte auf Unterkonstruktion (Aluminium)

**Außenwände**  
faserverstärkte Harzkompositplatte, Unterkonstruktion (Aluminium), Winddichtung (Polyesterfilles), Wärmedämmung (EPS), Mauerwerk (Kalksandstein), Gipsputz, Rautenartepete mit Dispersionsfarbe

**Fenster und Türen**  
Kunststofffenster/-türen (PVC) mit Dreifachisolierverglasung, Fensterbank (außen Aluminium beschichtet)

**Innenwände**  
Mauerwerk (Kalksandstein), Gipsputz, Glasfasertapete mit Dispersionsfarbe, Türen (Zargen und Blätter) Holzwerkstoff, kunststoffbeschichtet

**Gründung/Bodenplatte**  
Laminat geklebt, Zementheizestrich mit Kunststoffrohren in FBH-Trägerplatte mit aufkaschierter EPS-Trittschalldämmung, Wärmedämmung (PUR), Abdichtung (kunststoffmodifizierte Bitumendickbeschichtung mit Gewebeeinlage), Stahlbetonplatte, Sauberkeitsschicht (Magerbeton), Trennlage (Kunststoffmischfolie), Tragschicht aus Schlacken

Kosten-gruppe	konventionelle Konstruktion	Baukosten	Instandsetzungs-kosten (Barwert)	Rückbau- und Entsorgungskosten für Instandsetzungen und Rückbau nach 50 Jahren (Barwert)	Gesamt-kosten
KG 360	Dach	41 189 €	26 133 €	17 871 €	85 193 €
KG 350	Decken inkl. Balkon	77 931 €	52 756 €	36 404 €	167 091 €
KG 340	Innenwände	31 226 €	61 372 €	10 932 €	103 530 €
KG 330	Außenwände inkl. Fenster+Haustür	162 962 €	171 286 €	92 698 €	426 946 €
KG 320	Gründung/Bodenplatte	50 353 €	17 845 €	41 113 €	109 311 €
	Summe	363 643 €	329 401 €	190 018 €	882 062 €

B 7.22

### Recyclinggerechte Konstruktion

Stahlskelettbau mit Fassade aus Edelstahlsteckpaneelen (siehe »Detailkatalog« Bsp. 01, S. 138ff.)

**Dach**  
Steckpaneelblech und Unterkonstruktion (Edelstahl), Trapezblech (verzinkt), Lattung, Winddichtung (PE-HD), MDF-Platte, Jutefaserdämmplatte, Lattung, Stahlprofil HEB 200, Sekundärkonstruktion (KVH), Gefachdämmung Jutefaserdämmung, Dampfbremse (PE-LD), OSB/3-Bauplatte, metallische Klettverbindung, Lattung, Jutefaserbespannung

**Decken**  
Gussasphaltestrich, Heizungsrohre (Kupfer), Trennlage (Recycling-Graupappe), Holzfaserdämmplatte, Masseschüttung (Sand), Trapezblech (verzinkt), Stahlprofil HEB 200, Sekundärkonstruktion (KVH), Konterlattung, Lattung, metallische Klettverbindung, Lattung, Jutefaserbespannung

**Balken**  
Gussasphaltestrich, Schwalbenschwanzstahlblech (verzinkt), Bautenschutzmatte (Recycling-Gummigranulat), Dachabdichtungsbahn (bituman- und halogenfrei, auf pflanzlicher Basis), OSB/3-Bauplatte, Stahlprofil (HEB 120), Brüstung: Stahlprofil HEB 120 (verzinkt), Steckpaneel (Edelstahl), Unterkonstruktion (Aluminium)

**Außenwände**  
Steckpaneel und Unterkonstruktion (Edelstahl), Winddichtung (PE-HD), MDF-Platte, Jutefaserdämmplatte, Lattung, Gefachdämmung, Jutefaserdämmplatte, Stahlprofil U 200, Sekundärkonstruktion (KVH), OSB/3-Bauplatte, Dampfbremse (PE-LD), metallische Klettverbindung, Lattung, Jutefaserbespannung

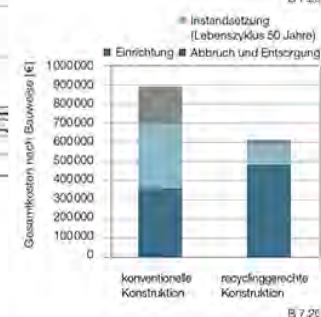
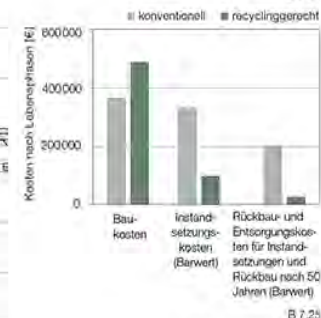
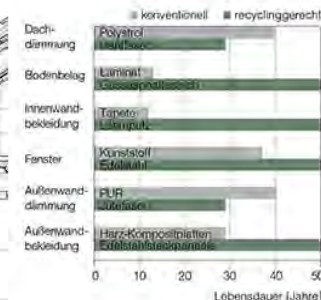
**Fenster und Türen**  
Pfosten-Riegel-Konstruktion (BSH mit Edelstahldeckleiste), Terrassentür: Edelstahlrahmen, Dreifachverglasungen

**Innenwände**  
Holzständerkonstruktion mit Jutefaserdämmplatte, Beplankung Leimbauplatte mit Lehmleimputz, Türen: Massivholz zargen mit Vollspanblättern furniert

**Gründung/Bodenplatte**  
Gussasphaltestrich, Trennlage (Recycling-Graupappe), Dampfbremse (PE-LD), Holzfaserdämmplatte, Masseschüttung (Sand), Trapezblech, Stahlprofil HEB 200 (verzinkt), Schraubfundament (Stahl verzinkt)

Kosten-gruppe	recyclinggerechte Konstruktion	Baukosten	Instandsetzungs-kosten (Barwert)	Rückbau- und Entsorgungskosten für Instandsetzungen und Rückbau nach 50 Jahren (Barwert)	Gesamt-kosten
KG 360	Dach	104 427 €	30 770 €	-83 €	135 114 €
KG 350	Decken inkl. Balkon	78 127 €	77 29 €	-187 €	85 669 €
KG 340	Innenwände	38 203 €	0 €	12 036 €	50 239 €
KG 330	Außenwände inkl. Fenster+Haustür	232 078 €	50 680 €	2402 €	284 160 €
KG 320	Gründung/Bodenplatte	33 582 €	0 €	10 683 €	44 265 €
	Summe	486 416 €	98 179 €	24 851 €	609 447 €

B 7.23



B 7.22 Kostenabelle für konventionelle Konstruktion nach Kostengruppen  
B 7.23 Kostenabelle für recyclinggerechte Konstruktion nach Kostengruppen  
B 7.24 Lebensdauer einzelner Baustoffe nach BKI-2 (siehe Anm. 3) und BNB (siehe Anm. 4)  
B 7.25 Gegenüberstellung Kosten nach Lebensphasen  
B 7.26 Gegenüberstellung Gesamtkosten nach Bauweise

Ebi allen aufgeführten Kosten handelt es sich um Netto-preise für fertig montierte bzw. demontierte Baustoffe.  
Grundrisse EG und 1. OG  
Maßstab 1:1000  
Vertikalschnitte  
Maßstab 1:50

# URBAN MINING STUDENT AWARD

Nationwide Student-Competition:  
demountable constructions  
and recyclable materials



URBAN MINING STUDENT AWARD WISE 2017 | 2018

**URBAN MINING STUDENT AWARD**

NACHHALTIG SCHÖNE ARCHITEKTUR DIE ROHSTOFFWENDE IST DA!

DER NEUE URBAN-MINING-STUDENT-AWARD BELOHNT INNOVATIVE IDEEN UND BEITRÄGE ZUM RÜCKBAU- & RECYCLINGFREUNDLICHEN BAUEN MIT PREISGELDERN VON INSGESAMT 4000 €

For personal information only  
Distribution not allowed

ILLUSTRATION & GESTALTUNG | C. PALAZZARI



MEHR INFOS UNTER:  
[WWW.URBANMININGSTUDENTAWARD.DE](http://WWW.URBANMININGSTUDENTAWARD.DE)



WAS IST URBAN MINING GERECHTES BAUEN?  
[WWW.URBAN-MINING-GERECHTES-BAUEN.DE](http://WWW.URBAN-MINING-GERECHTES-BAUEN.DE)



BERGISCHE UNIVERSITÄT WUPPERTAL  
Lehrstuhl Baukonstruktion | Entwurf | Materialkunde



architekten | ingenieure | generalplaner

# TEAMhillebrandt

For personal information only.  
Distribution not allowed!

