

RECYCLINGGERECHT BAUEN:

NACHHALTIGE UND KREISLAUFFÄHIGE
KONSTRUKTIONEN IN DER PRAXIS

PETRA RIEGLER-FLOORS

PROF. DIPL.-ING. ARCHITEKTIN
HOCHSCHULE TRIER



PETRA RIEGLER-FLOORS

PROF. DIPL.-ING. ARCHITEKTIN
HOCHSCHULE TRIER

Seit 2021

Mitglied Steuergruppe Nachhaltigkeit, Hochschule Trier

Mitglied Scientists 4 future, Ortsgruppe Trier

Mitglied Steuergruppe Vortragsreihe „In the Nature of materials“, Hochschule Trier

Mitglied futurewoman

Seit 2020

Professorin für Bau- und Ressourcenmanagement in der Architektur an der Hochschule Trier

Fördermitglied Architects for future

Seit 2016

freie Autorin

Seit 2011

selbstständige Architektin

2013-2020

Wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Bergischen Universität Wuppertal, Lehrstuhl Baukonstruktion, Entwerfen und Materialkunde, Prof. Annette Hillebrandt

2007-2008

Wissenschaftliche Mitarbeiterin an der RWTH Aachen, Lehrstuhl Wohnbau und Entwerfen, Prof. Wim van den Bergh

2007-2011

Architektin bei msah architektur, Köln

2004-2007

Architektin bei synn architekten, Wien

2003

Masterclass Steel, Archiprix International/ Berlage Institut, Rotterdam

1997-2003

Studium der Architektur an der RWTH Aachen und ETSAV Barcelona

1995-97

Studium der Biologie an der RWTH Aachen

1994-95

Diplome de culture francaise, Sorbonne, Paris

NACHHALTIGE UND KREISLAUFFÄHIGE KONSTRUKTIONEN IN DER PRAXIS

EINFÜHRUNG

TEIL 1: RECYCLINGPOTENZIALE VON BAUSTOFFEN

TEIL 2: LÖSBARE VERBINDUNGEN UND KONSTRUKTIONEN:
THEORETISCHE EINFÜHRUNG UND ANGEWANDTE BEISPIELE AUS DER PRAXIS

TEIL 3: KOSTENVERGLEICH KONVENTIONELLER UND RECYCLINGGERECHTER
KONSTRUKTIONEN

**NACHHALTIG BAUEN:
WARUM RECYCLINGGERECHT
KONSTRUIEREN?**

Prof. Petra Piegler-Floors

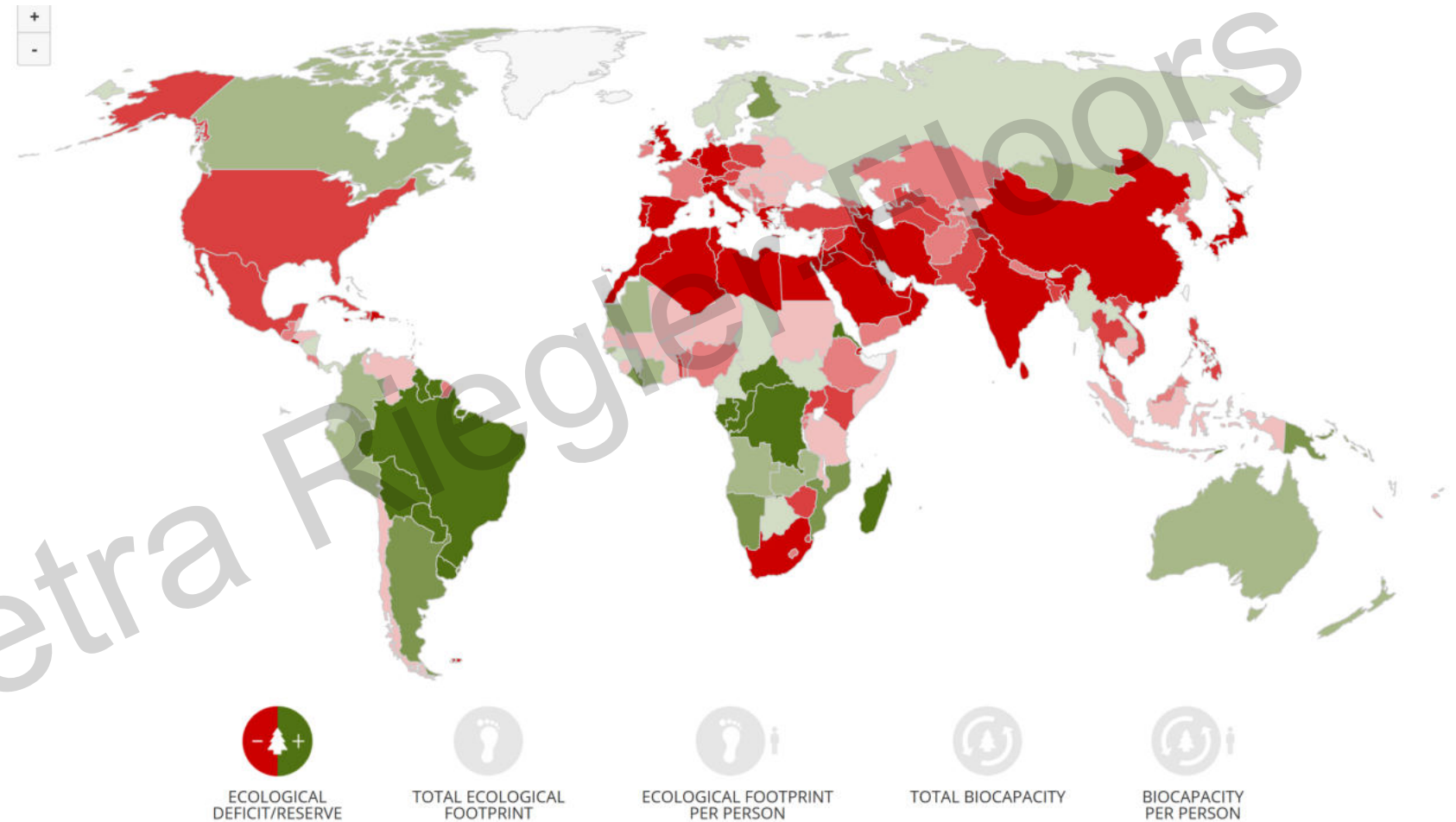


Abb: www.landkartenindex.de

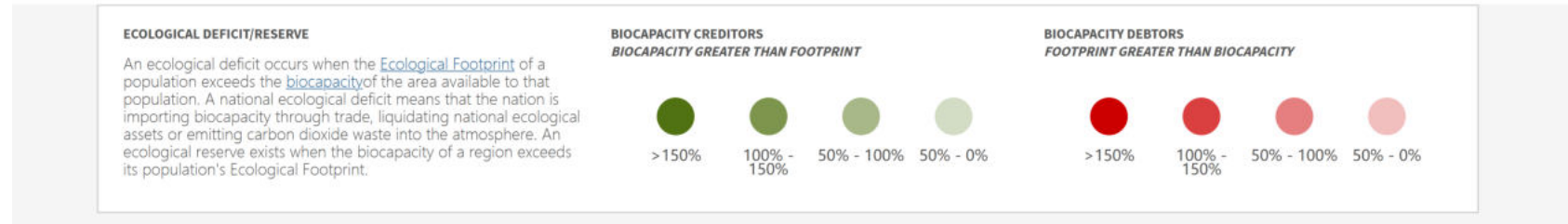
earth overshoot day

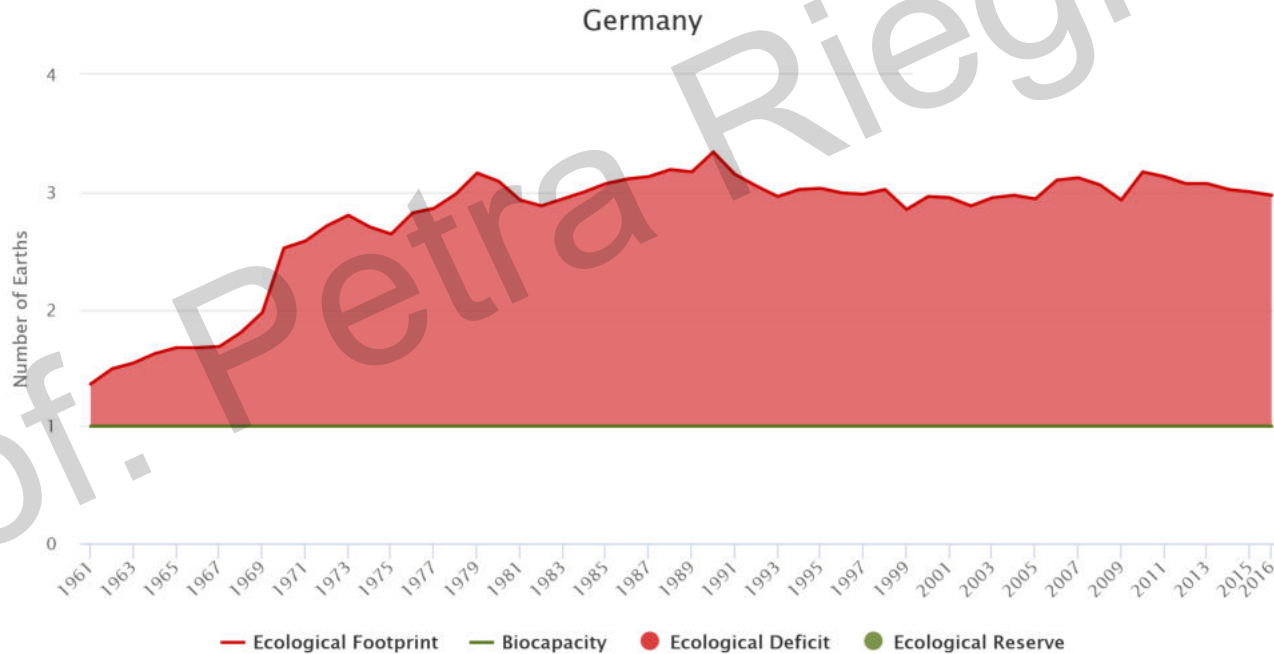
Die Menschheit nutzt die Natur 1,7 mal schneller, als Ökosysteme sich regenerieren können.

Ökologisches Defizit/Reserve



capacity of ecosystems to regenerate what people demand from those surfaces.

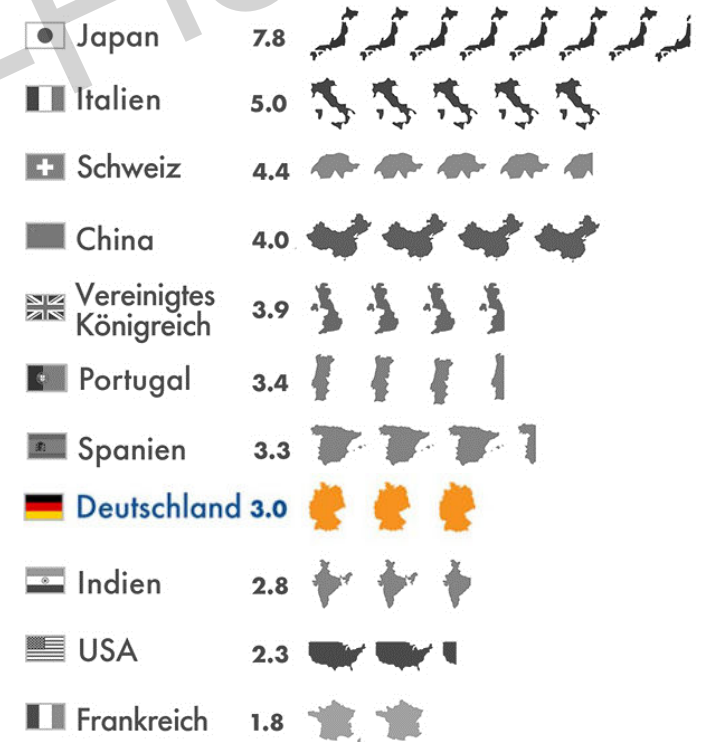




Global Footprint Network, 2019 National Footprint Accounts

Abb: www. <http://data.footprintnetwork.org/>

Wie viele "Japans" braucht Japan, um den Konsum seiner Bewohner zu decken?



Quelle: National Footprint and Biocapacity Accounts 2021

Resultate für andere Länder verfügbar unter overshootday.org/how-many-countries

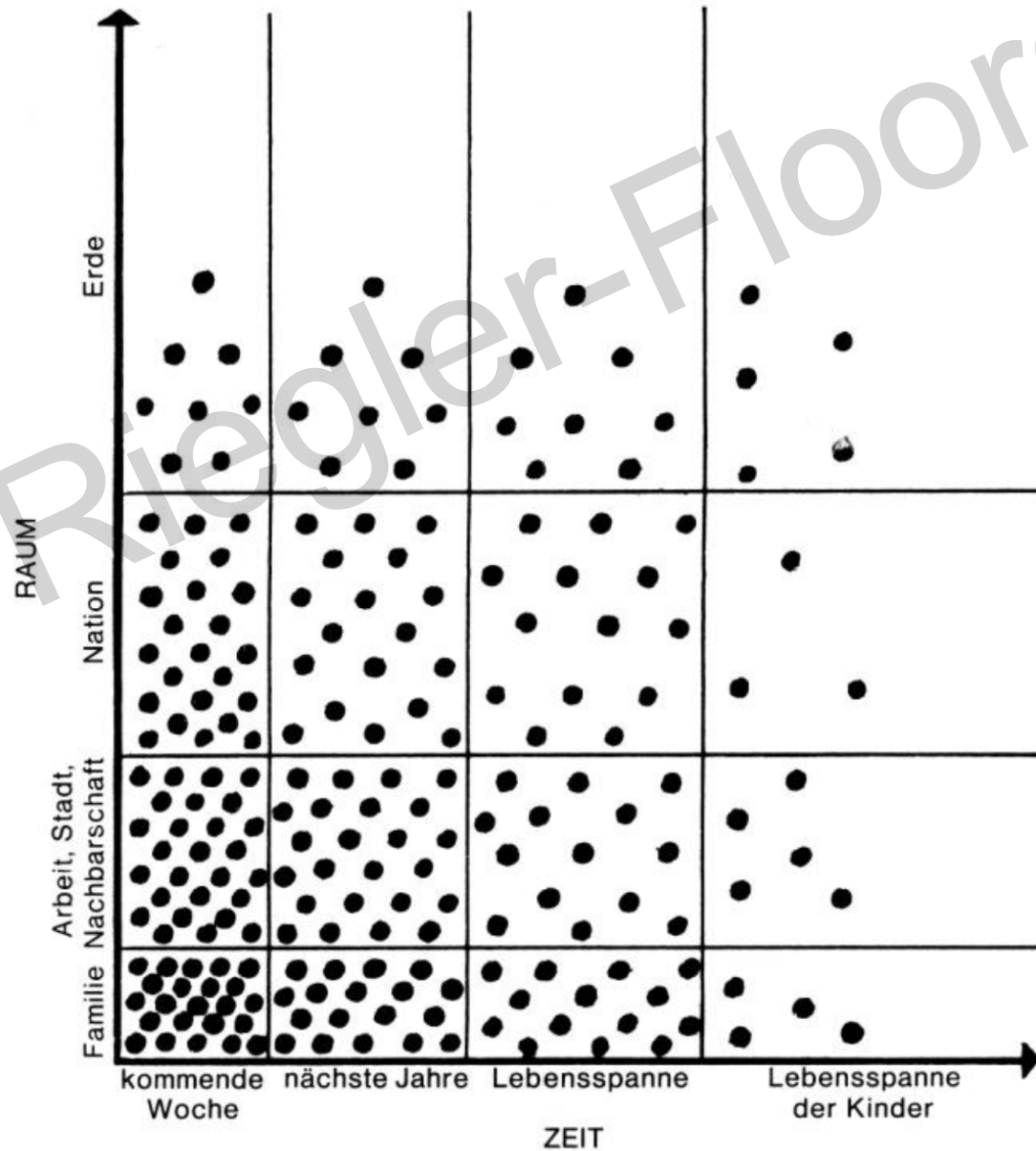


Abb: Donella & Dennis Meadows „Die Grenzen des Wachstums“, 1972 (!) - „Aussichten der Menschheit“

10 Fußballfelder

Der Flächenverbrauch in Deutschland zum Abbau von Baumaterialien beträgt rund 4 Hektar jährlich, das entspricht einer Fläche von ca. 10 Fußballfeldern täglich. Eine unwiderrufliche Zerstörung von Böden und Landschaften sowie die Schädigung des Wasserhaushaltes und der Ökosysteme sind die Folge.

Quelle: „Flächenverbrauch für den Rohstoffabbau“, Umweltbundesamt, 2015

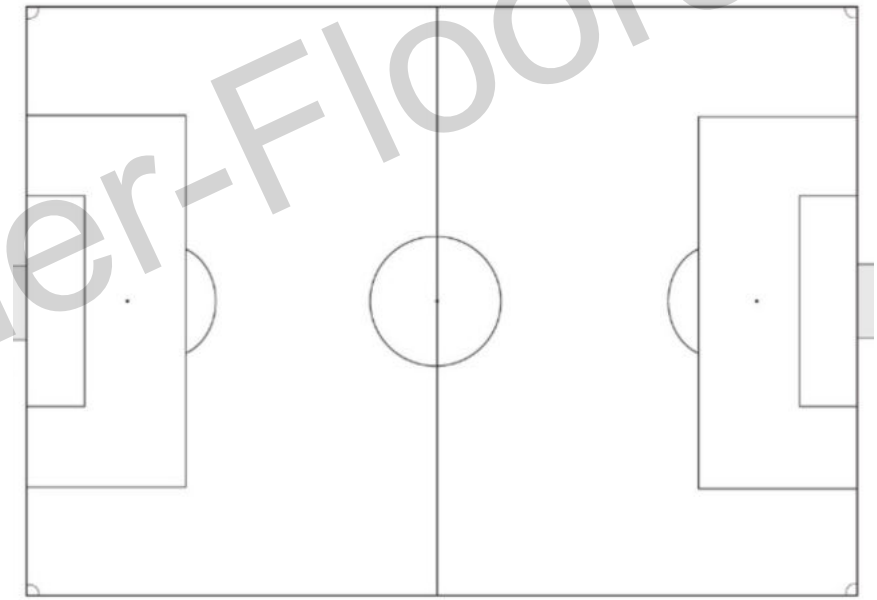


Bild: www.jogis-bruer.de



Bild: www.urban-mining.at

ca. 50%

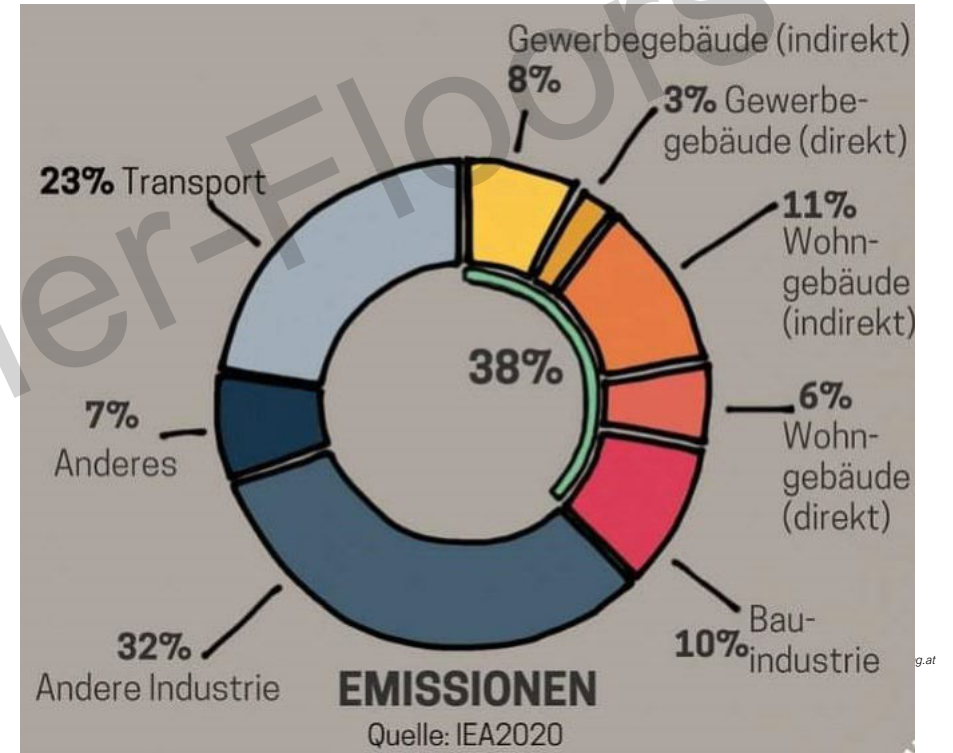
aller unserer geförderten Werkstoffe und unseres Energieverbrauchs, sowie etwa ein Drittel unseres Wasserverbrauchs entfallen auf den Bau und die Nutzung von Gebäuden in der EU.

Quelle: Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, (... zum effizienten Ressourceneinsatz im Gebäudesektor), Brüssel 2014

38%

der CO₂-Emissionen werden durch den Bau und die Nutzung von Gebäuden verursacht

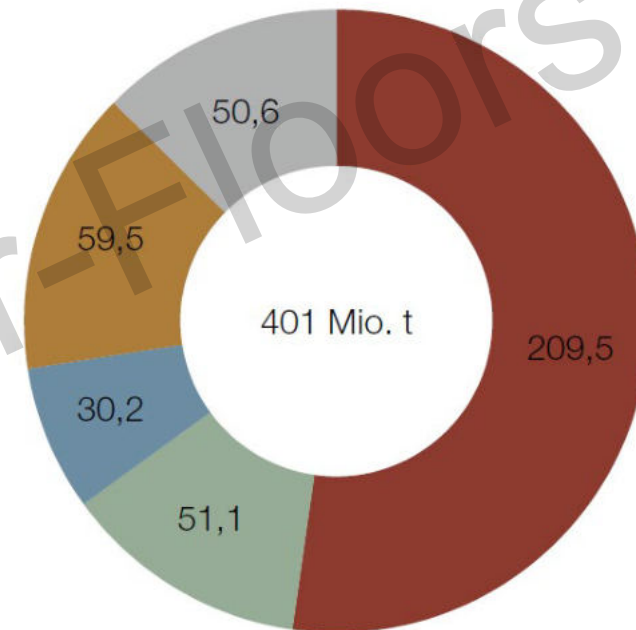
Quelle: IEA 2020



53,5%

des Abfallaufkommens in Deutschland sind dem Bausektor zuzuordnen.

Quelle: Statistisches Bundesamt Destatis/Umwelt/Abfallwirtschaft, Abfallbilanz 2017



- Bau- und Abbruchabfälle
- Siedlungsabfälle
- Abfälle aus Gewinnung und Behandlung von Bodenschätzen
- übrige Abfälle (insbesondere aus Produktion und Gewerbe)
- Abfälle aus Abfallbehandlungsanlagen

Abb.: Atlas Recycling, Hillebrandt, Riegler-Floors, Rosen, Seggewies, Edition DETAIL, München, 2018

NACHHALTIG BAUEN



NACHHALTIGHEIT

„sustinere“, lat.:

aushalten, aufrechterhalten, tragen, stützen, bewahren, etwas zurückhalten. Letzteres wiederum kommt dem deutschen Wort nachhalten bzw. nachhaltig nahe (Grober 2010, S. 19).

...

Definition

Nach der Begriffsprägung 1713 von Carl von Carlowitz, gibt 1987 die Brundtland-Kommission einen Bericht mit einer noch heute gültigen Definition von nachhaltiger Entwicklung aus:

„Nachhaltige Entwicklung, ist Entwicklung, welche die Bedürfnisse der gegenwärtigen Generation deckt, ohne die Fähigkeit zukünftiger Generationen zu gefährden, ihre eigenen Bedürfnisse zu decken.“ (Grober 2010, S. 261).

STRATEGIEN NACHHALTIGEN BAUENS

Prof. Petra Riegler-Floors

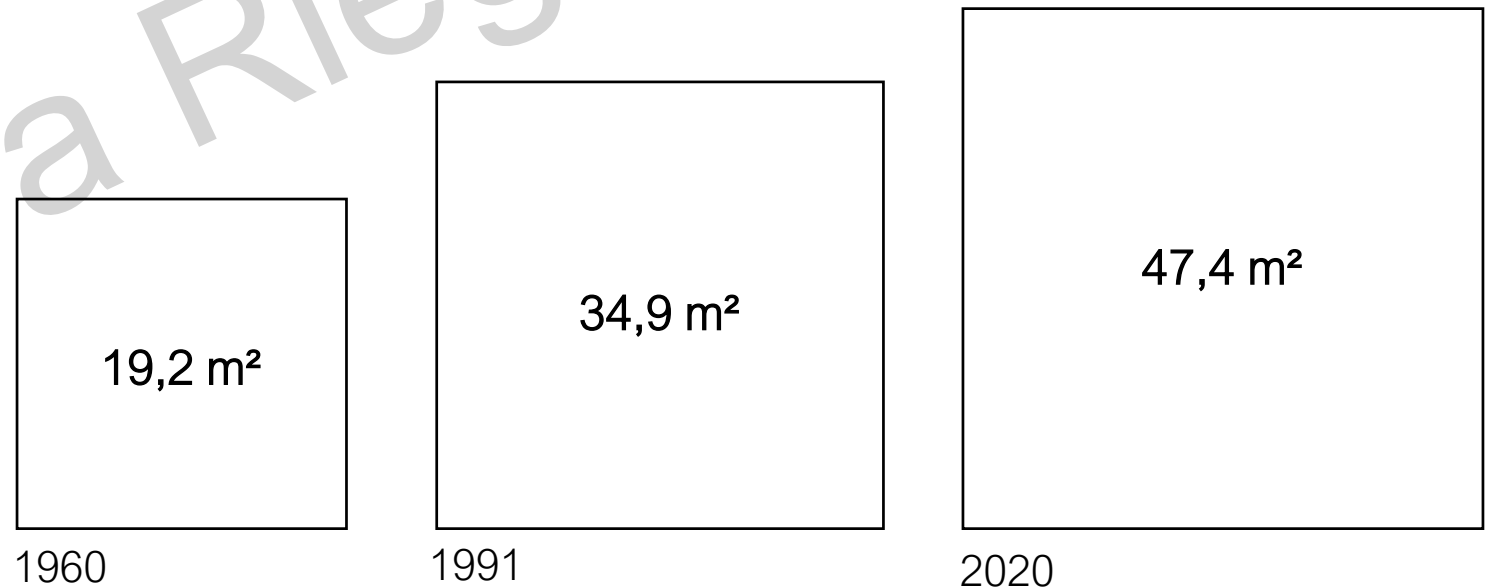
1. NICHT BAUEN

Prof. Petra Piegler-Floors

NICHT BAUEN

ENTWURF

DURCHSCHNITTliche WOHNFLÄCHE PRO PERSON



REBOUND-EFFEKT

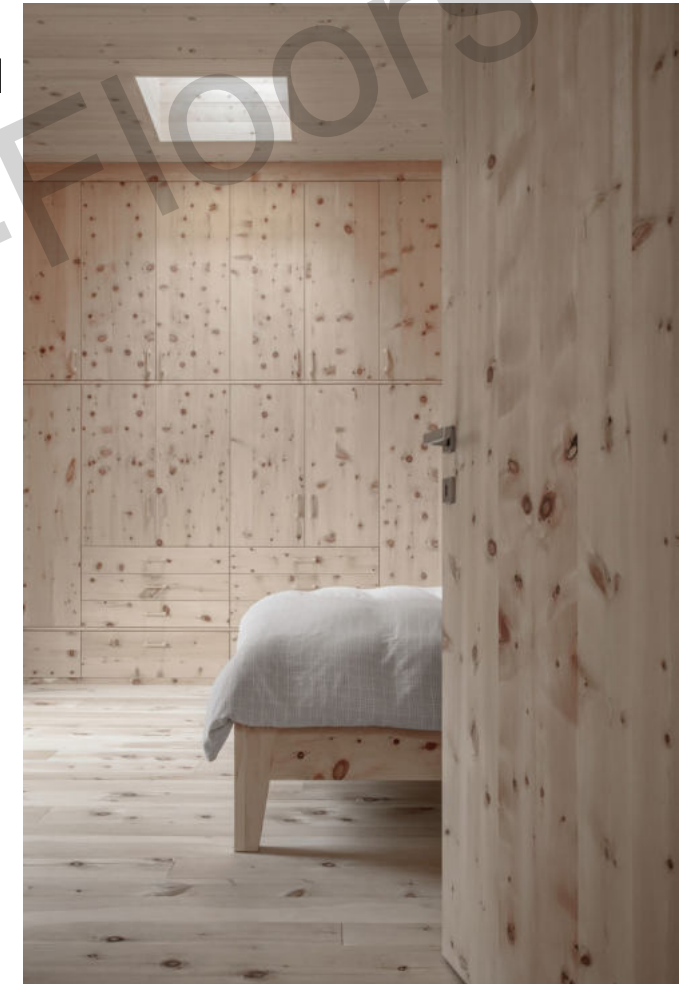
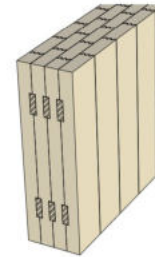
Quellen; Statistisches Bundesamt, Statistisches Jahrbuch.; <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/36495/umfrage/wohnflaeche-je-einwohner-in-deutschland-von-1989-bis-2020/>

NICHT BAUEN KONSTRUKTION

MASSIVHOLZBAU IN SICHTQUALITÄT WEGFALL VON INNENBEKLEIDUNGEN



Produktdaten	
Anwendungsbereiche	Außenwand tragend
Elementstärke	240 mm
Qualität	Sicht = Si Nicht Sicht = NSi
Holzart Sichtlage	Fichte (Fi) Zirbe (Zi) andere Holzarten auf Anfrage
Holzart restl. Lagen	Fichte (Fi) Tanne (Ta)
Holzfeuchte	14% + 2%
Luftdicht	Ja
Elementabmessung	Länge ≤ 5 m/Höhe ≤ 3 m Länge ≤ 2,95 m/Höhe ≤ 6 m weitere Abmessungen auf Anfrage
spezifisches Gewicht	480 kg/m ³
statische Werte	ab Kapitel Statik



MASSIVHOLZBAU HOLZIUS SICHTLAGE: KIEFER; ZIRBE

PEDEVILLA ARCHITEKTEN,
WOHNHAUS IN ST. VIGIL

SUFFIZIENZ-GEDANKE

Quellen; <https://www.holzplus.com/wp-content/uploads/2017/11/171130-holzplus-systemhandbuch-web-de.pdf/>
<https://pedevilla.info/ciasa>

2. URBAN MINING

NUTZUNG UNSERER ANTHROPOGENEN LAGERSTÄTTEN

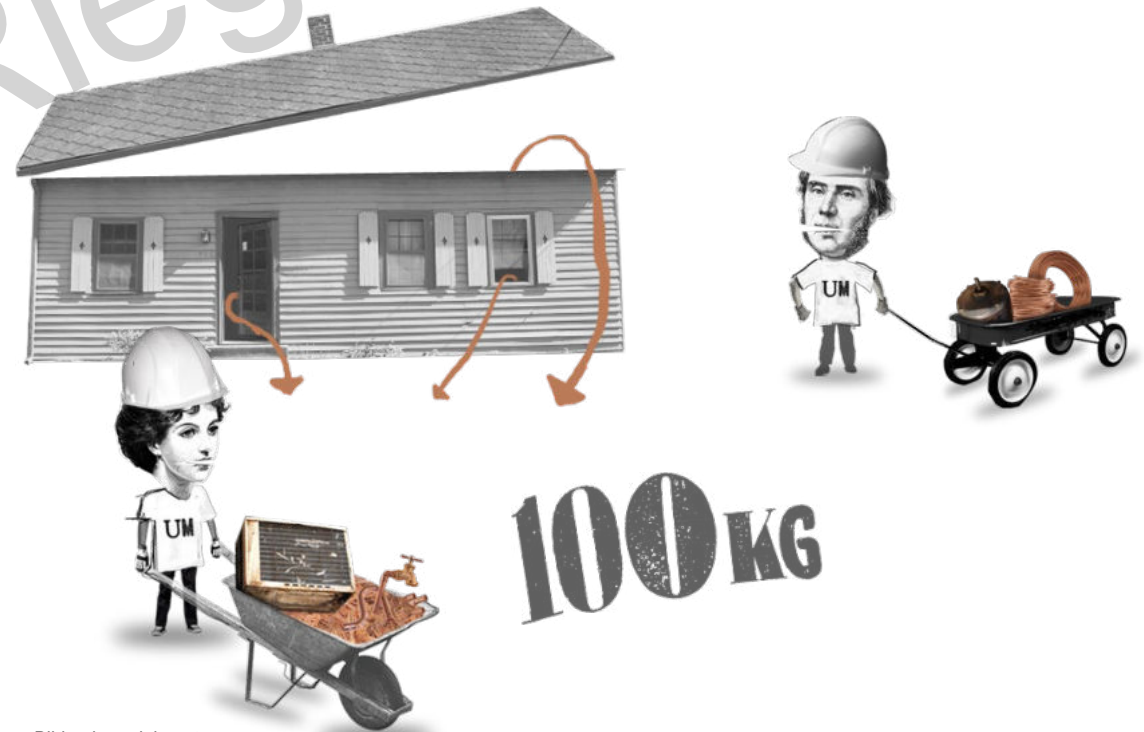


Bild: urbanmining.at

2. URBAN MINING

WEITERNUTZUNG / TRANSFORMATION BESTEHENDER GEBÄUDE



Foto: Eric Isselée, fotolia.com

URBAN MINING

ENTWURF: WEITERNUTZUNG / TRANSFORMATION BESTEHENDER GEBÄUDE



Foto: Phillip Ruaut

AUF DEN ERSTEN BLICK NICHT IMMER DIE
VERLOCKENDSTE ENTWURFSAUFGABE.....

URBAN MINING

ENTWURF: WEITERNUTZUNG / TRANSFORMATION BESTEHENDER GEBÄUDE



Foto: Phillip Ruault

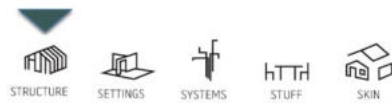
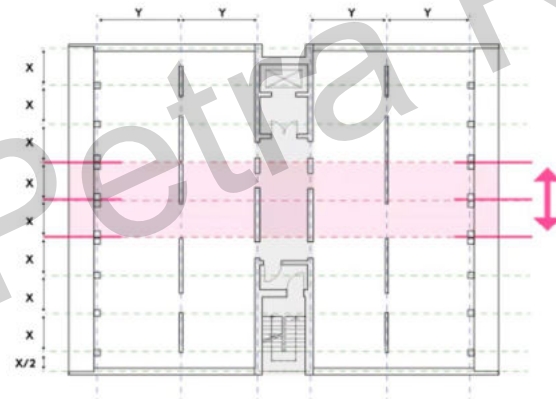
LACATON & VASSAL, DRUOT, HUTIN: transformation de 530 logements, bâtiments g, h, i, quartier du grand parc, bordeaux, 2016 - PRITZKER-PREISTRÄGER 2021

URBAN MINING

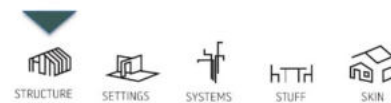
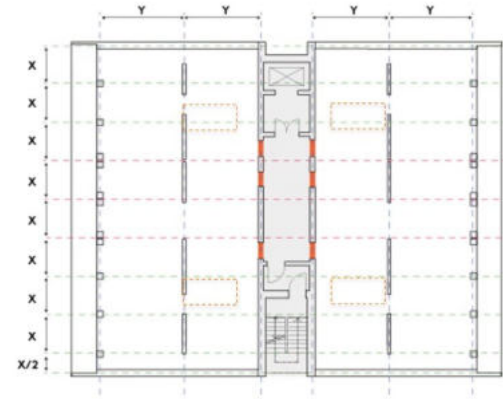
ENTWURF: EINPLANUNG DER TRANSFORMATION - NUTZUNGSFLEXIBILITÄT



Schall-entkoppelte Fugen



„Soll-Bruchstellen“



Grundrissvariabilität



PARTNER UND PARTNER ARCHITEKTEN, WOODSCRAPER WOLFSBURG

URBAN MINING

KONSTRUKTION: VERWENDUNG VON SEKUNDÄRROHSTOFFEN

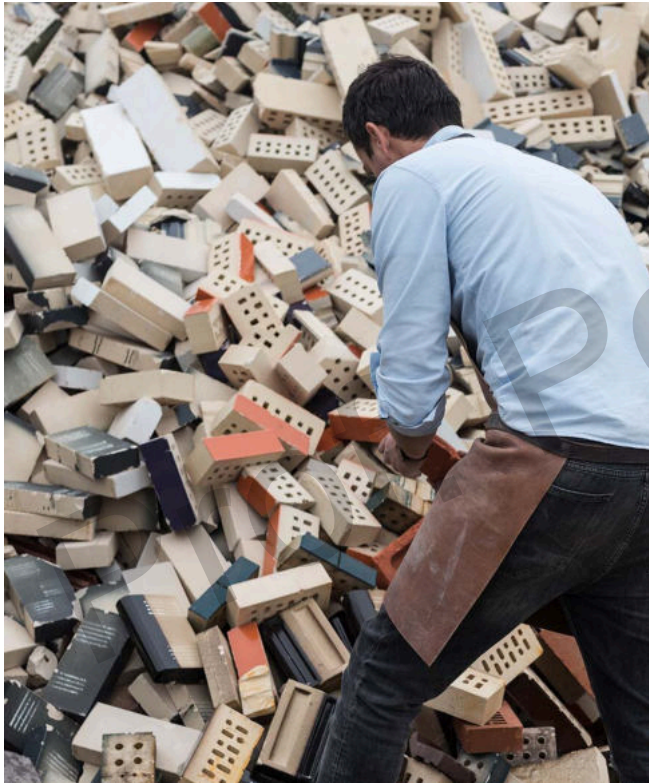
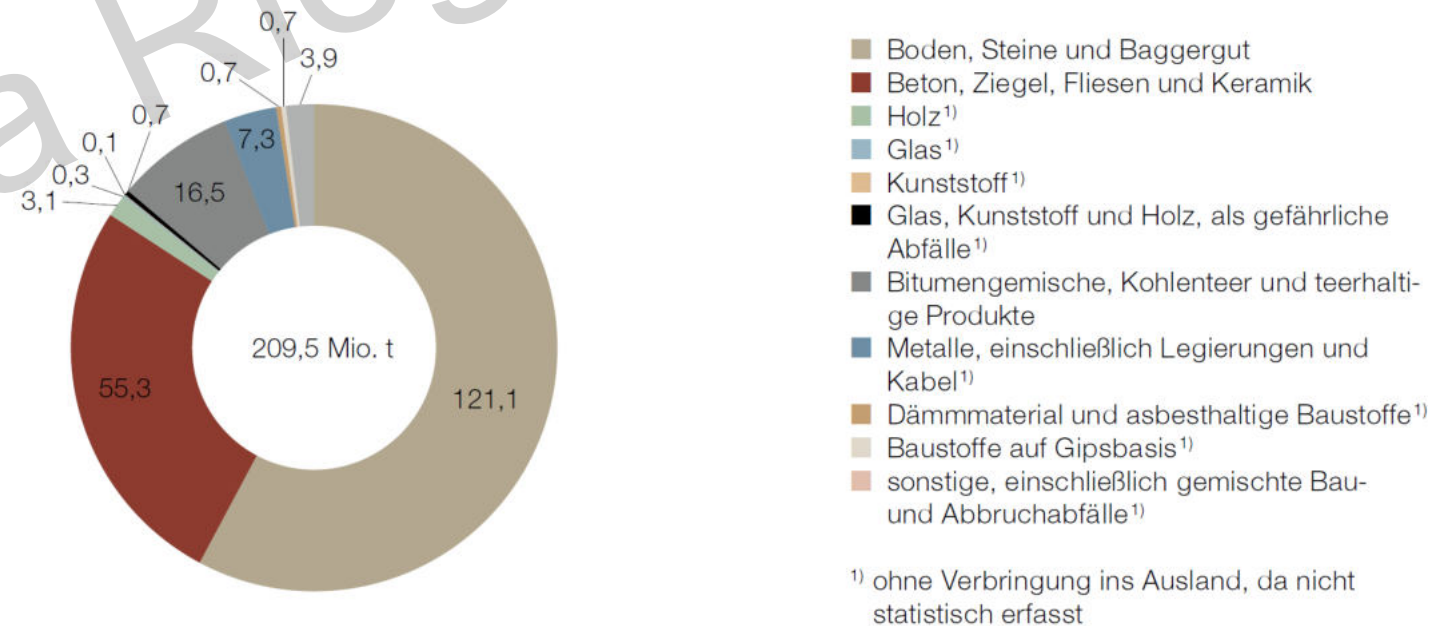


Foto: stonecycling.com

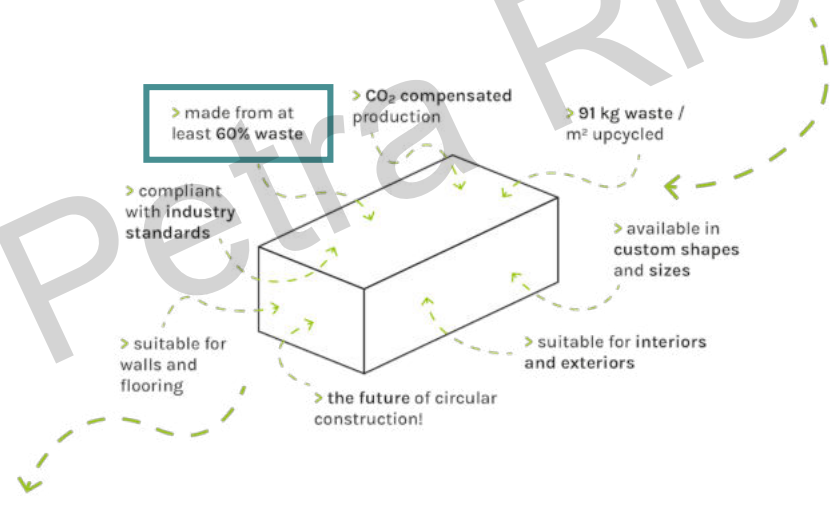
BAU- UND ABBRUCHABFÄLLE IN DEUTSCHLAND 2014 IN MIO T



Quelle.: Atlas Recycling, Hillebrandt, Riegler-Floors, Rosen, Seggewies, Edition DETAIL, München, 2018

URBAN MINING

VERWENDUNG VON SEKUNDÄRROHSTOFFEN



URBAN MINING

VERWENDUNG VON SEKUNDÄRROHSTOFFEN

FLIESEN AUS 100% SEKUNDÄRROHSTOFFEN:

MINERALISCHER BAUABFALL MIT ALTGLAS ALS BINDEMITTEL – VORGANG WIEDERHOLBAR

Betrieb des Brennofens mit Strom aus erneuerbaren Energiequellen



moss



lava



moon



fog



URBAN MINING

OFFENER BRIEF AN DIE BUNDESBAUMINISTER-KONFERENZ am 18./19. November 2021



Klimaneutrales bzw. klimapositives Bauen: Vorschläge für eine Muster(um)bauordnung

Änderungsvorschläge

Unterstützung u.a.:

Prof. Dr. Dr. H.-J. Schellnhuber, PIK Potsdam
Prof. D. Hebel, KIT, Karlsruhe
Prof. A. Hillebrandt, BUW Wuppertal
Prof. Dr. C. Raabe, RWTH Aachen
Prof. S. Krötsch HS Konstanz
Prof. E. Roswag-Klinge, TU Berlin
Prof. Dr. W. Lang TU München
Prof. P. Riegler-Floors, HS Trier

0. Übergeordnete Prinzipien: Kreislauffähigkeit, Klimaschutz und Nachhaltigkeit.....	8
1. Differenzierte Anforderungen für Neubau und Maßnahmen an Bestandsgebäuden.....	8
2. Rückbaukonzepte und Abrissgenehmigung.....	11
3. Mobilitätskonzept und Stellplätze.....	12
4. Qualitativer Stadt- u. Freiraum statt Abstandsflächen.....	14
5. Kreislauffähigkeit: Baustoffe, Bauteile.....	
6. Datenkongruenz und Qualitätssicherung.....	
7. Serienfertigung nur als Best-Practice.....	

BUNDES
ARCHITEKTEN
KAMMER

ASKANISCHER PLATZ 4
10963 BERLIN
POSTFACH 61 03 28
10925 BERLIN
T 030. 26 39 44 - 0
F 030. 26 39 44 - 90
INFO@BAK.DE
WWW.BAK.DE



3. KREISLAUFFÄHIG BAUEN

3.1 RECYCLINGPOTENZIALE VON BAUSTOFFEN

EINSATZ-PHASEN VON BAUSTOFFEN

PRE-USE



Bau-
produkt

USE



Austausch

POST-USE



Rückbau



Pre-Use

Use

Post-Use

BAUEN IN KREISLÄUFEN

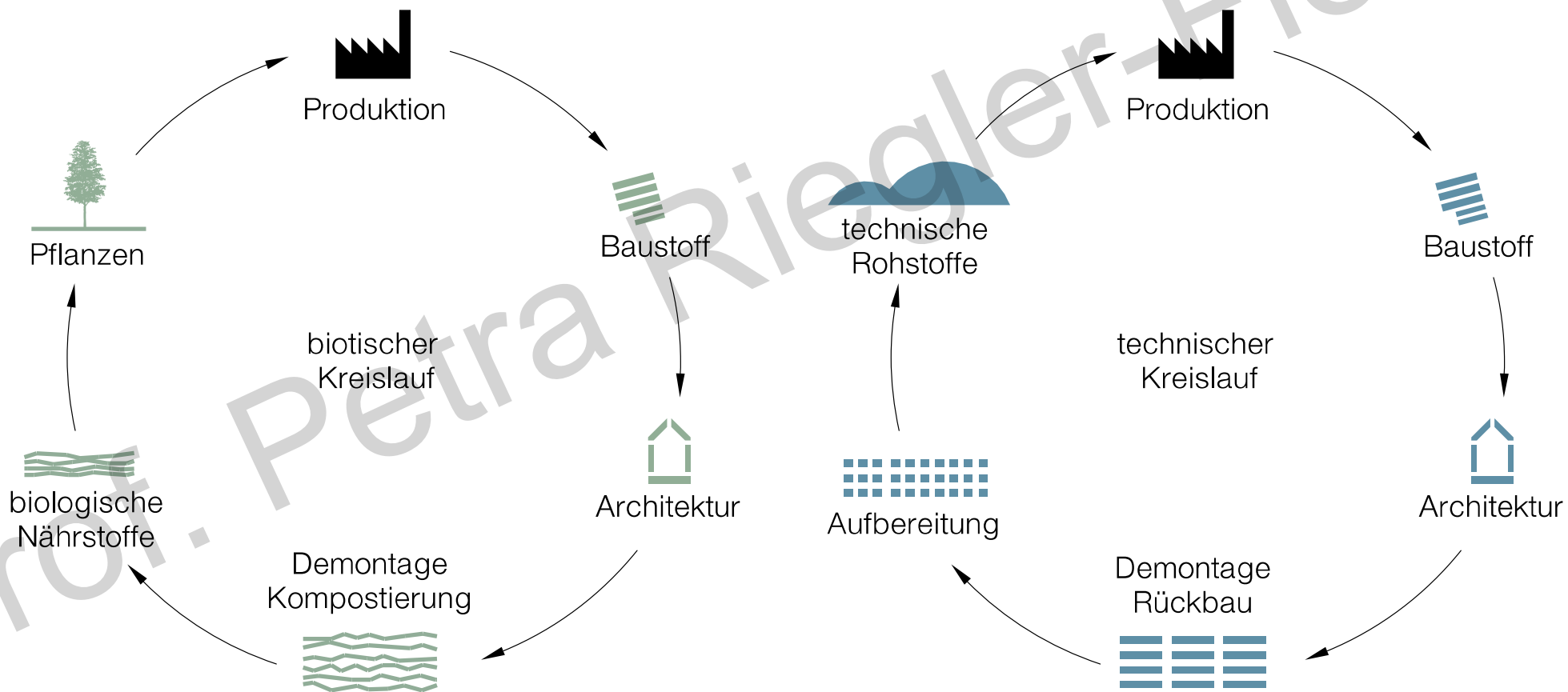
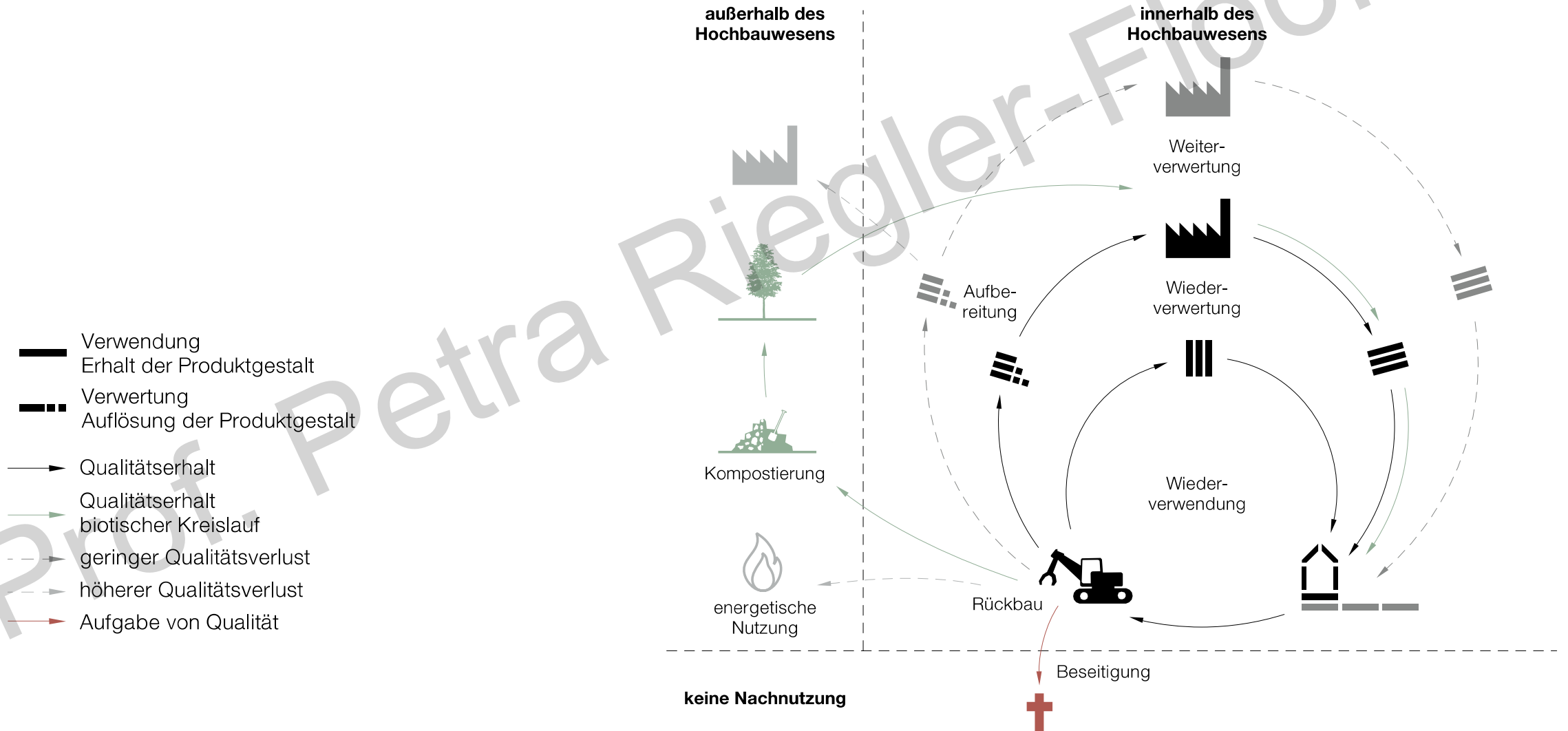


Abb.: Atlas Recycling, Hillebrandt, Riegler-Floors, Rosen, Seggewies, Edition DETAIL, München, 2018

NUTZUNGS- UND LEBENSZYKLEN VON BAUSTOFFEN



NACHNUTZUNGSPOTENZIALE VON BAUSTOFFEN



Herstellerrücknahme

Hier besteht die Zusage des Herstellers, seine Produkte/Materialien nach der Nutzung zum Zweck des Recyclings im geschlossenen Produktkreislauf zurückzunehmen. Gleichzeitig werden diese Materialien aber auch alternativ einem Verwertungskreislauf zugeordnet.



Kompostierung

Die Kompostierung naturbelassener Baumaterialien in Kompostierungsanlagen ist heute noch nicht üblich, wird aber als zukünftige Verwertungsmöglichkeit angenommen.



Wiederverwendung / Re-Use

Kommt ein Produkt zum ursprünglichen Zweck erneut zum Einsatz, handelt es sich um Wiederverwendung / Re-Use. Hier eingeordnet werden Baustoffe, die langlebig, modular oder großformatig sind und/oder für die ein Markt existiert oder zukünftig angenommen werden kann, z. B. hochwertige Hölzer wie Eichenbalken, Naturstein- und Glasplatten, Klinker oder formstabile bzw. verrottungsfeste Schüttgüter wie Sand oder Schaumglasschotter.



Wiederverwertung / Recycling

Werden aus Altstoffen unter Auflösung der Produktgestalt in einem nahezu geschlossenen Verwertungskreislauf neue Ausgangsstoffe für Werkstoffe der gleichen Qualitätsstufe hergestellt, handelt es sich um Wiederverwertung / Recycling. Dazu eignen sich alle Closed-Loop-Materialien, also vor allem Metalle, aber auch biotische oder mineralische Stoffe wie z. B. Kork oder Lehm.



energetische Verwertung

Der energetischen Verwertung werden z. B. der Witterung ausgesetzte Hölzer, Holzwerkstoffe und biotische Dämmungen (Ende der Nutzungskaskade, sofern nicht kompostierbar) oder nicht masserelevante Baustoffe (Klebebänder, Dübel, Silikon, Elastomerauflager und weniger sortenreiner Kunststofffolien) zugeführt.



Deponie Klasse 0 / Verfüllung

Inertstoffe (z. B. gering belastete mineralische, nicht recyclingfähige Materialien), die auf einer Deponie der Klasse 0 abgelagert werden müssen, werden in den hier vorgestellten Konstruktionen vermieden.



Weiterverwendung / Further Use

Lässt sich ein altes Bauteil oder Bauprodukt zwar nochmals einsetzen, jedoch nicht für den ursprünglichen Zweck, handelt es sich um Weiterverwendung / Further Use. Alle Baustoffe, die zur Wiederverwendung geeignet sind, lassen sich selbstverständlich auch für einen anderen Zweck, möglicherweise auf geringerer Qualitätsstufe, weiterverwenden.



Weiterverwertung / Downcycling

Kann ein Stoff aus einem Verwertungsprozess nur unter Qualitätsverlust wieder entnommen werden, so handelt es sich um Weiterverwertung. Hier werden Stoffe eingeordnet wie z. B. Beton, stofflich verwertbare Hölzer wie geschützt eingebaute Hölzer und Althölzer, die schon wiederverwendet worden sind, sortenreine Kunststoffe, deren Nutzung und Verwertung immer mit Qualitätsverlust im Recycling verbunden ist.



Deponie Klasse I und II

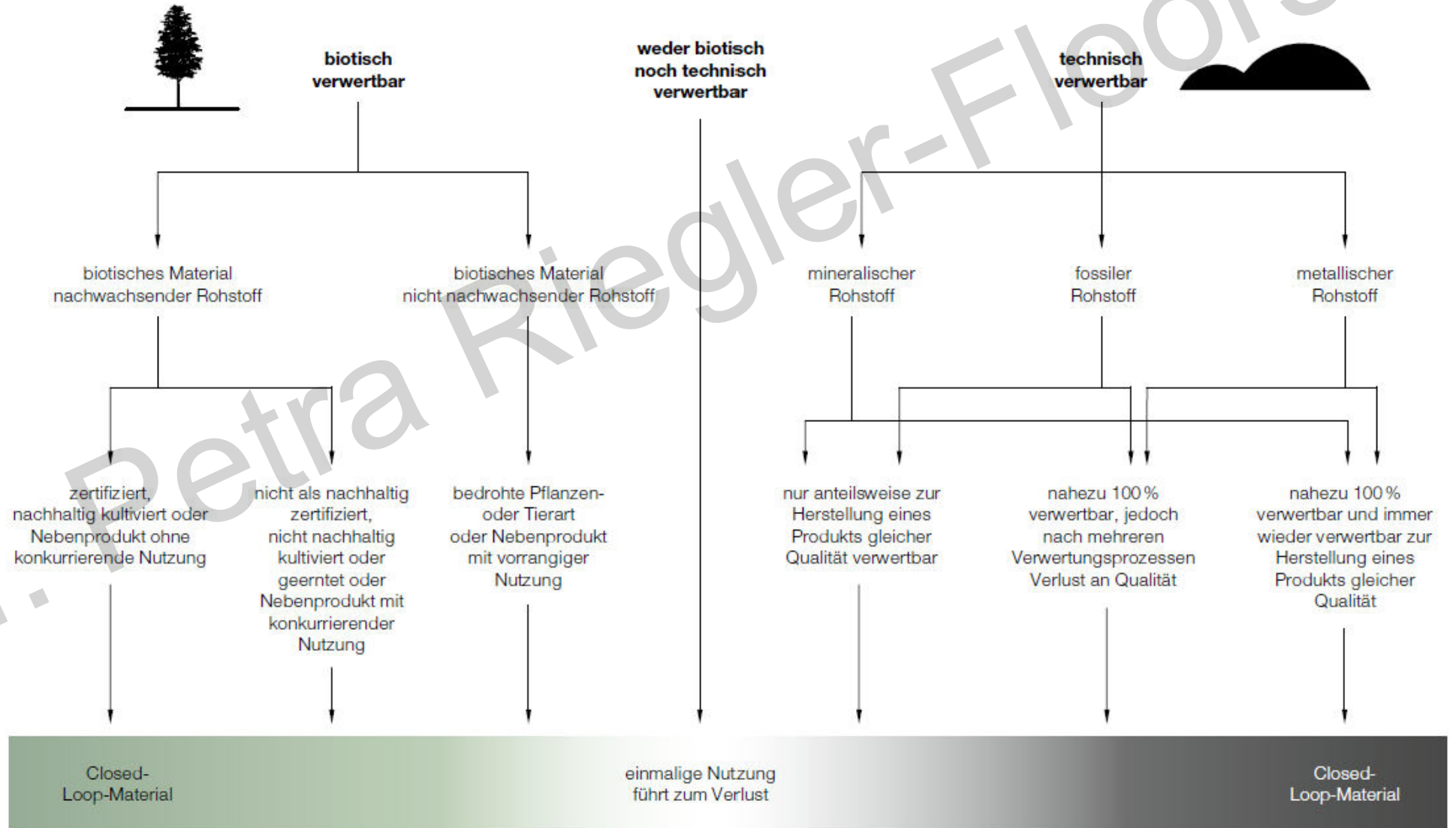
Baustoffe, die ausschließlich deponierbar sind, wurden in den hier ausgewählten Konstruktionen nicht verwendet.



Deponie Klasse III und IV / Gefahrstoffe

Gefahrstoffe sind in den hier gezeigten Konstruktionen nicht enthalten.

GESCHLOSSENE KREISLÄUFE



MATERIAL CYCLE STATUS

Material Recycling Content - MRC

Höhe des Anteils an Recyclingstoffen, aus denen ein Material bzw. ein Produkt derzeit hergestellt wird

Material Loop Potential - MLP

Höhe des Anteils an Recyclingstoffen (Recycling Content), wie er idealerweise sein könnte, wenn die Produktion hinsichtlich ihres Sekundärstoffanteils maximal optimiert wäre

Material End of Life - MEoL

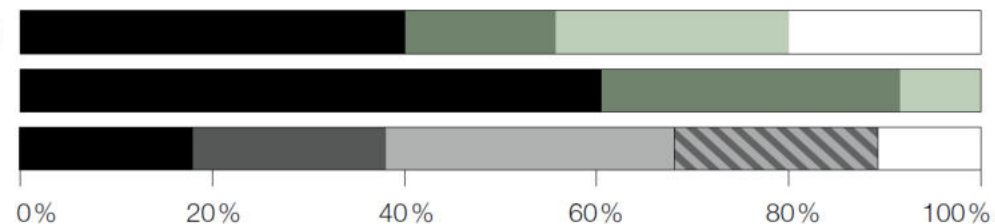
Weg eines Baustoffes am Ende seines Lebenszyklus nach derzeitigem Stand

- Wiederverwertung/Recycling auf gleicher Qualitätsstufe
- Weiterverwertung, Qualitätsstufe hoch/Downcycling im Bauwesen
- Weiterverwertung, Qualitätsstufe niedrig/Downcycling außerhalb des Bauwesens
- keine klare Trennung zwischen Qualitätsstufe hoch und niedrig möglich
- Neumaterial auf Basis nachwachsender, als nachhaltig zertifizierter Rohstoffe
- Neumaterial auf Basis nachwachsender Rohstoffe
- Neumaterial bzw. Beseitigung oder Verlust

Material Recycling Content (MRC)

Material-Loop-Potenzial (MLP)

Material End of Life (MEoL)



Symbol »Möglichkeit der Kompostierung«



Symbol »Herstellerrücknahme«



Symbol »hohes Wiederverwendungspotenzial« (Re-Use)

MATERIAL-CYCLE-STATUS

GRÜNDUNG UND TRAGWERK

	Material Gründung und Tragwerk	Wärmeleitfähigkeit [W/(mK)]	Rohdichte [kg/dm ³]	Druck-/ Zugfestigkeit [N/mm ²]	Brandverhalten [DIN EN 13501-1]	Material-Cycle-Status	weitere Recyclingpotenziale
biologische Materialien	Konstruktionsvollholz (KVH) konventionelle Forstwirtschaft	0,15	3,5–5,5	16–29 ¹⁾	D-s2 d0 ²⁾	MRC: 100% MLP: 100% MEoL: 100%	
	Brettschichtholz (BSH) konventionelle Forstwirtschaft	0,15	4,1–4,5	24–32 ¹⁾	D-s2 d0 ³⁾	MRC: 100% MLP: 100% MEoL: 100%	
metallische Materialien	Konstruktionsstahl ⁴⁾ (Walzprofile und Grobbleche)	40–57	7,85–7,96	340–730 ⁴⁾	A1	MRC: 40% MLP: 100% MEoL: 100%	
	Ziegel-Hochlochmauerstein	0,5–0,68	1,2–1,6	4–28	A1	MRC: 0% MLP: 40% MEoL: 100%	
	Kalksandstein-Mauerstein (KS) ⁵⁾	0,5–1,3	1,2–2,2	4–60	A1	MRC: 0% MLP: 20% MEoL: 100%	
mineralische Materialien	Porenbeton-Mauerstein ⁵⁾ für Außenwände ohne zusätzliche Wärmedämmung	0,08	0,35	2,0	A1	MRC: 0% MLP: 20% MEoL: 100%	←
	Porenbeton-Mauerstein für Außenwände mit zusätzlicher Wärmedämmung ^{5) 6)}	0,12	0,5	4,0	A1	MRC: 0% MLP: 20% MEoL: 100%	←
	Porenbeton-Mauerstein nichttragende Innenwände ⁵⁾	1,4	0,5	–	A1	MRC: 0% MLP: 40% MEoL: 100%	←
	Konstruktionsbeton C12/15–C50/60 ^{7) 8)}	2,1	2,0–2,6	12–50 ⁸⁾	A1	MRC: 0% MLP: 40% MEoL: 100%	

- Wiederverwertung/Recycling auf gleicher Qualitätsstufe
- Weiterverwertung, Qualitätsstufe hoch/Downcycling im Bauwesen
- Weiterverwertung, Qualitätsstufe niedrig/Downcycling außerhalb des Bauwesens
- keine klare Trennung zwischen Qualitätsstufe hoch und niedrig möglich
- Neumaterial auf Basis nachwachsender, als nachhaltig zertifizierter Rohstoffe
- Neumaterial auf Basis nachwachsender Rohstoffe
- Neumaterial bzw. Beseitigung oder Verlust

¹⁾ Die Angaben sind Herstellerangaben, beziehen sich auf ausgewählte Produkte und gelten nicht für die gesamte Produktgruppe.

²⁾ Druckfestigkeit parallel zur Faserrichtung ³⁾ Bauteile > 20 mm dick ⁴⁾ > 380 kg/m³ und > 40 mm dick ⁵⁾ nur Zugfestigkeit

⁶⁾ f_{yk}, f_{yk1} = charakteristische Festigkeit von Zylindern, 150 mm Durchmesser, 30 mm Länge, Alter 28 Tage ⁷⁾ bei Außenwänden zusätzliche Dämmung erforderlich

⁸⁾ ohne Stahlanteil, Expositionsklasse XC ⁹⁾ MLP: RC-Gesteinskörnung Typ 1, max. Anteil an RC-Gesteinskörnung nach DIN 1045 nach der Richtlinie des DAfStB

METALLISCHE MATERIALIEN



ENTSTEHUNG: langfristige, natürliche Prozesse

ERNEUERUNG: keine Relevanz in zeitlichem oder quantitativem Umfang

LEBENSENDE: Deponierung o.ä. findet nicht statt (Recyclingprozess)

VERFÜGBARKEIT: begrenzt, ihre sehr gute Recyclbarkeit auf gleicher Qualitätsstufe nahezu unbegrenzt.

HERSTELLUNG: hoher Energieaufwand zur Herstellung des Primärrohstoffs, gravierende Landschaftszerstörung; Recyclingstahl $\frac{1}{4}$ des Energieaufwandes

BAUSTOFFE: Eisenmetalle und Nichteisenmetalle wie Kupfer, Aluminium

MINERALISCHE MATERIALIEN



ENTSTEHUNG: durch abiotische, natürliche Prozesse

ERNEUERUNG: aufgrund ihrer sehr langen Entstehungsgeschichte endlich trotz ihres natürlichen Ursprungs – in Betrachtung angemessener Erneuerungszeiträume /menschlicher Zeithorizonte. Teilweise bereits sehr eingeschränkt verfügbar

VERFÜGBARKEIT: begrenzt

LEBENSENDE: Deponierung Vererdung (z. B. Naturstein). Ansonsten sehr eingeschränkte Möglichkeiten eines Recyclings

BAUSTOFFE:
Sand, Kies, Naturstein, Lehm
Beton, Backstein



BETON

PRE-USE
POST-USE



Abb: www.kultur-natur-marokko.com/essaouira_strand_galerie

40 - 50.000.0000.000 t Sand und Kies

verbrauchen wir weltweit – jedes Jahr. Steigerung des Verbrauchs: ca. 5.5% p.a.

Quelle: UN Environmental Programm 2020, <https://unepgrid.ch/en/activity/sand>

SINNVOLL?



200.000 bis > 1.000.000 Jahre
ENTSTEHUNG



☉ 50 JAHRE
NUTZUNG



BIS?
DEPONIERUNG?

CO₂- EMISSIONEN ZEMENTPRODUKTION

2020:

ZEMENT-HERSTELLUNG WELTWEIT:

4. 100 000 000 T ZEMENT =

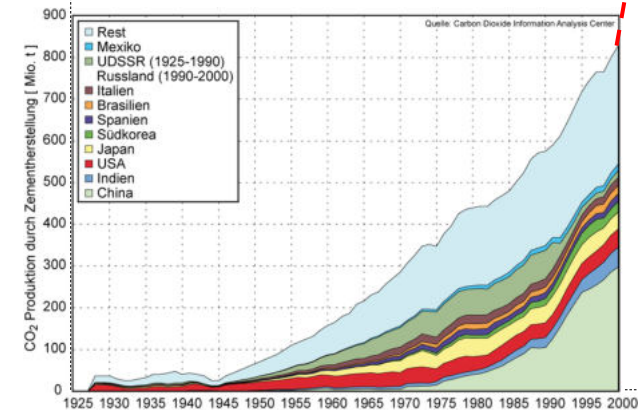
2. 800 000 000 T CO₂

= CA. 8% DER WELTWEITEN
EMISSIONEN

(MEHR ALS FLUGVERKEHR UND
RECHENZENTREN ZUSAMMEN
AUSSTOSSEN)

2. 800 [Mio t]

CO₂-PRODUKTION DURCH ZEMENTHERSTELLUNG [MIO T]



2020

EXTREMWETTER IN FOLGE DES KLIMAWANDELS



Abb: Schuld, Kreis Ahrweiler, 15.Juli 2021 /SWR aktuell

NACHNUTZUNG VON ZEMENT

Home myWECOBIS / Login Über WECOBIS Kontakt

Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat Bayerische Architektenkammer

WECOBIS
Ökologisches Baustoffinformationssystem

Baustoffinformationen P & A _ Planungs- & Ausschreibungshilfen myWECOBIS Service Los

Home ▶ Baustoffinformationen ▶ Grundstoffe - Bindemittel, Gesteinskörnung, Kunststoffe ▶ Bindemittel ▶ Mineralische Bindemittel ▶ Zement

« Fachinformationen Rohstoffe Herstellung Verarbeitung Nutzung **Nachnutzung**

Zement

Nachnutzung

Wiederverwendung / Wiederverwertung / Beseitigung

Sie befinden sich in einer WECOBIS-Grundstoffgruppe.

Für eine ganzheitliche Betrachtung sind zusätzlich die jeweiligen Bauproduktgruppen zu betrachten. Im rechten Navigationsmenü finden sich Links zu den zugeordneten Bauproduktgruppen. Wenn Sie sich in einer Bauproduktgruppe befinden, sind dort ggf. Links zu den zugeordneten Grundstoffen abgebildet.

Umwelt- und Gesundheitsrisiko Rückbau

Beim Rückbau von Zementprodukten kann es zu Staubeentwicklung kommen.

Wiederverwendung

Eine Wiederverwendung von abgebundenen Zementen ist **nicht möglich**.

Stoffliche Verwertung

Eine stoffliche Verwertung von Zementen in Mörteln, Putzen und Beton ist **nicht möglich**.

Beseitigung / Verhalten auf der Deponie

Eine Deponierbarkeit von Zementprodukten ist problemlos möglich bei ausschließlich mineralischen Zuschlägen.

EAK-Abfallschlüssel

Abfälle aus der Herstellung von Zement, Branntkalk, Gips und Erzeugnissen aus diesen

10 13 11	Abfälle aus der Herstellung anderer Verbundstoffe auf Zementbasis mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 13 09 und 10 13 10 fallen
10 13 14	Betonabfälle und Betonschlämme

Bau- und Abbruchabfälle

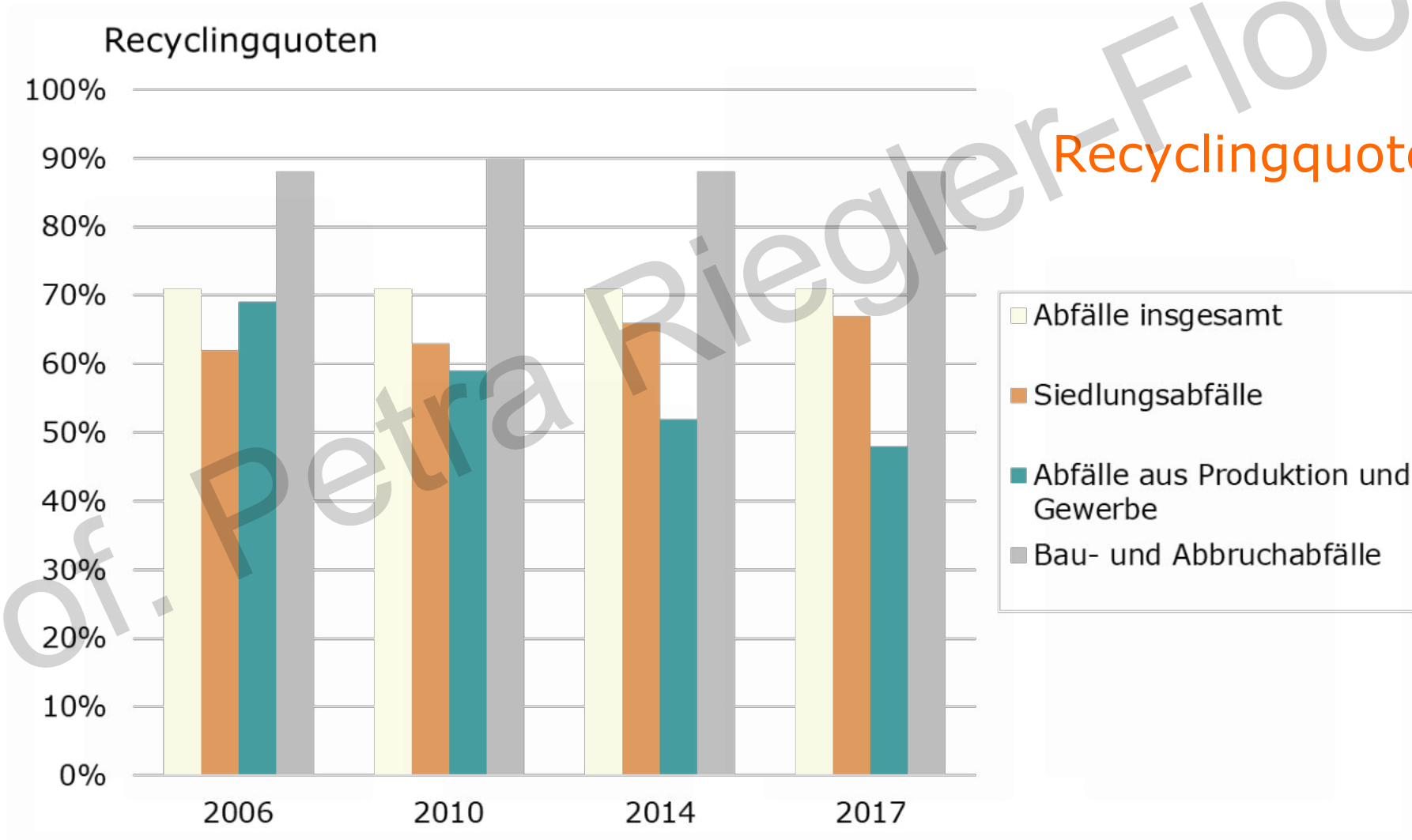
17 01 01	Beton (Bau- und Abbruchabfälle)
17 07 01	gemischte Bau- und Abbruchabfälle

Links zur Produktgruppe
→ Bauproduktgruppen

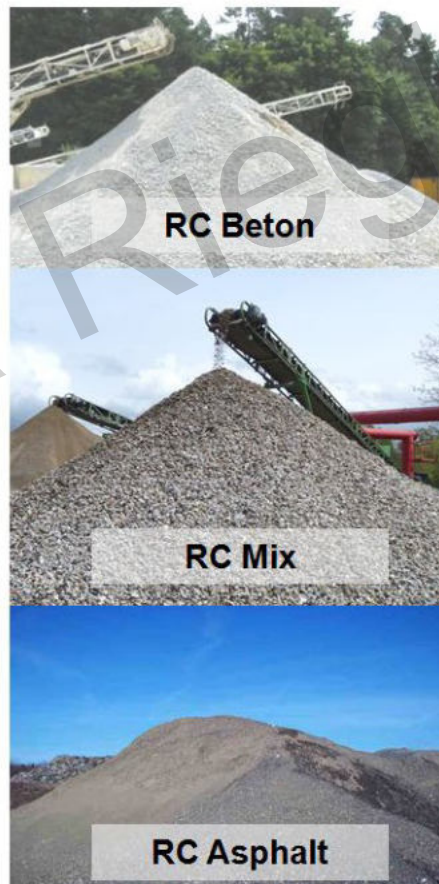
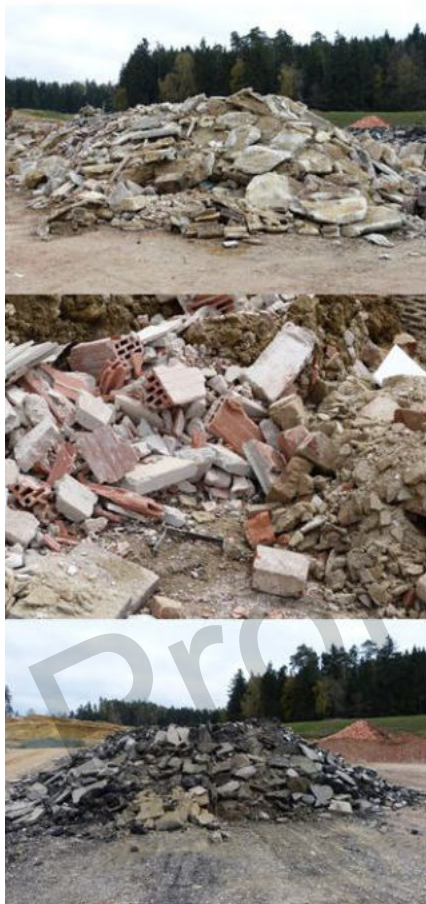
- Mörtel + Estriche
- Grundstoffe
- Kalk
- Gips
- Magnesia
- Bitumen
- Anwendungsbereiche
- Bauplatten

© 2020 Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat Impressum Datenschutzhinweis Benutzerhinweise Sitemap

RECYCLING



RECYCLINGQUOTE CA. 90%: INCL. DOWNCYCLING !



Quelle: Abfallwirtschaftsverband

40% GESTEINSKÖRNUNG
2 – 32 MM
-> RECYCLING

60% GESTEINSKÖRNUNG
< ODER > 2-32MM
-> DOWNCYCLING

Quelle: Erschließung der
Ressourceneffizienzpotenziale
im Bereich der Kreislaufwirtschaft Bau,
2016, Endbericht, Prof. Anette Müller

HÖCHSTANTEILE AN RECYCLING-GESTEINSKÖRNRUNG IN NEUEM BETON

*

Höchstanteile von rezyklierten Gesteinskörnungen (Typ1/Typ2) in Beton nach DIN 1045 nach der Richtlinie des DAfStB:

Anwendung		Anteil rezyklierte Gesteinskörnung an der gesamten Gesteinskörnung	
Expositionsklasse	Feuchtigkeitsklasse	Typ 1 Vol.-%	Typ 2 Vol.-%
XC1 XC0 bis XC4	W0 (trocken) WF (feucht)	< 45	< 35
XF1 und XF3	WF (feucht)	< 35	< 25
Beton mit hohem Wassereindringwiderstand	WF (feucht)	< 35	< 25
XA1	WF (feucht)	< 25	< 25

40% GESTEINSKÖRNRUNG
2 – 32 MM
-> RECYCLING

60% GESTEINSKÖRNRUNG
< ODER > 2-32MM
-> DOWNCYCLING

Typ 1: Betonsplitt, Betonbrechsand

Typ 2: Bauwerksplitt/Bauwerksbrechsand

Typ 3: Mauerwerkssplitt/Mauerwerkbrechsand

Typ 4: Mischsplitt/Mischbrechsand

Quelle: Erschließung der Ressourceneffizienzpotenziale im Bereich der Kreislaufwirtschaft Bau, 2016, Endbericht, Prof. Anette Müller

Lehm

ZIEGEL HERSTELLUNG

Lehm – Ton – Sand

Aufbereiten:

Zerkleinern, Mischen, Befeuchten/Entwässern

Formen:

handgeformt oder Strangpressverfahren,
beim Dachziegel Stempelpressen

Trocknen:

>120° C Entfernen der frei angelagerten
Wassermoleküle

reversibel

irreversibel

Brennen:

450-600° C physikalisch gebundenes und Kristallwasser
werden ausgetrieben

800° C Verfestigung, Grenzflächenreaktionen
-> Erhöhen der Druckfestigkeit

1000-1500° C Schmelzen, Verdichten
-> Erhöhen der Druckfestigkeit

ab 1200° C „Sintern“ Entstehung glasartiger Strukturen
-> Wasseraufnahmebereitschaft sinkt

1:1 Recycling
des Lehmziegels zum
Ausgangsmaterial möglich

zur Zeit kann ohne
Qualitätsverlust
zur Herstellung neuer
Klinker nur 10%
und
Mauersteine nur 40 % bis
max. 60%
Recycling-Ziegelmehl
zugemischt werden

Anwendungsbereiche Recyclingpotenziale



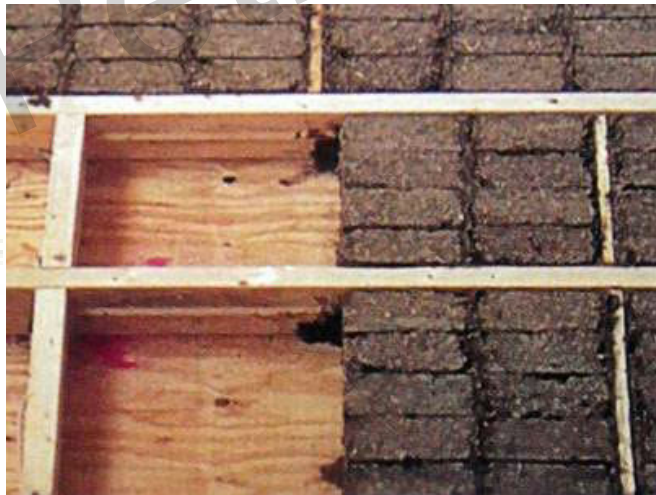
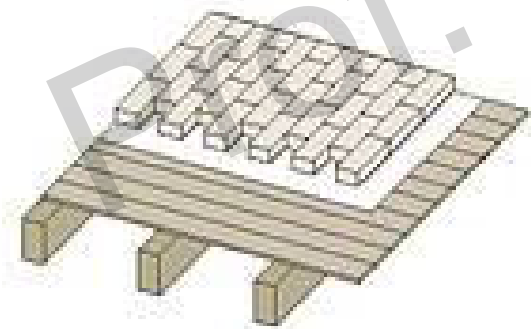
LEHMSTEINE

INNENRAUMANWENDUNG:

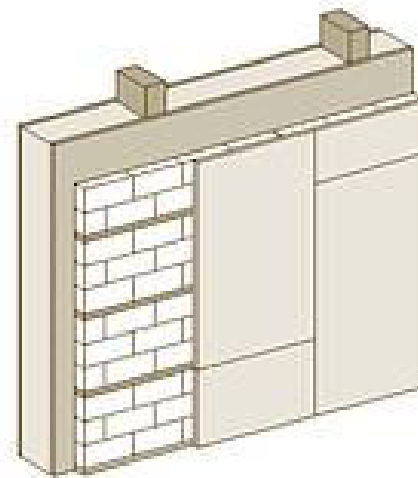
Verbesserung des **Raumklimas** durch Materialeigenschaft der guten Speicherung von Luftfeuchtigkeit

Erhöhen der **Speichermasse** im leichten Holzbau zwecks Temperatenausgleich und Schallschutz

DECKENANWENDUNG



WANDANWENDUNG



LEHMBAUPLATTEN + LEHMFEINPUTZ

Alternative zu Gipskarton

Klasse	Nach 6 Stunden: $\geq 40 \text{ g/m}^2$ Nach 12 Stunden: $\geq 30 \text{ g/m}^2$	
Baustoffklasse	A1 (nicht brennbar)	DIN EN 13501-1:2010-01
Feuerwiderstand (beidseitig beplankt)	EI45 (=F30): Trennwand mit Holzständer 60 x 60 mm, Jutedämmung 60 mm, Lemix® 22 mm	DIN EN 1364-1:2015-09
	EI90 (=F90): Trennwand mit Holzständer 60 x 80 mm, Jutedämmung 80 mm, Lemix® 22 mm	
	EI120 (=F120): Trennwand mit Holzständer 60 x 80 mm, Jutedämmung 80 mm, doppellagig Lemix® 16 mm	
Feuerwiderstand (einseitig beplankt)	F30: doppellagig Lemix® 16 mm	MFPA Leipzig GS 3.2/18-282-1
	R _w 52 dB:	

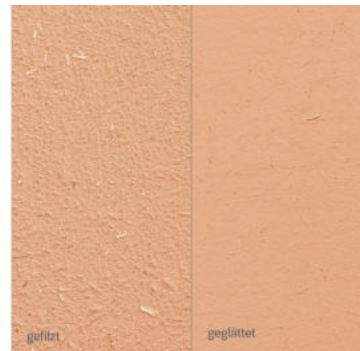
<https://lemix.eu/media/upload/downloads/Lemix-Datenblatt.pdf>

FEUERWIDERSTAND BIS ZU EI120



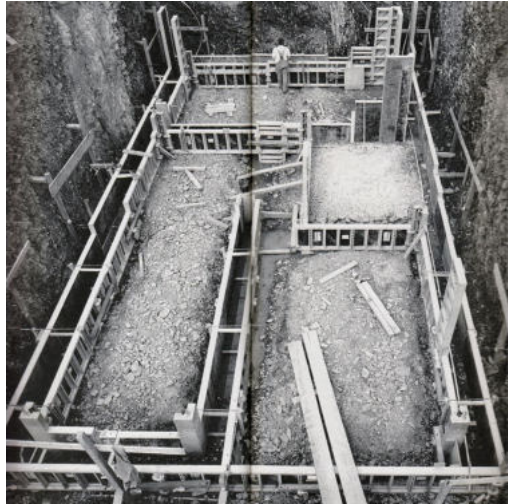
Auf Holzunterkonstruktion montiert ist auch eine Wandheizung möglich.

Achsabstände der Unterkonstruktion i.d.R. geringer:
37,25 – 55cm



STAMPFLEHM

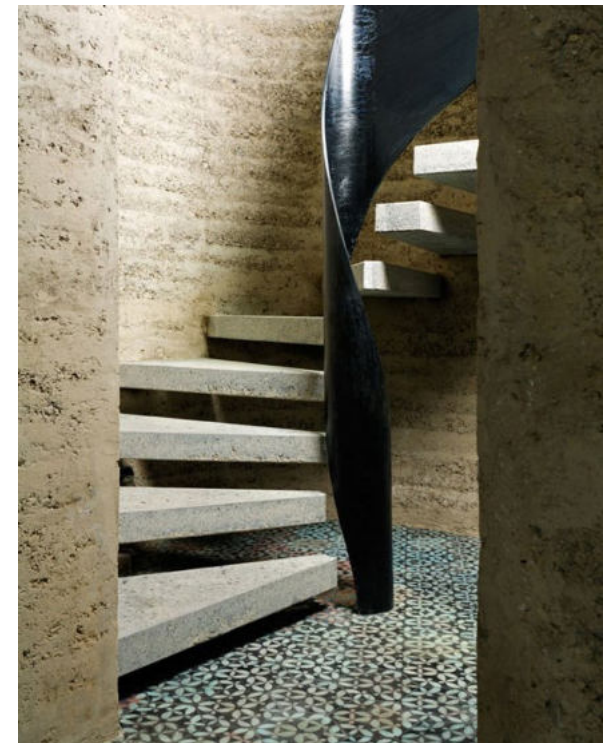
aus dem Hang gebaut: (Lehm-) Haus Rauch



Stampflehschalung



Stampprozess



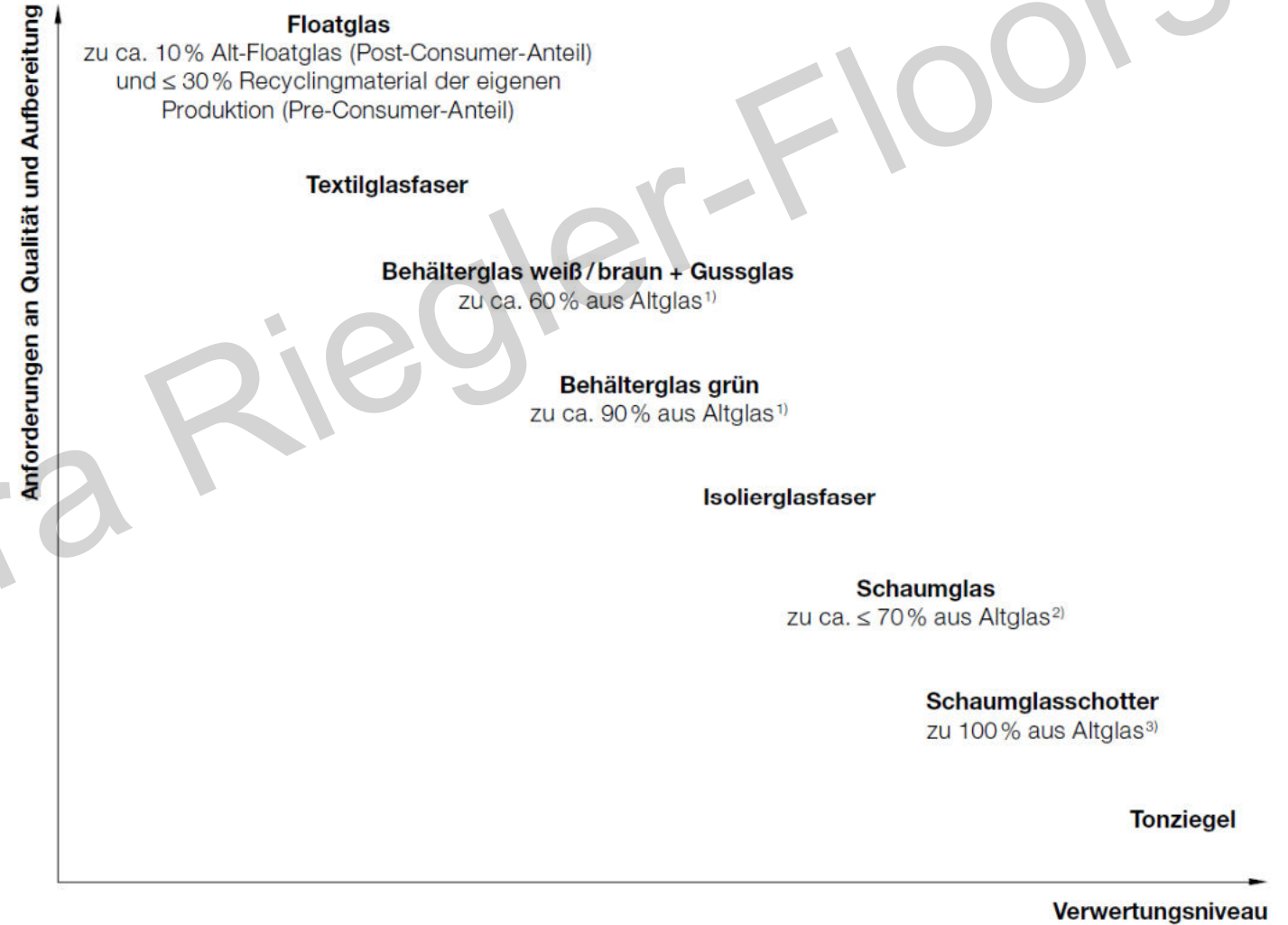
Glas

Recyclingpotenziale



Nutzungskaskade von Glas

(mit absteigendem Anspruch an Qualität und Aufbereitung und sinkendem Verwertungs niveau von oben nach unten)



¹⁾ <http://www.agr.at/glasrecycling.html>, Stand 04.08.2017

²⁾ <http://www.wecobis.de/bauproduktgruppen/daemmstoffe/aus-mineralischen-rohstoffen/schaumglas.html>

³⁾ <http://www.wecobis.de/bauproduktgruppen/grundstoffe-gs/gesteinskoernung-gs/>, Stand 04.08.2017
[industriell-hergestellte-gesteinskoernungen/blaehglas-gs.html](http://www.wecobis.de/bauproduktgruppen/grundstoffe-gs/gesteinskoernung-gs/industriell-hergestellte-gesteinskoernungen/blaehglas-gs.html), Stand 04.08.2017

NUTZUNGSKASKADE VON GLAS

GLASKERAMIK

Glaskeramik: Museum Folkwang, Essen (DE) 2010,
David Chipperfield Architects

Außenansicht der Glaskeramikfassade

Die angeschmolzenen Altglasscherben zeichnen
sich als ablesbare Inseln in der Glasschmelze ab.



Abb.: Atlas Recycling, Hillebrandt, Riegler-Floors, Rosen, Seggewies, Edition DETAIL, München, 2818

GUSSGLAS

Gussglas: Galerie Stihl, Waiblingen (DE) 2008,
Hartwig N. Schneider Architekten

Außenansicht der Gussglasfassade

Transluzenter Lichteinfall und diffuse Ein- und
Ausblicke



SCHAUMGLAS

DÄMMPLATTE

DÄMMSCHOTTER



Abb.: Atlas Recycling, Hillebrandt, Riegler-Floors, Rosen, Seggewies, Edition DETAIL, München, 2018

GLASKIES

Glasschotter:
als Schüttgut zu 100 %
Recyclingmaterial
zur Wiederverwertung
oder -verwendung



Abb.: Atlas Recycling, Hillebrandt, Riegler-Floors, Rosen, Seggewies, Edition DETAIL, München, 2018

BIOTISCHE MATERIALIEN



ENTSTEHUNG: durch pflanzliches oder tierisches Wachstum

ERNEUERUNG in Zeiträumen, die kürzer oder vergleichbar mit den Lebensdauern unserer Gebäude sind.

VERFÜGBARKEIT: theoretisch unbegrenzt, da nachwachsend: Einsatz im Bauwesen grundsätzlich hinsichtlich ihrer Verfügbarkeit zunächst als empfehlenswert.

LEBENSENDE:
Verrottung/Zuführung als Nährstoffe zum Wachstumskreislauf - sofern unbehandelt

BAUSTOFFE:
Holz, nachwachsende Rohstoffe wie Kork, Bambus, Hanf, Jute Stroh, Schilfrohr, Rohrkolben Seegrass etc.

Riegler-Floors

HOLZ

PRE-USE
POST-USE



CO² - SPEICHERUNG

1 m³ Holz bindet 1 t = 1.000 kg CO²-Äquivalent

Buche: -1.093 kg CO₂- Äquiv./m³

Fichte: - 694 kg CO₂- Äquiv./m³



CO² - SPEICHERUNG

1 m³ Holz bindet 1 t = 1.000 kg CO²-Äquivalent

Buche: -1.093 kg CO₂- Äquiv./m³

Fichte: - 694 kg CO₂- Äquiv./m³

Buche: **- 1.520 kg** CO²-Äquivalente / Tonne

Quelle: https://www.oekobaudat.de/OEKOBAU.DAT/datasetdetail/process.xhtml?uuid=703eec32-59af-47e1-9c91-4a32afe3187f&stock=OBD_2020_II&lang=de

Zement: **+ 587 kg** CO²-Äquivalente / Tonne

Quelle: VDZ / IBU (2017): Umwelt-Produktdeklaration (EPD) Durchschnittlicher Zement Deutschland



KLIMAWANDEL



STAND: 15. November 2021,09:45h

QUELLE: <https://projekte.sueddeutsche.de/artikel/wissen/klimawandel-aktuell-der-sz-klimamonitor-e203859/>

Modellbasierte Projektionen des **mittleren globalen Meeresspiegelanstiegs** (gegenüber 1986–2005) weisen bei 1,5 °C Erwärmung auf eine **indikativen Bandbreite** von 0,26 bis 0,77 m bis zum Jahr 2100 hin, 0,1 m (0,04–0,16 m) weniger als bei 2 °C globaler Erwärmung. Ausgehend von Bevölkerungszahlen im Jahr 2010 sowie der Annahme, dass keine Anpassung stattfindet, bedeutet eine **Verringerung des globalen Meeresspiegelanstiegs** um 0,1 m, dass bis zu 10 Millionen weniger Menschen den damit verbundenen Risiken ausgesetzt wären.

Tundra und boreale Wälder in den hohen Breiten sind durch Schädigung und Verlust aufgrund des Klimawandels besonders gefährdet, wobei holzige Sträucher bereits jetzt in die Tundra eindringen und dies bei zusätzlicher Erwärmung weiter tun werden. Eine **Begrenzung der globalen Erwärmung auf 1,5 °C statt 2 °C** wird laut Projektionen das **Jahrhunderte andauernde Tauen einer Permafrostfläche** von 1,5 bis 2,5 Millionen km² verhindern

QUELLE: Bericht des Weltklimarates
https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2020/07/SRCCL-SPM_de_barrierefrei.pdf

HOLZBESTAND, JÄHRLICHER ZUWACHS UND HOLZBEDARF, UM DAS GESAMTE JÄHRLICHE NEUBAUVOLUMEN IN HOLZ ZU ERRICHTEN

Neubauten in Deutschland / Jahr:

ca. 100 Mio. m³ Wohngebäude (31 Mio.
m² Wohnnutzfläche)

ca. 190 Mio. m³ Nichtwohngebäude

Bedarf pro m³ umbauten Raum:

Wohngebäude: ca. 0,08 m³ Holz

Nichtwohngebäude :ca. 0,05 m³ Holz

in Form von Holzbauprodukten.

3,7 Mrd. m³ Holzvorrat in Deutschland

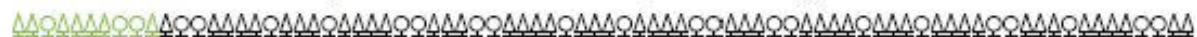
Etwas mehr als ein Drittel der deutschen
Jahresholzernte würde ausreichen, um das
gesamte jährliche Neubauvolumen

Deutschlands aus Holz zu errichten



3,7 Mrd. m³ Holzvorrat in Deutschland

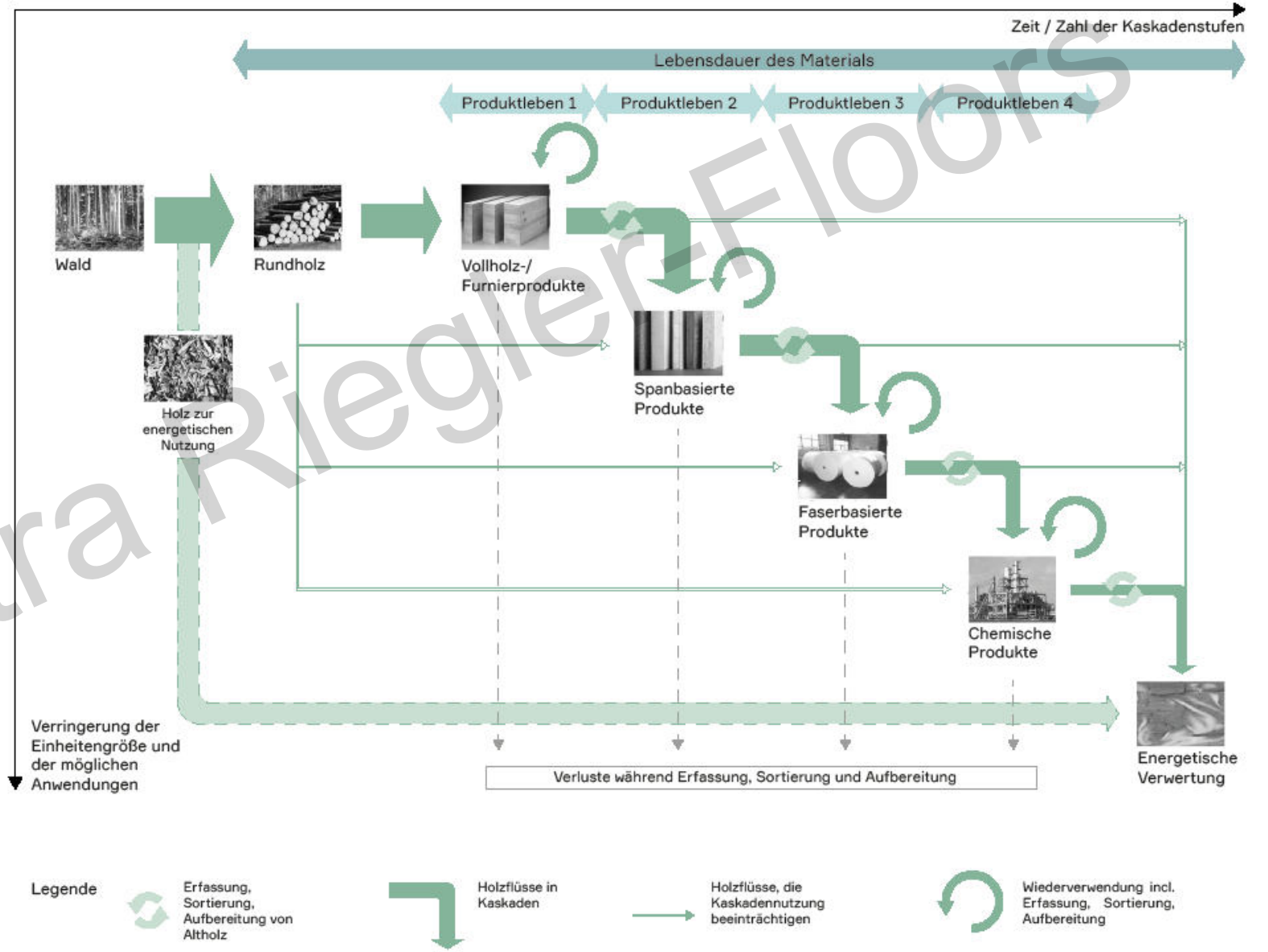
Jährlicher Zuwachs in Deutschland: ca. 80 Mio. m³ -10 Mio. m³ bleiben im Wald, 70 Mio. m³ werden geerntet.
Daraus können theoretisch jährlich 45 Mio. m³ Holzbauprodukte hergestellt werden.



Prof. Petra Riegler-Floors

HOLZ: POST-USE

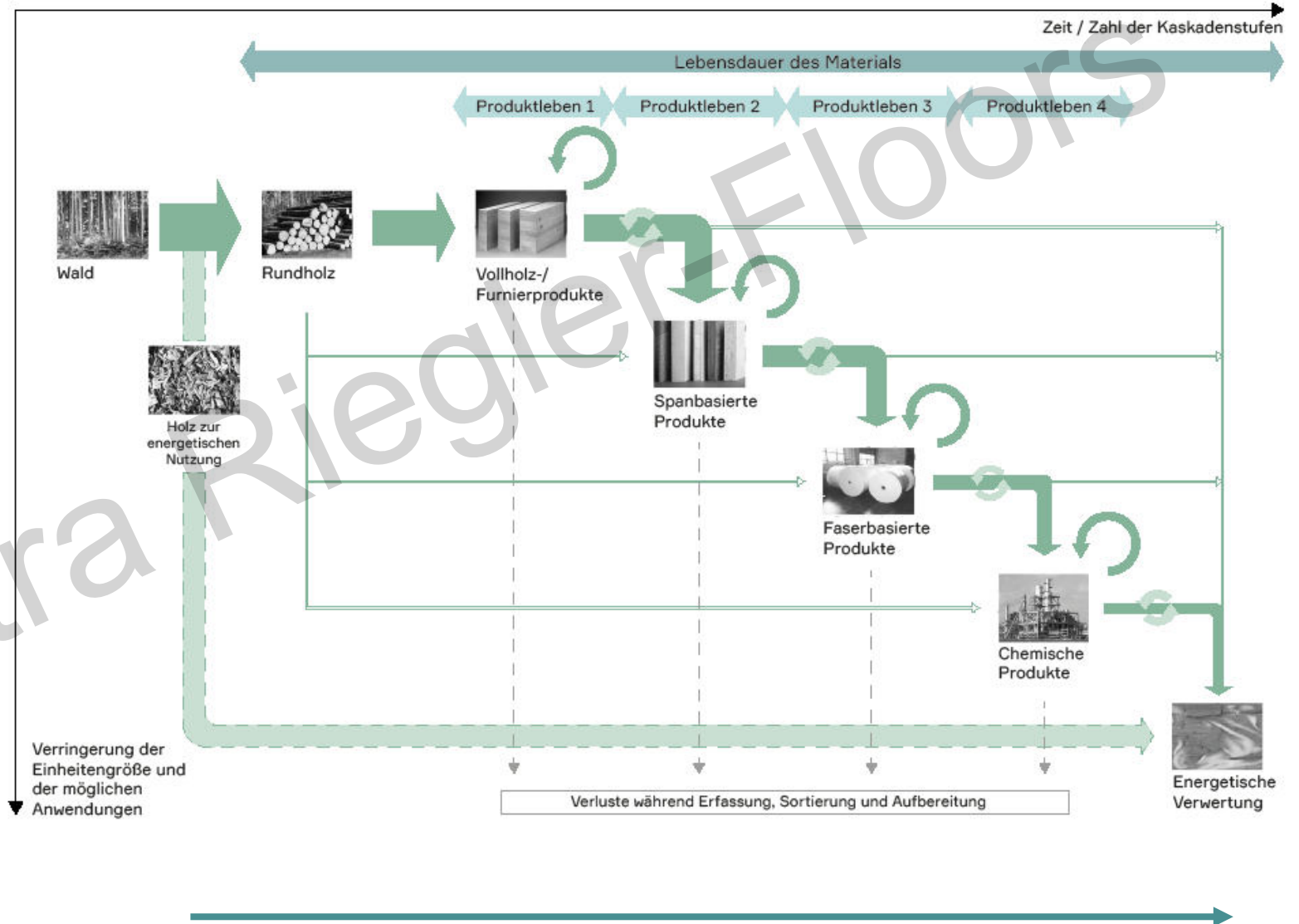
KASKADENNUTZUNG HOLZ



Konzept der Kaskadennutzung von Holz (verändert aus Höglmeier et al. accept.).

KASKADENNUTZUNG HOLZ

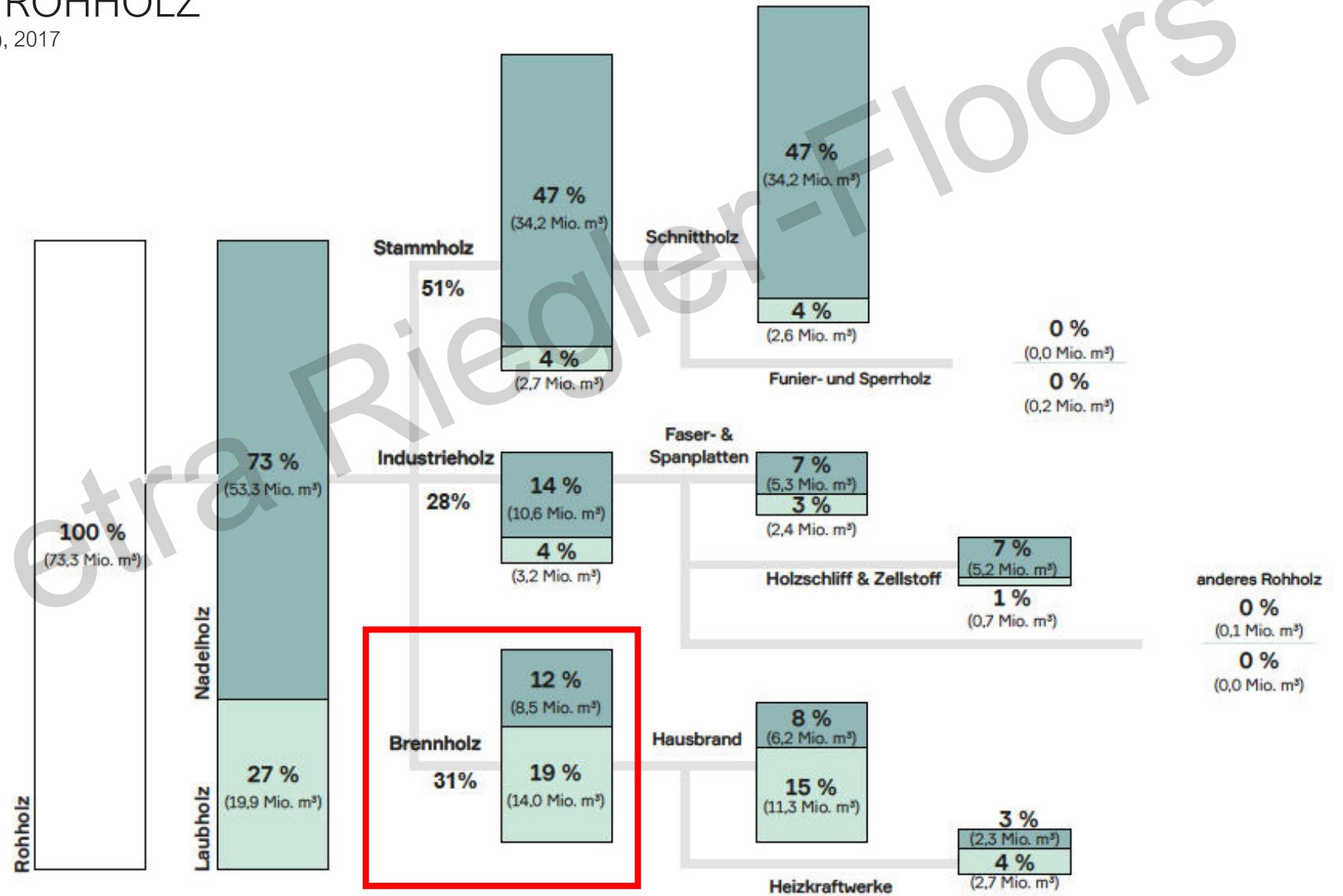
Bleibt ein Holz aus nachhaltiger Forstwirtschaft durch Kaskadennutzung solange im Kreislauf, bis ein neuer Baum soweit nachgewachsen ist, dass er soviel CO² gebunden hat wie der ursprüngliche Baum, kann es verbrannt werden. Erst dann!



UMTRIEBSZEIT EINES BAUMES: ca. 80 JAHRE

INLANDSVERWENDUNG ROHHOLZ

(1. Verarbeitungsstufe, Derbholz und Nichtderbholz), 2017



MATERIALVERSTÄNDNIS: HOLZBAU

NACHNUTZUNGSPOTENZIALE VON HOLZ – NUTZUNGSKASKADEN, ALTHOLZKATEGORIEN

Konzept der Kaskadennutzung am Beispiel eines Wandelementes

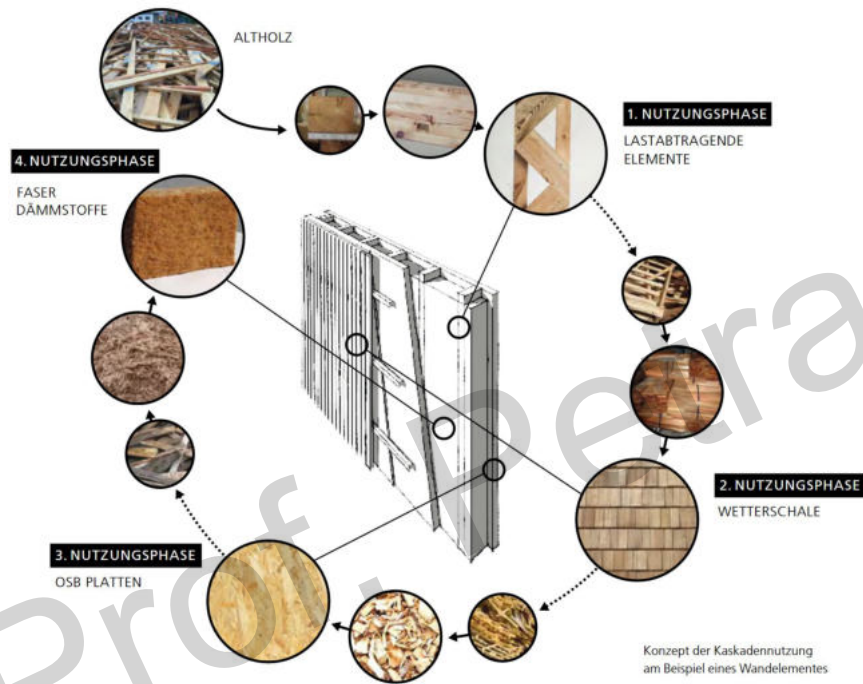


Abb.: Konzept der Kaskadennutzung am Beispiel eines Wandelementes
- ZRS Architekten / Andrea Klinge – RE4- Europäisches
Forschungsvorhaben, 2016-2020

Altholzkategorien nach Altholzverordnung AltholzV 2020

Altholzkategorie	höherwertige, stoffliche Verwertung zu Holzwerkstoffprodukten
Altholzkategorie A I naturbelassenes oder lediglich mechanisch bearbeitetes Altholz, das bei seiner Verwendung nicht mehr als unerheblich mit holzfremden Stoffen verunreinigt wurde	ja
Altholzkategorie A II verleimtes und behandeltes Altholz ohne halogenorganische Verbindungen in der Beschichtung und ohne Holzschutzmittel	ja
Altholzkategorie A III Altholz mit halogenorganischen Verbindungen in der Beschichtung ohne Holzschutzmittel	eingeschränkt Verwertung nur möglich, wenn die Beschichtungen vor oder im Arbeitsprozess weitgehend entfernt werden können, wird aufgrund des Aufwands als nicht weiter zu betrachtende Ausnahme angesehen

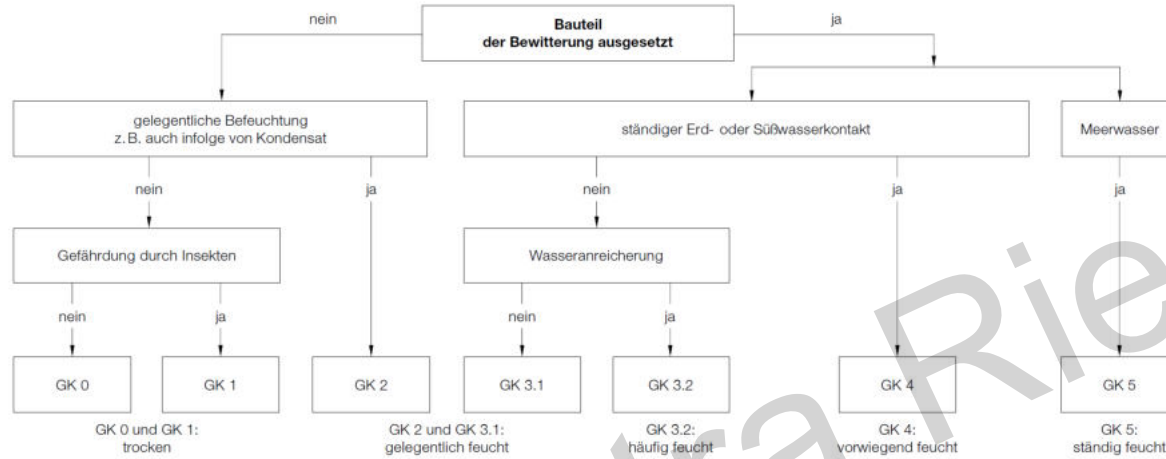
Tabelle.: Atlas Recycling, Hillebrandt, Riegler-Floors, Rosen, Seggewies, Edition DETAIL, München, 2818

Altholzkategorie A IV – mit Holzschutzmitteln behandeltes Altholz, wie Bahnschwellen, Leitungsmasten, Hopfenstangen, Rebpfähle, sowie sonstiges Altholz, das aufgrund seiner Schadstoffbelastung nicht den Altholzkategorien A I bis A III zugeordnet werden kann, ausgenommen PCB-Altholz.

PCB-haltiges Altholz. Dies ist Altholz, das polychlorierte Biphenyle im Sinne der PCB/PCT-Abfallverordnung enthält und nach deren Vorschriften zu entsorgen ist. Dabei handelt es sich insbesondere um Dämm- und Schallschutzplatten, die mit Mitteln behandelt wurden, die polychlorierte Biphenyle enthalten -> **PCB/PCT-Abfallverordnung**

GEBRAUCHS- UND DAUERHAFTIGKEITSKLASSEN VON HOLZ

Entscheidungsabfolge zur Zuordnung von Holzbauteilen zu einer Gebrauchsklasse entsprechend DIN 68 800 und DIN EN 335

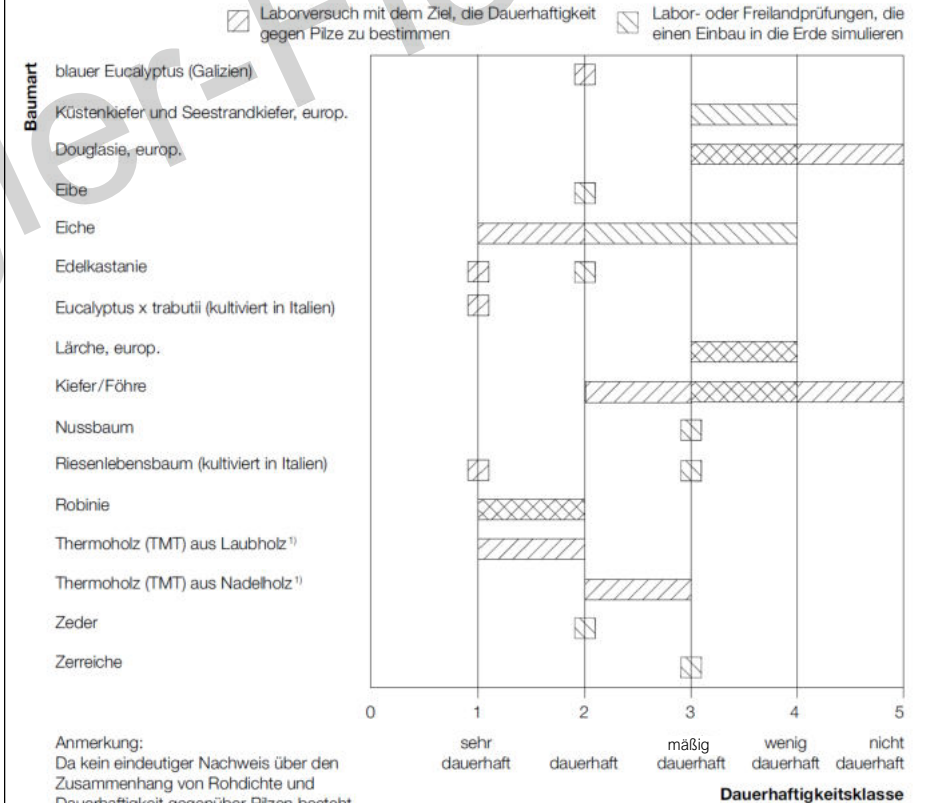


Zuordnung von Gebrauchsklassen nach DIN 68 800 zu den Dauerhaftigkeitsklassen nach DIN EN 335 - 02

Gebrauchsklasse	Dauerhaftigkeitsklassen			
	sehr dauerhaft 1	dauerhaft 2	mäßig dauerhaft 3	wenig/nicht dauerhaft 4/5
GK 2	+	+	+	-
GK 3.1	+	+	+	-
GK 3.2	+	+	-	-
GK 4	+	-	-	-

+ natürliche Dauerhaftigkeit ausreichend
 - natürliche Dauerhaftigkeit nicht ausreichend
 Im Fall von Zwischenstufen (z.B. 1-2) ist für die geforderte Dauerhaftigkeit die Klasse mit der nächst niedrigeren Dauerhaftigkeit maßgebend

Dauerhaftigkeitsklassen ausgewählter europäischer Holzarten nach DIN EN 335 - 216



CO²-SPEICHERUNG:

BAUSTOFFE AUS NACHWACHSENDEN ROHSTOFFEN

DÄMMUNGEN: TREIBHAUSPOTENTIAL - GWP [KG CO²-ÄQUIVALENT]

CRADLE TO GATE – HERSTELLUNG / MODUL A1-A3



EPS

+ 4,17
Kg CO²- Äquiv.



Glaswolle

+ 2,45
Kg CO²- Äquiv



Schaumglasschotter

+ 0,43
Kg CO²- Äquiv



Zellulosefaser

-0,89
kg CO²- Äquiv.



Korkplatte

-1,22
kg CO²- Äquiv



Stroh

-1,25
kg CO²- Äquiv



Holzspandämmung

-1,43
kg CO²- Äquiv



Schilf

-1,59
kg CO²- Äquiv

FASSADENSANIERUNG/ ENERGETISCHE ERTÜCHTIGUNG MIT STROH-HOLZ- ELEMENTBAU

ATELIER WERNER SCHMIDT, CH, 2014

„Thermische Hülle aus Strohelementen mit
vorgehängter Bambusfassade

Ort: CH-Trimbach

Baujahr: 2013/14

Geschossfläche: 3'145 m²

Gebäudevolumen: 11'835 m³

Quelle: <https://www.atelierschmidt.ch/complemedis-trimbach>



FASSADENSANIERUNG/ ENERGETISCHE ERTÜCHTIGUNG

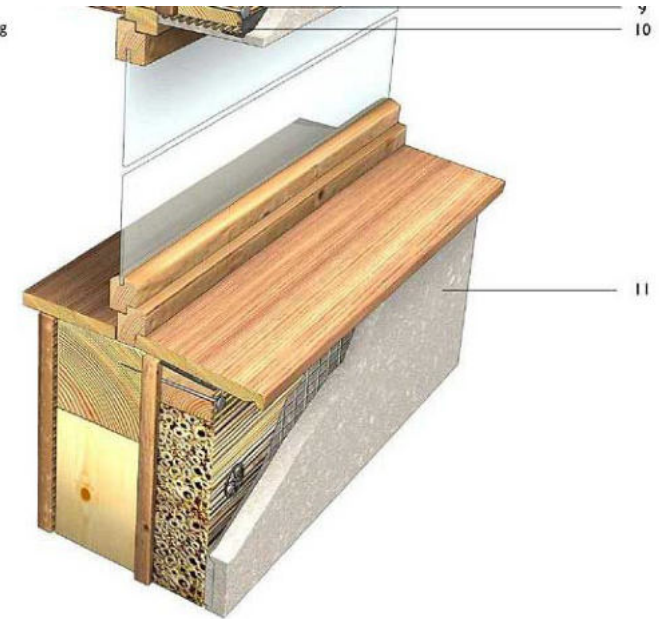
als „WDVS“: (HANFFASER +) SCHILFROHR + KALKPUTZ



https://www.naturbauhof.de/lad_daemm_platte_fest_schilf.php

Wandaufbau 4: Fachwerkwand mit Außendämmung

- 1) 20 mm Lehmunterputz mit Jutegewebe und 3 mm Lehmfeinputz
- 2) Hiss Reet Gewebe Extra
- 3) 140 mm x 140 mm Fachwerkbalken
- 4) 134 mm Strohlehm mit Weidengeflecht
- 5) 30 mm Hiss Reet Platte Extra
- 6) 24 mm x 160 mm Montagebrett
- 7) 80 mm Hiss Reet Platte Extra
- 8) 80 mm x 60 mm Montageholz
- 9) Hiss Reet Gewebe
- 10) Rippenstreckmetal
- 11) 30 mm vierlagiger Kalkaußenputz mit GFK Armierungsgewebe



GIPS: PRE-USE & POST-USE

KOHLE-AUSSTIEGSGESETZ BIS 2038 – NOTWENDIGERWEISE FRÜHER!

2018: 4,55 Mio t Naturgips + 6,42 Mio t REA-Gips

REA-GIPS AUS
RAUCHGASENTSCHWEFELUNGSANLAGEN

https://www.bund.net/fileadmin/user_upload_bund/publikationen/naturschutz/naturschutz_gipsgutachten.pdf
<https://gypsumrecyclinggermany.com/>



Entsorgung von rd. 600.000 Tonnen
Baustoffen auf Gipsbasis
(Abfallschlüssel 17 08 02) / Jahr
[UBA]

< 5% Recycling
[gypsum recycling germany]

rund 50 % wären recycelbar
= rd. 300.000 t / Jahr
[Schätzungen des Bundesverband
Gips]

Verbrauch: rd. 11.000.000 t / Jahr



BAUPLATTEN: ALTERNATIVEN AUS STROH UND HANF

STROHBAUPLATTE:

Bindung durch Stroh-eigene Lignine,
Verdichtung von 100%Stroh durch
Strangpressverfahren
Karton aus Recyclingpapier

Oriented Structural Straw Boards (OSSB)

Stroh + Formaldehydfreier Leim durch
Heisspressverfahren

GWP (A1-A3) Stroh: -1,25 kg CO²-Äquiv.

Quelle: <https://www.istraw.de/iso-stroh>



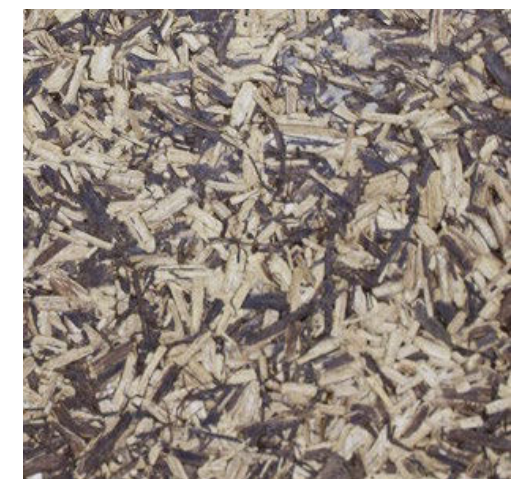
HANFPLATTE:

Hanf + pflanzliches Protein als Bindemittel

Hanfpflanzen: regional verfügbar, wachsen ohne
Einsatz von Pestiziden, benötigen wenig
Wasser.
einjährige Pflanze

GWP (A1-A3) Hanf: -1,5 kg CO²-Äquiv.

Quelle: <https://planterial.de/>



BAUSTOFFE AUS PILZMYZEL

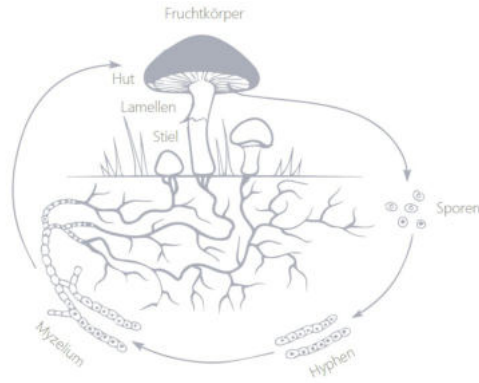


Abb. 12: Der Fungus

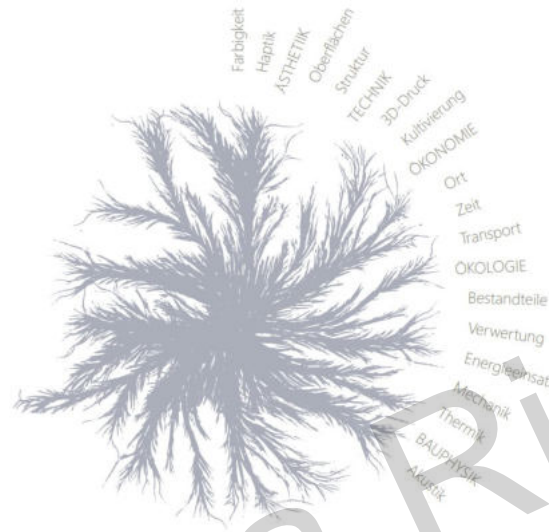


Abb. 10: Forschungsbäume



Abb. 22: Myco Board



Abb. 17: MycoTree



Abb. 23: MycoFlex™



Abb. 38: LIMy-Brick



Abb. 18: Myzelium, kultiviert auf Holzspänen



Abb. 20: Form für Verpackungsmaterialien

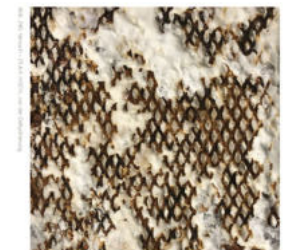
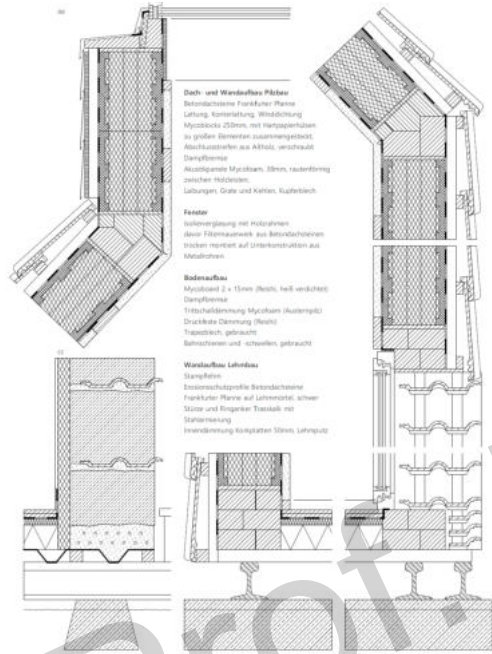


Abb. verschiedene Substrate und Pilzmyzel-Arten

Sandwich-Elemente mit Myzel und Strobauplatten
 2020



NA STUDIO 2019/2020

Kultivierung von Pilzbaustoffen 20

trockener Substratmix

Befüllung der Schalung

Pasteurisierung

Kultivierung in Filterbeuteln

Explosionszeichnung Schalung

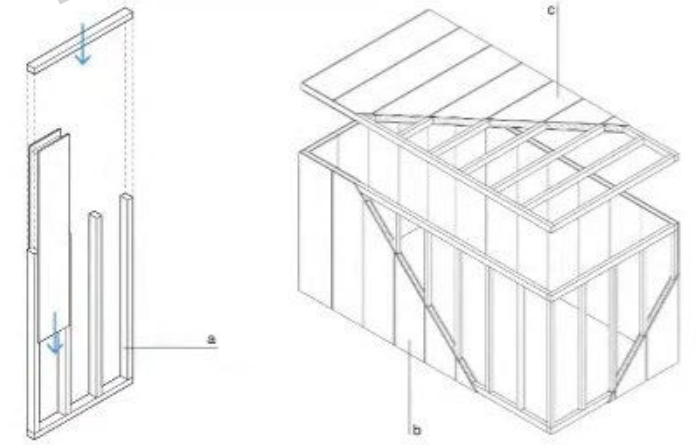
Verformung nach dem Ausschalen

Zinkenfräsen in Ekopanely-Strobauplatten

Endergebnis

- 1 Strobauplatte Ekopanely 320 x 500 x 38mm, Stroh ohne Bindemittel gepresst, mit Kraftpapier und Weißleim kaschiert, gefräste Zinken
- 2 PET-G Platten, 2mm transparent, perforiert zur Belüftung der Pilze, Seitenteile vakuumtiefgezogen
- 3 Hartpapierhüllen in Klarsichtfolie (besser Kunststoffrohren)
- 4 Substrat: 2000g Laubholzspäne, 2000g Kaffeesatz, 1000g Hanfschäben, 500g Hanffasern, 250g Stroh, 250ml Gips, 7 L Austernpilz-Substratbrut, Wasser (Gesamtgewicht nass ca 18kg)

Sandwich-Elemente mit Myzel und Holz
 2021



KONSTRUKTIVER EINSATZ VON
NACHWACHSENDEN ROHSTOFFEN

Prof. Petra Riegler-Floors

STROHHAUS IN DORNBIRN

BECHTER ARCHITEKTEN, 2014



Abb. 5.410



Abb. 5.411

WATTENMEERZENTRUM IN RIBE

DÖRTE MANDRUP ARCHITEKTEN, 2017



CORK HOUSE, ETON

MATTHEW BARNETT HOWLAND, 2019



Abb. 3.29 Gartenseite des Cork House

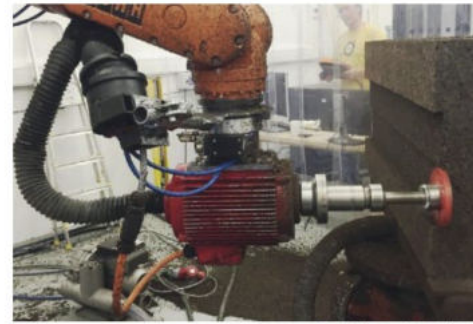
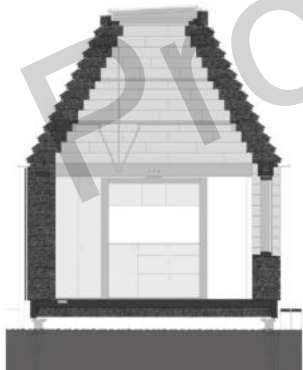
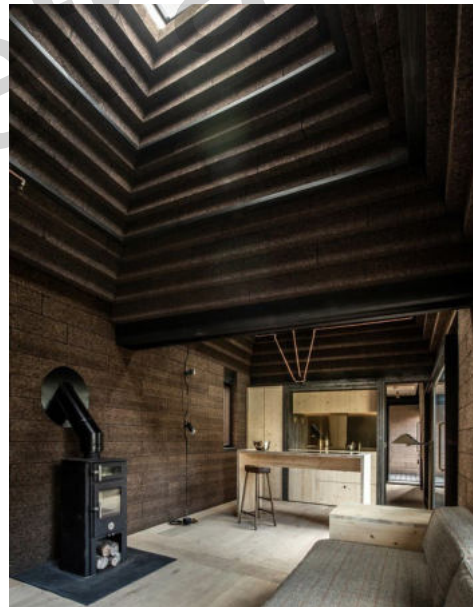


Abb. 3.32 Roboter gefertigte Korkblöcke



Abb. 3.33 Korkblöcke im Aufbau

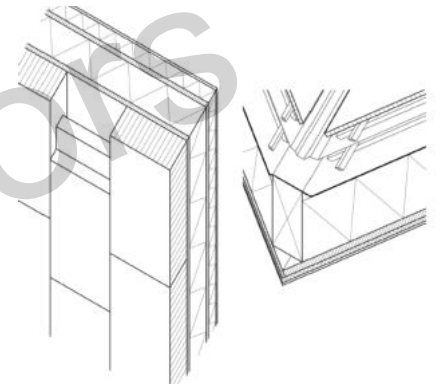


KORKENZIEHER HAUS, BERLIN

RUNDZWEI ARCHITEKTEN, 2018



Abb. 3.23 Frontfassade



3.2 LÖSBARE VERBINDUNGEN UND KONSTRUKTIONEN

Theoretische Einführung

Angewandte Beispiele aus der Praxis

VORAUSSETZUNG FÜR HOCHWERTIGES RECYCLING:
SORTENREINE TRENNUNG
>> LÖSBARE VERBINDUNGEN



Abb.: Atlas Recycling – Hillebrandt, Riegler-Floors, Rosen, Seggewies, Edition DETAIL, München 2018.

BAUKONSTRUKTIVE PRINZIPIEN

Herausforderung Feuchteschutz:

Minimierung der Feuchtebelastung der Verbindungen durch Dachüberstände, Überschuppung, Fugenüberdeckung

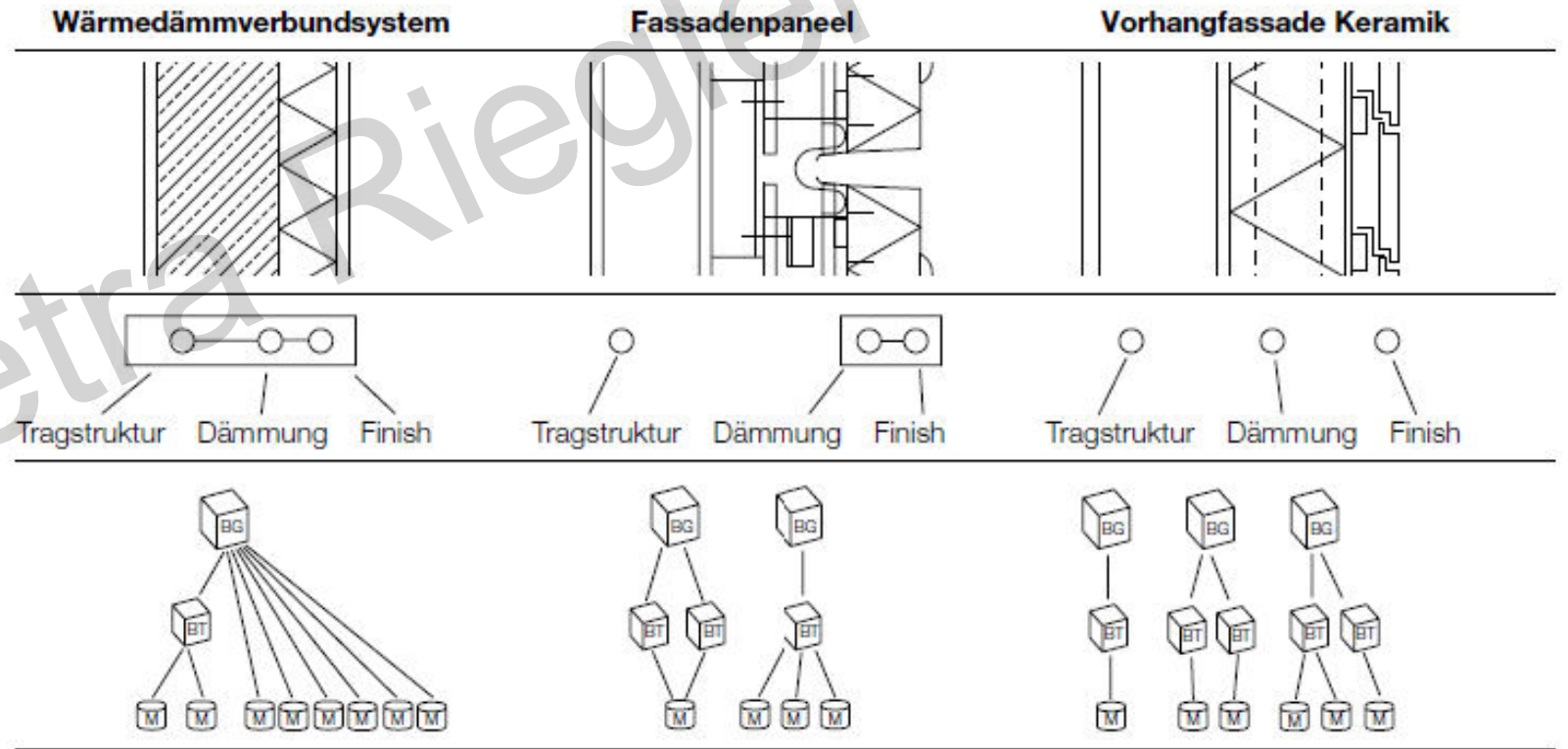
Wasserdichte Verbindungen durch Klemmen oder Ausnutzen des Anpressdrucks



Abb.: Atlas Recycling – Hillebrandt, Riegler-Floors, Rosen, Seggewies, Edition DETAIL, München 2018

FUNKTIONSTRENNUNG der einzelnen Bauteilschichten

Vergleich verschiedener Wandaufbauten



BG = Baugruppe
 BT=Bauteil
 M = Material

Abb.: Atlas Recycling – Hillebrandt, Riegler-Floors, Rosen, Seggewies, Edition DETAIL, München 2018 nach Valentin Brenner, Sebastian El Khouli u.a.

FÜGETECHNIKEN

nach DIN 8580 und DIN 8593

Übersicht von Fügetechniken nach DIN 8580 und DIN 8593

Zusammensetzen DIN 8593-1		Fügen, bei dem der Zusammenhalt der Füge­teile durch Schwerkraft (Reibung), Formschluss, Federkraft oder eine Kombination davon bewirkt wird.
Aufliegen Aufsetzen Schichten		Fügen zusammenpassender Teile unter Nutzung der Schwerkraft, im Allgemeinen in Verbindung mit Formschluss, z.B. Dachziegel
Einlegen Einsetzen		Fügen, bei dem das eine Füge­teil in ein Formelement des anderen Füge­teils eingelegt wird, z.B. Einlegen von Dämm­matten in eine Dach­konstruktion
Ineinanderschieben		Fügen, bei dem das eine Füge­teil in das andere oder über das andere geschoben wird, z.B. Einschieben eines Verbindungs­bolzens
Einhängen		Fügen, bei dem das eine Füge­teil in das andere eingehängt wird, wobei die Füge­verbindung durch eine Zugkraft (Federkraft, Schwerkraft) gesichert wird, z.B. EINHÄNGEN einer Zugfeder
Einrenken		Fügen durch Ineinanderschieben zweier Füge­teile, wobei die Füge­verbindung durch eine Druckkraft gesichert wird, z.B. Glühlampe in Swanfassung oder Bajonettverschluss bei Druckluftleitung
federn­d Einspreizen		Fügen durch vorheriges elastisches Verformen, damit das Füge­teil nach dem Einlegen oder Aufschieben und anschließendem Rückfedern durch Formschluss gehalten wird, z.B. Federring einspreizen oder Schnapp­verbindung
Füllen DIN 8593-2		Eine Sammelbenennung für das Einbringen von gas- oder dampfförmigen, flüssigen, breiigen oder pasten­förmigen Stoffen, ferner von pulverigen oder körnigen Stoffen oder kleinen Körpern in hohle oder poröse Körper
Einfüllen		Einbringen von gas- bzw. dampfförmigen, flüssigem oder festem Stoff in hohle Körper, z.B. Schüttungen, Einblas­dämmungen
An- und Einpressen DIN 8593-3		Eine Sammelbenennung für die Verfahren, bei denen beim Fügen die Füge­teile sowie etwaige Hilfs­füge­teile im Wesentlichen nur elastisch verformt werden und ungewolltes Lösen durch Kraftschluss verhindert wird.
Schrauben (An-, Ein-, Ver-, Festschrauben)		Fügen durch Anpressen mittels selbsthemmenden Gewindes
Klemmen		Fügen durch Anpressen mittels Hilfsteilen (Klemmen), wobei die Füge­teile elastisch oder plastisch verformt werden, während die Hilfsteile starr sind, z.B. Los-Fest-Flansch
Klammern		Fügen mittels federnder Hilfsteile (Klammern), die die überwiegend starren Füge­teile aneinanderpressen
Fügen durch Presspassung		Fügen des Innenteils mit einem Außenteil, wobei zwischen beiden ein Übermaß besteht: Fügen durch Einpressen, Ver­stiften, Schrumpfen (Aufschrumpfen), Dehnen, z.B. Einschlagen eines Bolzens
Nageln Verstiften Einschlagen		Fügen durch Einschlagen oder Einpressen von Nägeln (Drahtstiften) als Hilfsteile ins volle Material. Hierbei werden mehrere Füge­teile durch Aneinanderpressen miteinander verbunden. Beim Einschlagen ist das eingeschlagene Teil selbst ein Füge­teil, z.B. Einschlagen eines Hakens.
Verkeilen		Das Anpressen zweier Füge­teile mit Hilfe selbsthemmender keil­förmiger Hilfsteile z.B. Verklotzung von Fenstern
Verspannen		kraftschlüssiges Fügen einer Nabe mit einer Welle mithilfe eines Konus oder mithilfe ring­förmiger, geschlitzter Keile (Spannelemente), wobei die erforderliche Axialkraft über Gewinde aufgebracht wird
Umformen DIN 8593-5		Eine Sammelbenennung für die Verfahren, bei denen entweder die Füge­teile oder Hilfs­füge­teile örtlich – bisweilen auch ganz – umgeformt werden. Die Umformkräfte können mechanischer, hydraulischer, elektromagnetischer oder anderer Art sein. Die Verbindung ist im Allgemeinen durch Formschluss gegen ungewolltes Lösen gesichert.
Fügen durch Umformen draht­förmiger Körper		Drahtflechten zu flächenhaften oder räumlichen Drahtgeflech­ten, z.B. Stahlgewebe gemeinsames Verdrehen (Verseilen, Spleißen, Knoten, Wickeln mit Draht, Drahtweben zu Drahtgeweben), z.B. Spannsaile
Fügen durch Umformen bei Blech-, Rohr- und Profilt­eilen		Fügen durch Kören oder Kerben, gemeinsam Ziehen (Ummanteln), Weiten, Engen, Bördeln, Falzen, Wickeln, Ver­lappen, z.B. Stehfalz­deckungen

KLETTVERSCHLUSS UND MAGNETVERBINDUNG

für häufig zu lösende und wieder zu verbindende Konstruktionen

KLETTVERSCHLUSSE

>> 2 Elemente: Flanschband mit Schlaufen, als Gegenstück: Hakenband mit Widerhaken

>> aus Kunststoffen wie PP, PE oder PA, für Spezialanwendungen auch aus nicht brennbaren Materialien wie Glasfasern oder PPTA hergestellt

MAGNETVERBINDUNGEN

>> Natürliche Magneten: aus dem selten vorkommenden Magnetit (Eisen(II,III)-oxid)

>> Heute Herstellung von Permanentmagneten aus metallische Legierungen (Eisen, Nickel und Aluminium mit Zusätzen aus Cobalt, Mangan und Kupfer oder auch keramische Werkstoffe (Barium- bzw. Strontiumhexaferrit)

>> Herstellung besonders starke Magneten im Sinterverfahren aus Seltenen Erden, wie z. B. Samarium-Cobalt oder Neodym-Eisen-Bor: Ein 3,14 cm³ großer Neodym-Magnet trägt 11 kg

>> Erweiterung des Einsatzgebietes zum Fügen von Baustoffen (z. B. Innenwandbekleidungen, Akustikmodule).

>> Vorteile in beengten Einbausituationen, bei denen ein Einhängen von oben nicht möglich ist

>> VERBINDUNG ZWISCHEN BAUSTOFF UND KLETTBAND BZW. MAGNET HÄUFIG HINDERNIS FÜR DIE SORTENREINE TRENNUNG, DA DIESE NATURGEMÄß SCHWER BIS UNLÖSBAR

METALLKLETTBÄNDER

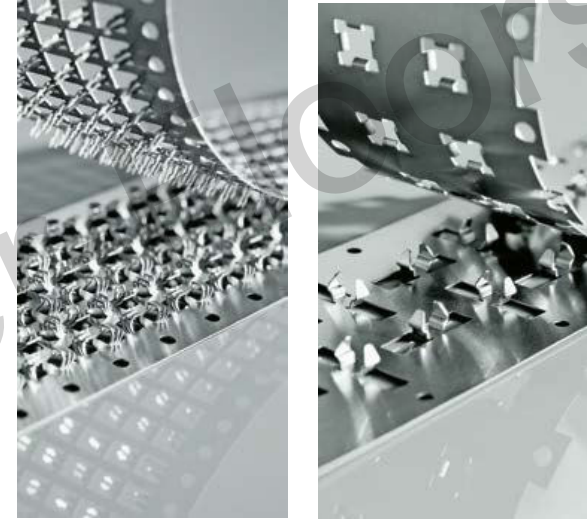


Abb.: Atlas Recycling – Hillebrandt, Riegler-Floors, Rosen, Seggewies, Edition DETAIL, München 2018

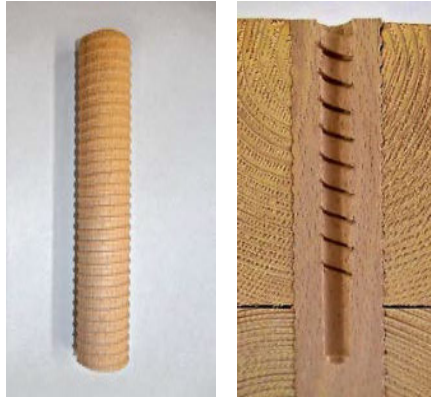
KLETTSYSTEM FÜR DACHABDICHTUNGSBAHNEN



Abb.: Atlas Recycling – Hillebrandt, Riegler-Floors, Rosen, Seggewies, Edition DETAIL, München 2018

MONOMATERIALSYSTEME

Einstoffliche Verbindungen: Sortenreinheit lässt Lösbarkeit obsolet werden



Holzschraube und Holzdübel

Holzschraube Kerbig,
Gebrüder Murr, 2012

Abb.: Atlas Recycling – Hillebrandt, Riegler-Floors, Rosen, Seggewies, Edition DETAIL, München 2018



Abb.: Atlas Recycling – Hillebrandt, Riegler-Floors, Rosen, Seggewies, Edition DETAIL, München 2018

Traditionelle Zimmermannsverbindungen:

Stoß, Zapfen, Blatt, Kamm, Hals, Versatz

>> heute durch computergestütztes Formfräsen wirtschaftlich nutzbar



Leim- und Metallfreie Massivholz-Systeme

Prof. Petra Riegler-Floors

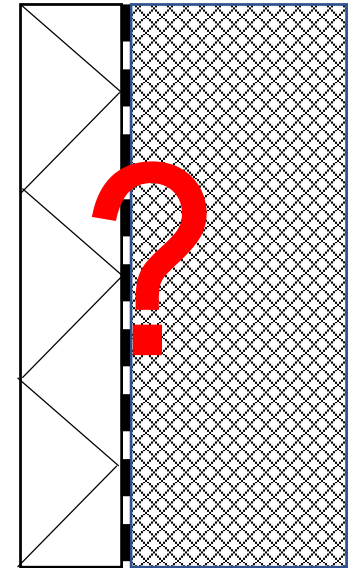
BEISPIELE LÖSBARER VERBINDUNGEN UND KONSTRUKTIONEN AUS DER ANGEWANDTEN PRAXIS (AUSWAHL)

Ordnung nach Bauteilgruppen, Anlehnung an DIN 276

GRÜNDUNGEN:

Fundamente, Keller, Perimeterdämmungen, Abdichtungen

Sortenrein lösbare und recyclingfähige Alternativen zum Standardsystem: unlösbarer Verbund aus Beton, verklebter Abdichtung und geklebter Perimeterdämmung aus Polystyrol



Schraubfundamente



- >> Erdschrauben aus **feuerverzinktem Stahl** (Sonderausführung aus Edelstahl) als Punktfundamente
- >> bis zu **dreigeschossige Gebäude** im Holz- und Stahlbau und für Außenanlagen (Zäune, Photovoltaik etc.)
- >> Größe von **50 bis 300 cm**, maximale Tragkraft liegt bei **10 t je Fundament**
- >> Anwendung in Bodenklasse I (Oberboden) bis VII (schwer lösbarer Fels)
- >> In der in Europa üblichen Bodenklasse I und II beträgt die **Nutzungsdauer 100 Jahre** unter Berücksichtigung eines entsprechenden Korrosionsschutzes
- >> Montage ist **witterungsunabhängig** und dauert pro Fundament nur **wenige Minuten**
- >> die Fundamente **sofort belastbar**, Erd- und Betonbauarbeiten entfallen.
- >> **keine zusätzliche Flächenversiegelung**, die Erdschrauben können aber in bereits versiegelten Flächen eingesetzt werden.
- >> **Schnelle Positionswechsel** sind unproblematisch
- >> Mit einem aufliegenden Trägerrost auch als **Streifenfundamente** (Abtrag von Linienlasten).
- >> **Zulassung im Einzelfall** (allgemeine bauaufsichtliche Zulassung in Deutschland aktuell im Genehmigungsverfahren)



Abb.: Atlas Recycling – Hillebrandt, Riegler-Floors, Rosen, Seggiewies, Edition DETAIL, München 2018



Bild: www.krinner.com



Bild: <http://spinnanker.com/de/?produkt&technik>

Spinnanker

- >> Ankerplatte mit 6 bzw 12 Gewindestäben, nivellierbare Montageplatte als Schweißgrund, mit Senkkopfschrauben mit der Ankerplatte verbunden
- >> Standardlängen 2m, 3m, 4m , max 12 m
- >> maximale Tragkraft liegt bei 2-20 t je Fundament
- >> Anwendung in bindigen (Lehm) und nichtbindigen Böden (Sand)
- >> allgemeine bauaufsichtliche Zulassung

Perimeterdämmungen

>> recyclinggerechte Ausführung von geschlossenzelligen Dämmungen im erdberührten Bereich z. B. durch die Verwendung von **SCHAUMGLAS** aus aufgeschäumtem Altglas

>> **dränagefähig, nicht brennbar** , sortenrein wiederverwendbar

>> Montage **schnell, einfach und wetterunabhängig**

unter der Bodenplatte

>> Einbringung und Verdichtung des **SCHAUMGLASSCHOTTERS** als Tragschicht nach Aushub und Einbau der Grundleitungen auf ein in der ebenen Baugrube ausgelegtes Geotextil (zur frostfreien Gründung der Bodenplatte Schotterschicht umlaufend seitlich ausreichend überstehen)

>> **SCHAUMGLASPLATTEN** werden in Trockenbauweise auf einer dünnen Splittschicht zum Ausgleich der Unebenheiten unter der Bodenplatte aus WU-Beton verlegt (pressgestoßene und versetzte Fugen)

>> Entfall beidseitig gedämmte Streifenfundamente, Frostschürzen sowie Sauberkeitsschichten aufgrund der **lastabtragenden und kapillARBrechenden Wirkung**

>> beide Systeme sind **allgemein bauaufsichtlich zugelassen** bzw. verfügen über eine **Europäische Technische Bewertung (ETA)**



Bild: baunetzwissen.de/glas/fachwissen/nicht-flachglaeser/schaumglas-159127/



Abb.: Atlas Recycling – Hillebrandt, Riegler-Floors, Rosen, Seggewies, Edition DETAIL, München 2018

Perimeterdämmungen an der Kellerwand

Montagehilfe aus Gewebesäcken zur Anwendung

- >> Fixierung der 3 m hohen Säcke am oberen Ende auf der Kellerdecke
- >> Befüllung mit Schaumglasschotter, parallel lageweise Verdichtung der Baugrube
- >> Unterhalb der Säcke: Drainage durch einen Schotterkoffer oder ein Dränrohr, um aufstauendes Wasser abzuführen.
- >> Kombination mit einer Dämmung aus Schaumglasschotter unterhalb der Bodenplatte sinnvoll (Integration des Dränrohrs in den überstehenden Teil dieses Schotterkoffers)
- >> Zeitweise Durchfeuchtung der Dämmung nach Starkregenereignissen lt. Herstellerangaben des λ -Werts berücksichtigt
- >> Hanglagen: Anordnung von 2 der der 45 cm starken Säcke hintereinander zur Bergseite
- >> wetterunabhängige Montage
- >> Dampfdiffusionsoffene Konstruktion wirkt dränierend
- >> Resistent gegen Schäden durch Nager und Ungeziefer.

- >> Schaumglasschotter ist allgemein bauaufsichtlich zugelassen, die Schalungshilfe durch die Gewebesäcke benötigt keine eigene Zulassung.



Abb.: Atlas Recycling – Hillebrandt, Riegler-Floors, Rosen, Seggewies, Edition DETAIL, München 2018

Lose verlegtes Kellerabdichtungssystem

>> ursprünglich für den Tankstellen- und Deponiebau entwickelt

>> Dichtheitsprüfung vor Verfüllung der Baugrube

>> System aus drei Schichten: einem außen liegenden Schutzvlies, einer Abdichtungsbahn aus High-Density Polyethylen (PE-HD) sowie einer innen liegenden Hinterlüftungsbahn (Drain-Composit aus einem druckstabilen PE-HD-Dränkörper mit Polypropylen-Vlies), die Wasserdampf aus dem Innenraum oder Baufeuchte der Kellerwand bzw. der Bodenplatte an die Außenluft sowie Kondenswasser in den Kontrollschacht transportiert

>> maximale Standardhöhe des Abdichtungssystems: 2,80 m

>> auf jedem dampfdiffusionsoffenen Wandmaterial einsetzbar.

Montage: auslegen des Schutzvlies auf der Baugrubensohle (Planum ohne spitze Steine, keine Sauberkeitsschicht notwendig)

darauf die Abdichtungsbahn -> thermisches Verschweißen jedes Stoßes durch Doppelnaht (Dichtheitsprüfung durch Druckluft)

Verlegung der Hinterlüftungsbahn

nach Erstellung der Bodenplatte sowie der Kellerwände (gegebenenfalls auch der Dämmung): senkrechte Hochführung bis über den Spritzwasserbereich (Ende im fertigen Zustand: hinter der Fassade an der Außenluft)

Abhängen der Abdichtungsbahn, Fixierung mit einer Klemmleiste am oberen Rand der Kellerwan,

Verschweißung der Nähte

Verfüllen der Baugrube nach Hochführung des Schutzvlieses

>> Vorteile: Rückbaufähigkeit, überprüfbare Dichtheit vor dem Weiterbau, Entfall von Trocknungszeiten.

>> vom Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) als »Stand der Technik« im Sinne der DIN 18 195 eingestuft, die Dichtungsbahn ist nach DIN EN 13 967 zertifiziert

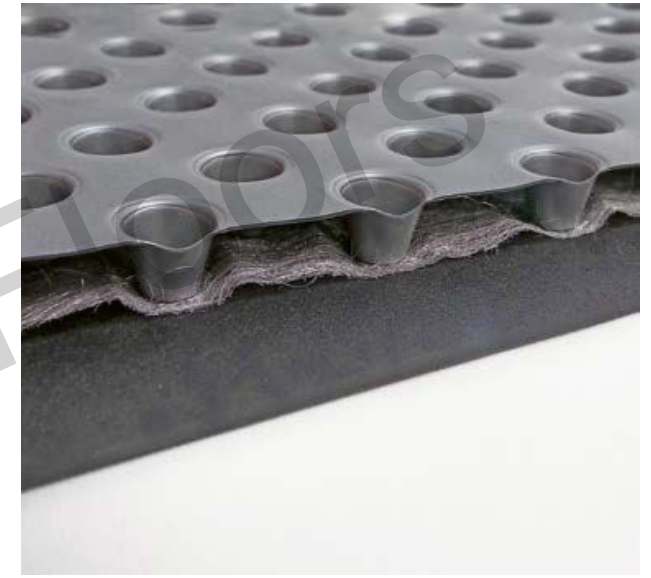


Abb.: Atlas Recycling – Hillebrandt, Riegler-Floors, Rosen, Seggewies, Edition DETAIL, München 2018



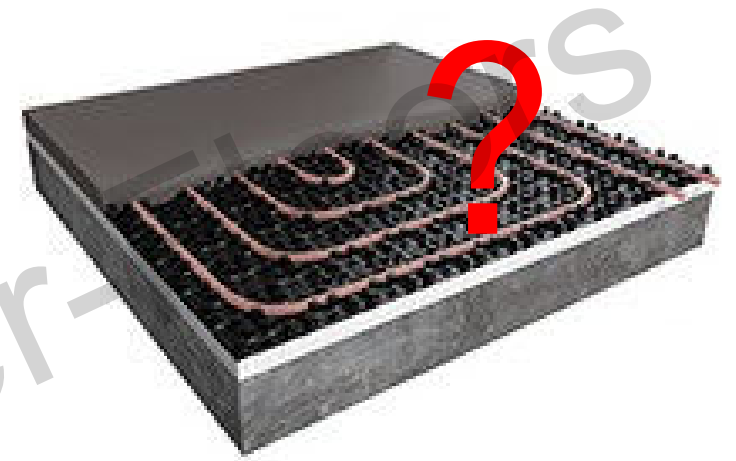
Abb.: <http://www.abg.eu/kellerabdichtung>

Trockenstapelsystem für Vormauerschalen aus Backstein

- >> mörtelfreies Fügen von Backsteinen: trockenes Aufstapeln mit versetzten Fugen
- >> vertikal ausgerichtet an verdeckten Eckprofilen
- >> Verbindung der Steine untereinander durch Edelstahlclips (Verbindungsbleche) in vorgefertigte Nuten
- >> rückseitige Fixierung am Tragwerk durch Luftschichtdübelanker (4 Stück/m²)
- >> Edelstahlkonsolen an Fensterstürzen, sowie alle 6 m zur Lastabfangung in der Höhe
- >> lediglich unterste Backsteinschicht wird in ein Mörtelbett (Kimmschicht) gesetzt, die obere Abschlusschicht verklebt.
- >> Durch Verzicht auf Mörtel kein Ausblühen der Fugen (Reduktion der Unterhaltskosten)
- >> schnelle und witterungsunabhängige Montage
- >> bauaufsichtliche Zulassung



Abb.: Atlas Recycling – Hillebrandt, Riegler-Floors, Rosen, Seggewies, Edition DETAIL, München 2018



FUßBODENKONSTRUKTIONEN

Fußbodenbeläge, Trockenestriche, Masseschüttungen, Fußbodenheizungen

Alternativen zum unlösbaren Verbund aus Nassestrich, Heizungsrohren, Systemplatten im Verbund mit Trittschalldämmung



Abb.: Atlas Recycling – Hillebrandt, Riegler-Floors, Rosen, Seggewies, Edition
DETAIL, München 2018

Linoleum-Fußbodenpaneele im Klicksystem

- >> geringere Anforderungen an die Ebenheit als Bahnenware (vollständige Verklebung, perfekt ebener Untergrund, meist nur durch Spachtelmasse herzustellen), auch auf nicht spachtelbaren Untergründen einsetzbar
- >> Aufbringung des Linoleums auf einer Holzfaserplatte (werkseitig), Gegenzug aus Kork auf der Unterseite
- >> schwimmende Verlegung, Verriegelung untereinander mit einer speziellen Nut-und-Feder-Verbindung
- >> fugenlos Flächen bis 100 m², maximalen Kantenlänge von 10 m
- >> Verwendung auf Fußbodenheizung geeignet, jedoch nicht für Feuchträume
- >> allgemeine bauaufsichtliche Zulassung

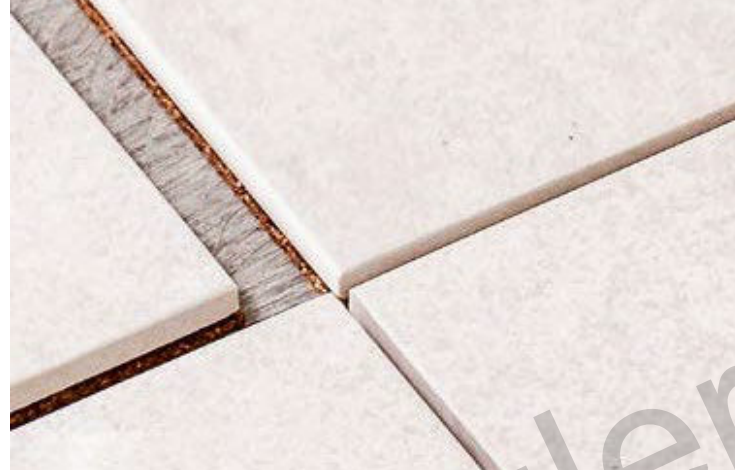


Abb.: Atlas Recycling – Hillebrandt, Riegler-Floors, Rosen, Seggewies, Edition
DETAIL, München 2018

Trockenverlegesystem für keramische Fliesen

- >> Lagesicherung durch das Eigengewicht der Fliese.
- >> bei der Herstellung unterseitiges Aufsintern einer 2,5 mm starke Korksicht
- >> Verbesserung der trittschalldämmenden Eigenschaften und der Anpassung an den Untergrund
- >> Korksicht steht umlaufend 1,5 mm über -> 3 mm breite Fugen
- >> Verfügung mit einer speziellen Dispersionsfugenmasse
- >> geringe Montagezeit
- >> nach 12 – 24 Stunden begehbar
- >> Austausch einzelner Fliesen mit geringem Aufwand (aufschneiden der Fuge, Entnahme der Fliese mit einem Saugheber, Einsetzen der neuen Fliese, verfugen)
- >> allgemeine bauaufsichtliche Zulassung



Abb.: Atlas Recycling – Hillebrandt, Riegler-Floors, Rosen, Seggewies, Edition
DETAIL, München 2018

Selbstliegende Teppichfliesen, schwimmend verlegt

- >> Räume mit verwinkeltem Zuschnitt
- >> Ab einem Flächengewicht > 3,5 kg/m² Verklebung mit dem Untergrund nach DIN EN 1307 nicht mehr notwendig
- >> Eigengewicht zur Lagesicherung: Schwerbeschichtung im Teppichrücken
- >> Randbereichen und an Türen: Fixierung durch doppelseitiges Klebe- oder Klettband
- >> keine normgerechte Verarbeitung nach DIN 18 365
- >> inzwischen erhältlich: Teppichfliesen mit hohem Anteil an Recyclingmaterial, PVC-freien Rücken (z. B. 100% recycelbar aus Polyolefinen) und einer Schwerbeschichtung aus Kreide

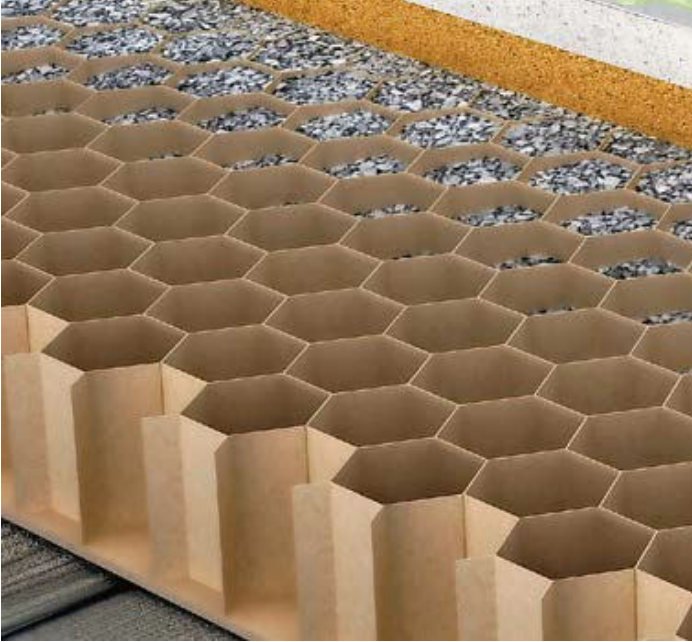


Abb.: Atlas Recycling – Hillebrandt, Riegler-Floors, Rosen, Seggewies, Edition DETAIL, München 2018

Schallschutz: Pappwabenplatten mit Massenschüttungen

>> Vereinfachung des Einbringens von Schüttmaterials in einheitlicher Höhe, Fixierung des Materials, das so während der Montage der nächsten Bauteilschicht ohne weitere Lastverteilungsmaßnahmen vorsichtig begehbar ist>> einfache Konstruktion: Papp-Sinuswabenplatte (5 –100 mm Höhe) , einem darunter aufgebracht Rieselschutz aus Graupappe und eine die Waben bündig füllende Schüttung, z. B. aus Sand >> System-Lösung: Wabenplatten aus Altpapier-Pappwaben (Höhen 30 oder 60 mm) mit unterseitig aufkaschierten Rieselschutz (Papier) mit Kalksteingranulat- oder Perlitschüttung>> Verlegung vollflächig direkt auf der ebenen Rohdecke, Einschneiden von Installationsleitungen >> Unterkonstruktion für Trittschalldämmung und z.B. Trockenestrich>> Rückbau: absaugen des Schüttguts , sortenreines Recycling von Pappe und Schüttgut

>> Europäische Technische Bewertung (ETA)



Estrichziegel aus Ton

>> 20 mm stark, zwei Größen (400 /180 mm und 500/250 mm), mehrere Farben

>> keramischer Sichtbelag (unglasiert oder glasiert) oder als Unterkonstruktion für diverse Beläge (z. B. Parkett, Kork, Teppich, Linoleum)

>> ebener Untergrund erforderlich (Ausgleich von Unebenheiten durch mineralische Trockenschüttung aus Blähtonschiefer>> Unterkonstruktion: Trittschalldämmung oder ein Fußbodenheizungssystem >> schwimmende Verlegung, mit Nut und Feder ineinandergesteckt (zusätzlich untereinander verklebt)

>> wasserfest (feuchtraumgeeignet), jedoch nicht frostsicher (nur Innenbereich)

>> Lt. Herstellerangaben: bei Verwendung einer Fußbodenheizung aufgrund der guten Wärmeleitfähigkeit eine dreimal schnellere Aufheizung und Abkühlung des Raums als bei üblichen Nassestrichen

>> nach 24 Stunden belastbar und auch mit Massivholzparkett belegbar

>> nicht genormt oder geregelt

FUßBODENHEIZUNGSSYSTEME

- >> Verbindungsmethoden wie Schrauben, Legen oder Stecken
- >> geringen Aufbauhöhen und Gewichte -> auch für Altbausanierungen geeignet
- >> Einfache und wenig zeitaufwendige Montage

Abb.: Atlas Recycling – Hillebrandt, Riegler-Floors, Rosen, Seggewies, Edition DETAIL, München 2018



Formplatten aus Ton oder
Lava

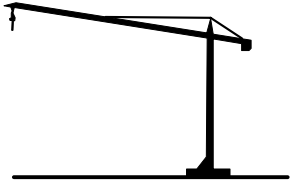


Kupferrohre und Aluminium-
Wärmeleitbleche



Trägerelemente aus Holzweichfaser
und Aluminium-Wärmeleitbleche

VORTEILE LÖSBARER VERBINDUNGEN UND KONSTRUKTIONEN



ERRICHTUNGSPHASE:

zeitlich und dadurch wirtschaftlich effektiver, z.B. durch schnellerer und witterungsunabhängige Montage oder Entfall von Trocknungszeiten



NUTZUNGSPHASE:

einfacherer und damit kostengünstiger Austausch von einzelnen beschädigten Elementen oder Bauteilschichten mit geringerer Lebensdauer bzw. Modernisierungen aus gestalterischen Gründen (Nutzerwechsel)



RÜCKBAU:

sortenreine Trennung >> Verbleib der Rohstoffe im Stoffkreislauf
>> Wirtschaftliche Gewinne durch Verwertung der Rohstoffe anstelle von Entsorgungskosten

TEIL 3

KOSTENVERGLEICH

KONVENTIONELLER UND RECYCLINGGERECHTER
KONSTRUKTIONEN

SIND RECYCLINGGERECHTE
KONSTRUKTIONEN GRUNDSÄTZLICH
TEURER?



zwei Beispielrechnungen

BETRACHTUNGSZEITRAUM VON PROJEKTKOSTEN

KONVENTIONELLE KONSTRUKTION

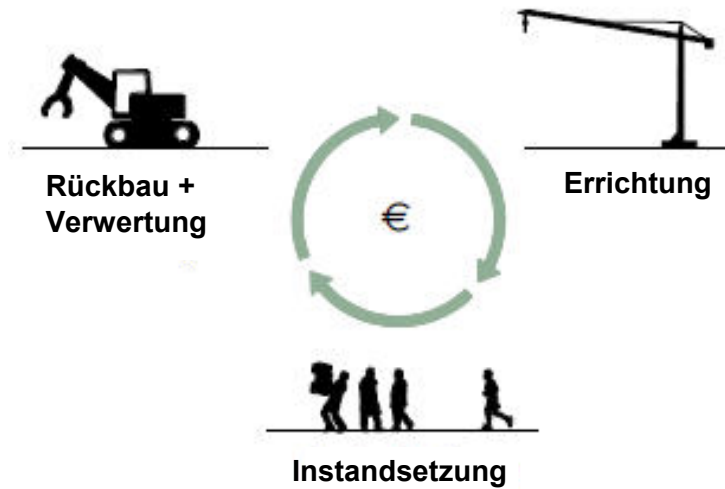


BETRACHTUNGSZEITRAUM VON PROJEKTKOSTEN

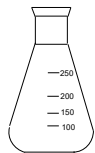
KONVENTIONELLE KONSTRUKTION



RECYCLINGGERECHTE KONSTRUKTION



Prof. Petra Riegler-Floors



BERECHNUNGSMETHODEN

VERSUCHSANORDNUNG

KOSTENERMITTLUNG DER BEISPIELRECHNUNGEN

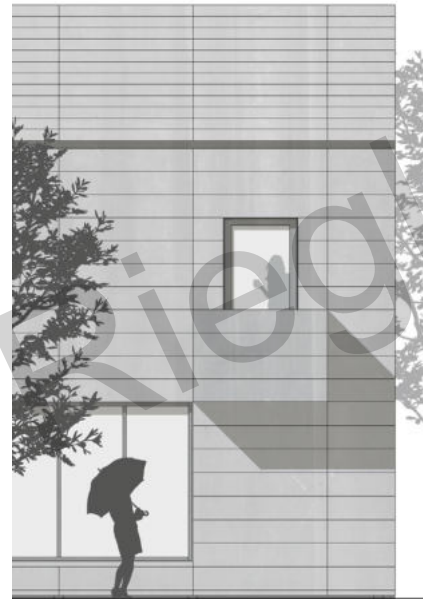
VERSUCHSANORDNUNG

UNTERSUCHUNGSORT:
DORTMUND

UNTERSUCHUNGSZEITPUNKT:
2017

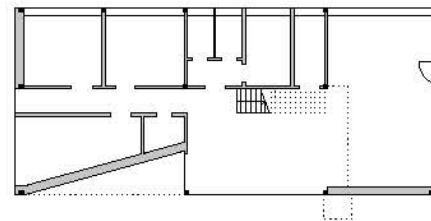
ZUKÜNFTIGE KOSTEN
(INSTANDSETZUNG, RÜCKBAU):
BARWERTMETHODE

Wert einer zukünftigen Zahlung in
der Gegenwart unter
Berücksichtigung der Preissteigerung
und Kapitalertragszinsen

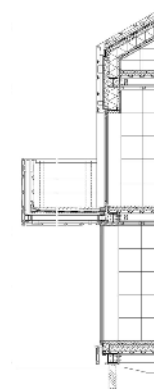


**ÄHNLICHES
ERSCHEINUNGSBILD**

GLEICHE KUBATUR



**KONVENTIONELLE
KONSTRUKTION**



**RECYCLINGGERECHTE
KONSTRUKTION**

KOSTENERMITTLUNG DER BEISPIELRECHNUNGEN

VORGEHENSWEISE UND QUELLEN

BERECHNUNG JEDER EINZELPOSITION (ca. 100 Positionen je Beispiel-Projekt)



ERRICHTUNG			
MENGE	PREIS	REGIONAL-FAKTOR DORTMUND	GESAMT- PREIS
[m,m ² ,m ³ ,kg,St]	[€ / EINHEIT]	0,879	[€]



Mengen-
ermittlung
eines
jeden
Baustoffs



BauKosten BKI
2016 Teil 3

bzw. Hersteller-
Listenpreis *
Montage
(Zeitaufwand und
Lohnkosten eines
vergleichbaren
Baustoffs aus BKI
2016)


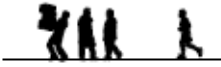


BKI 2016
Teil 3

KOSTENERMITTLUNG DER BEISPIELRECHNUNGEN

VORGEHENSWEISE UND QUELLEN

BERECHNUNG JEDER EINZELPOSITION (ca. 100 Positionen je Beispiel-Projekt)

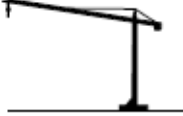


ERRICHTUNG				INSTANDSETZUNG			
MENGE	PREIS	REGIONAL-FAKTOR DORTMUND	GESAMT- PREIS	LEBENS- DAUER	AUSTAUSCH- HÄUFIGKEIT (50 JAHRE)	BAUTEIL- BEZOGENE AUSTAUSCH- HÄUFIGKEIT	GESAMT- PREIS (50 JAHRE)
[m,m²,m³,kg,St]	[€ / EINHEIT]	0,879	[€]	[JAHRE]	[FAKTOR]	[FAKTOR]	[€]



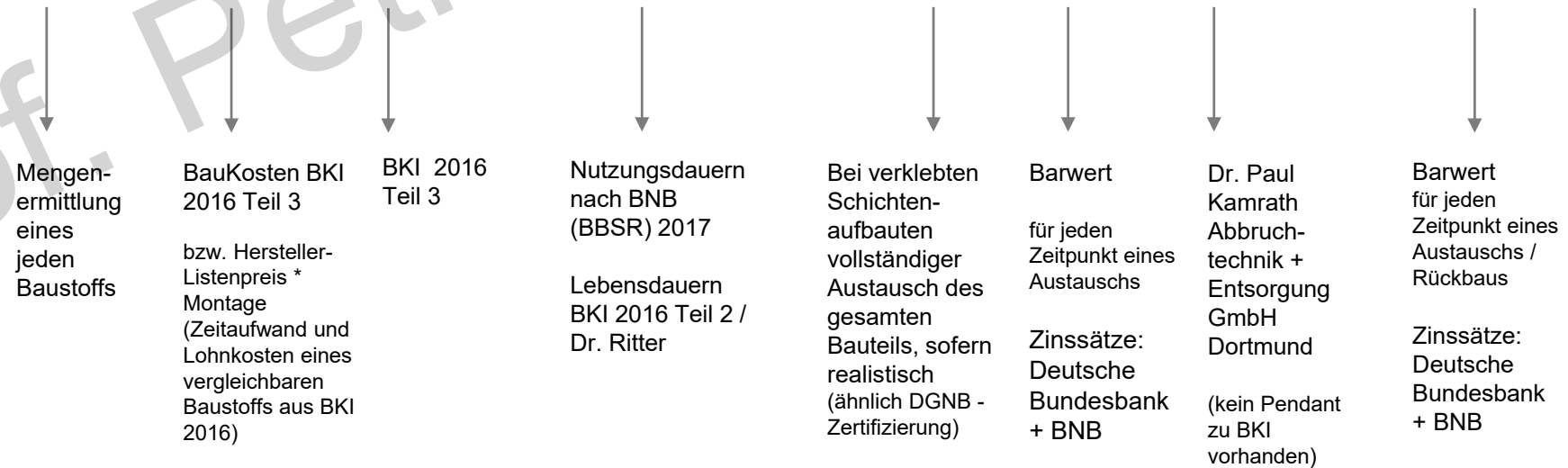
KOSTENERMITTLUNG DER BEISPIELRECHNUNGEN

VORGEHENSWEISE UND QUELLEN

BERECHNUNG JEDER EINZELPOSITION (ca. 100 Positionen je Beispiel-Projekt)

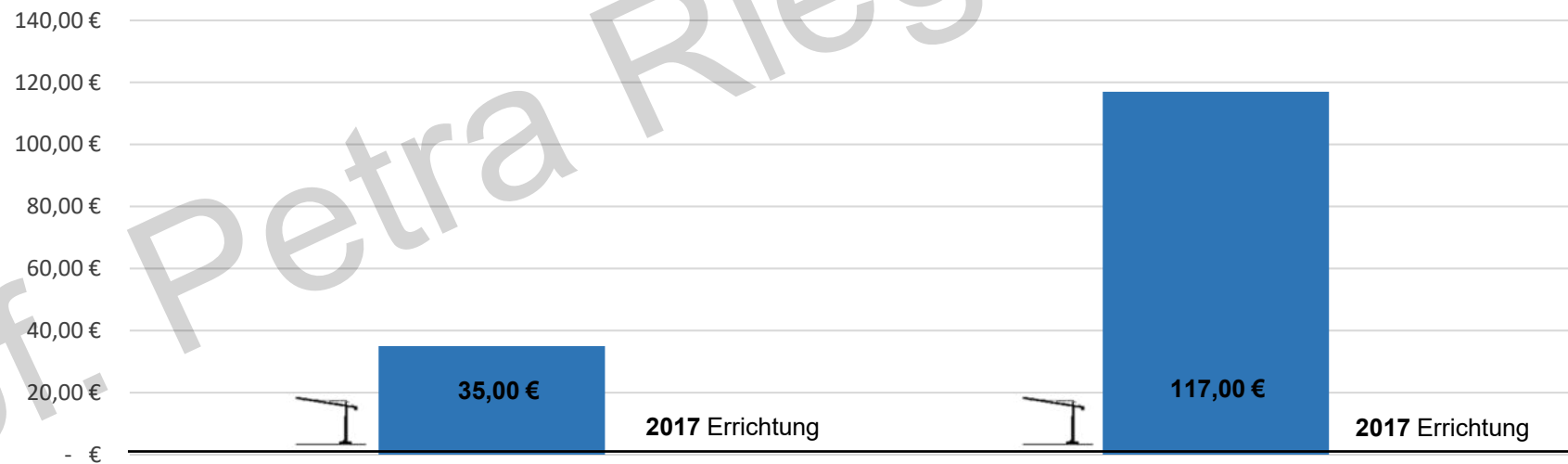




ERRICHTUNG				INSTANDSETZUNG				RÜCKBAU		
MENGE	PREIS	REGIONAL-FAKTOR DORTMUND	GESAMT-PREIS	LEBENS-DAUER	AUSTAUSCH-HÄUFIGKEIT (50 JAHRE)	BAUTEIL-BEZOGENE AUSTAUSCH-HÄUFIGKEIT	GESAMT-PREIS (50 JAHRE)	ABBRUCH + ENTSORGUNG	BAUTEIL-BEZOGENER AUSTAUSCH / RÜCKBAU	GESAMT-PREIS (50 JAHRE)
[m,m²,m³,kg,St]	[€ / EINHEIT]	0,879	[€]	[JAHRE]	[FAKTOR]	[FAKTOR]	[€]	[€]	[FAKTOR]	[€]



KOSTENERMITTLUNG DER BEISPIELRECHNUNGEN

BEISPIEL: FUSSBODENOVERBELAG



**TEXTILER BELAG
KUNSTFASER**

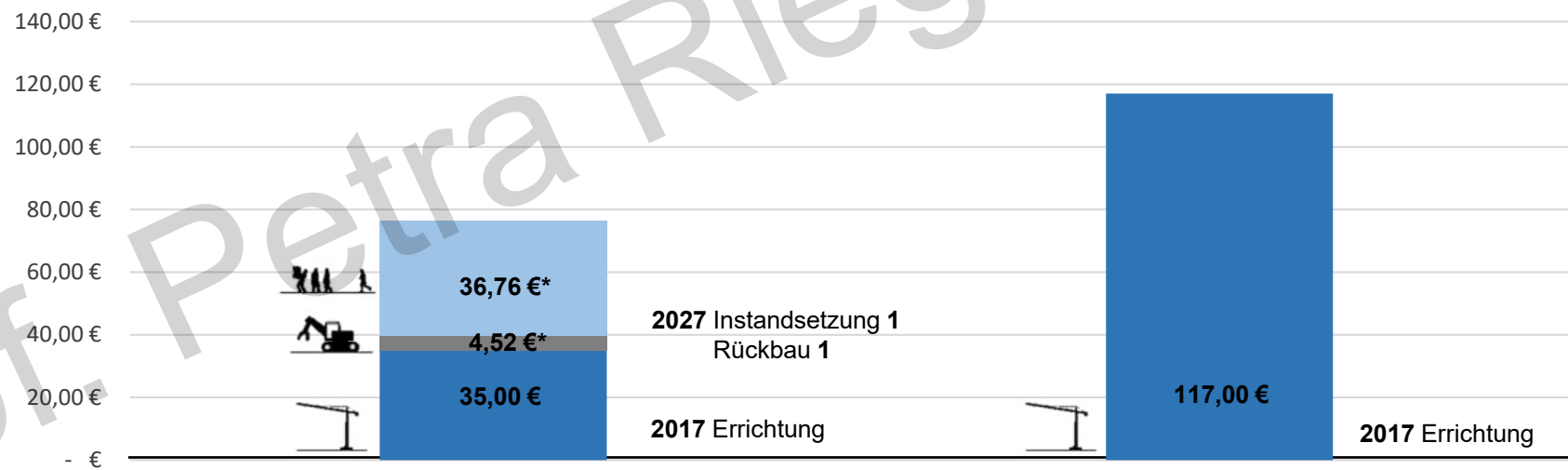
[Lebensdauer 10 Jahre]

**DIELENBELAG
EICHE MASSIV**

[Lebensdauer > 50 Jahre]

KOSTENERMITTLUNG DER BEISPIELRECHNUNGEN

BEISPIEL: FUSSBODENOVERBELAG



**TEXTILER BELAG
KUNSTFASER**

**DIELENBELAG
EICHE MASSIV**

* Barwert

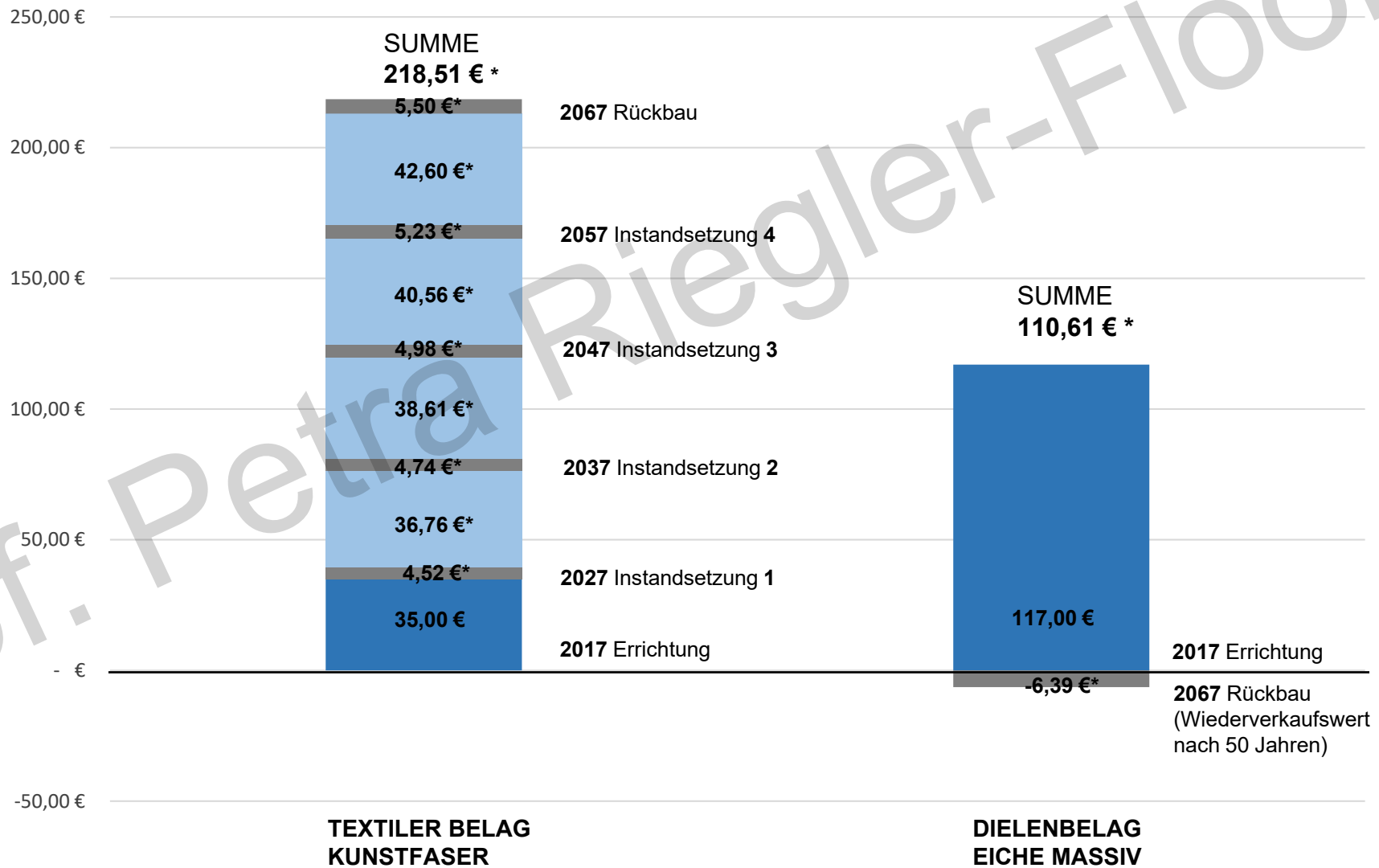
[Lebensdauer 10 Jahre]

[Lebensdauer > 50 Jahre]

Quelle: Hillebrandt; Riegler-Floors, Rosen, Seggewies: Atlas Recycling. Edition Detail, München 2018

KOSTENERMITTLUNG DER BEISPIELRECHNUNGEN

BEISPIEL: FUSSBODENOVERBELAG



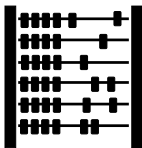
* Barwert

[Lebensdauer 10 Jahre]

[Lebensdauer > 50 Jahre]

Quelle: Hillebrandt; Riegler-Floors, Rosen, Seggewies: Atlas Recycling. Edition Detail, München 2018

Prof. Petra Riegler-Floors

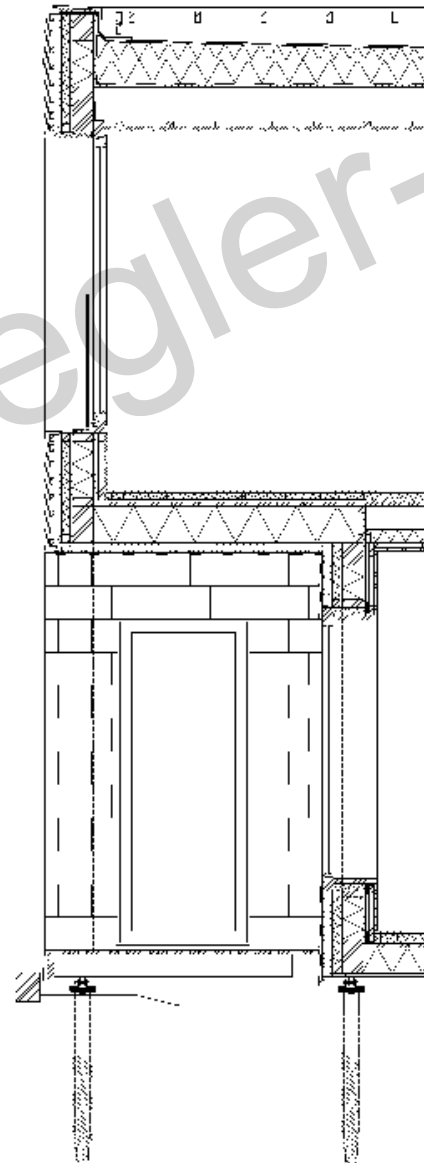
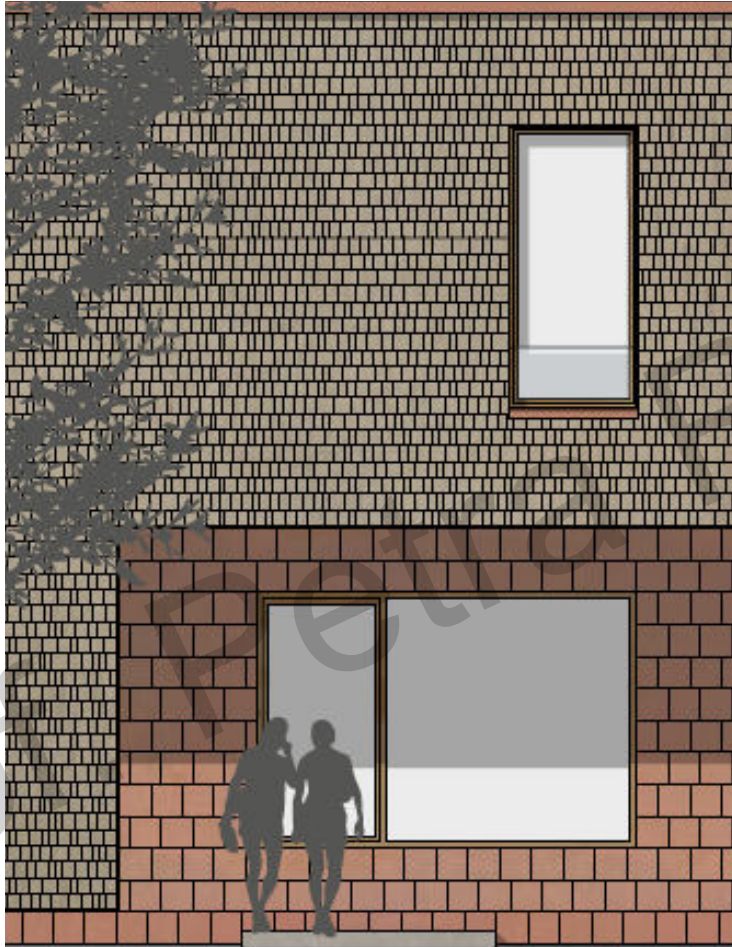


BEISPIELRECHNUNGEN

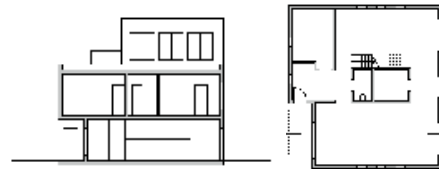
KOSTENGEGENÜBERSTELLUNGEN

BEISPIELRECHNUNGEN – PROJEKT 1

RECYCLINGGERECHTE KONSTRUKTION



KUBATUR
(ZUR MENGEN-
ERMITTLUNG)



Quelle: Hillebrandt; Riegler-Floors, Rosen, Seggewies: Atlas Recycling. Edition Detail, München 2018

Dachabdichtung auf
pflanzlicher Basis

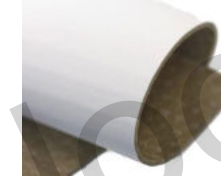


Bild: www.derbigum.de

Kupferschindel-Fassade



Bild: www.kme.com

Holzschindel-Fassade
Tragwerk + Fenster Holz



Bild: www.holzschindel.at

Zellulosedämmung



Bild: www.wecobis.de

Schraubfundament



Bild: www.krinner.de

BEISPIELRECHNUNGEN – PROJEKT 1

VERGLEICH

PVC- Abdichtungsbahn

Stahlbetondecken

HPL-Fassadenplatten
Holz- und Metalloptik

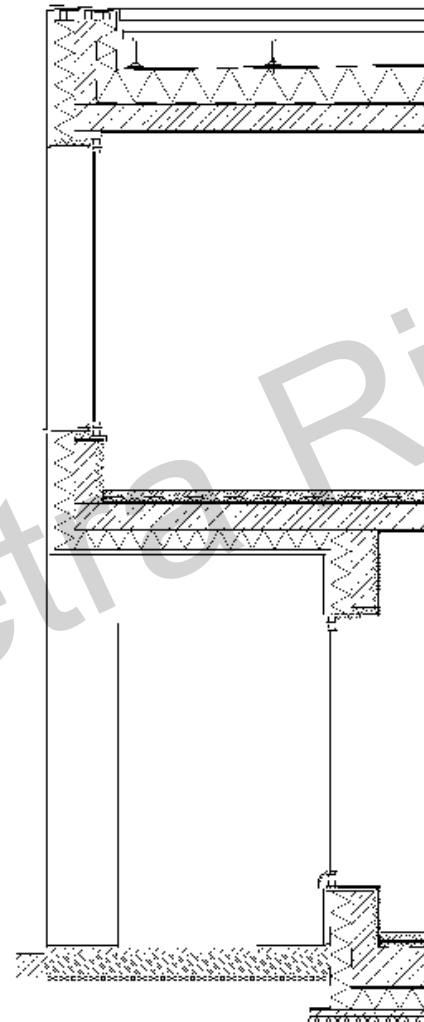
EPS-Schalungstein mit
Ortbetonkern

Vinyl (=PVC) Boden

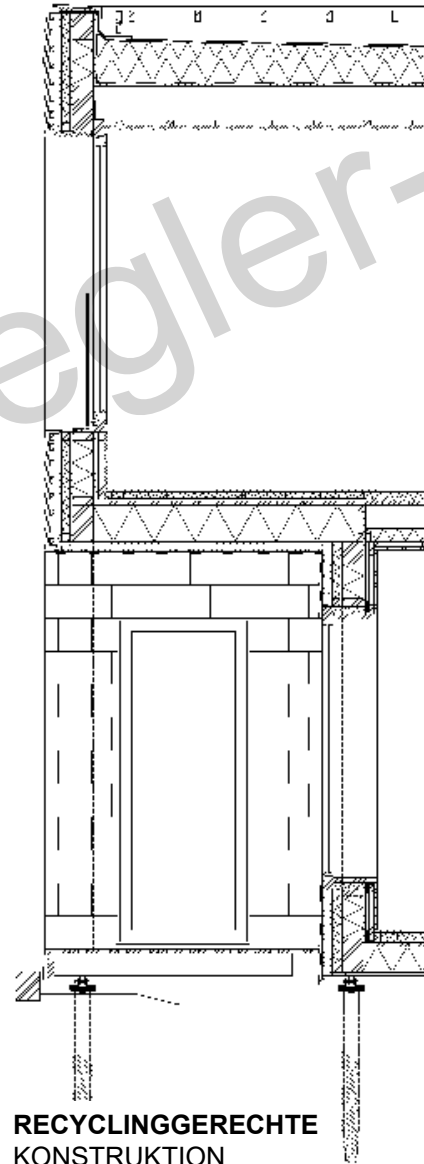
Fenster PVC

EPS-Dämmung

Stahlbetonfundamente



**KONVENTIONELLE
KONSTRUKTION**



**RECYCLINGGERECHTE
KONSTRUKTION**

Dachabdichtung auf
pflanzlicher Basis



Bild: www.derbigum.de

Kupferschindel-Fassade



Bild: www.kme.com

Holzschindel-Fassade
Tragwerk + Fenster Holz



Bild: www.holzschindel.at

Zellulosedämmung



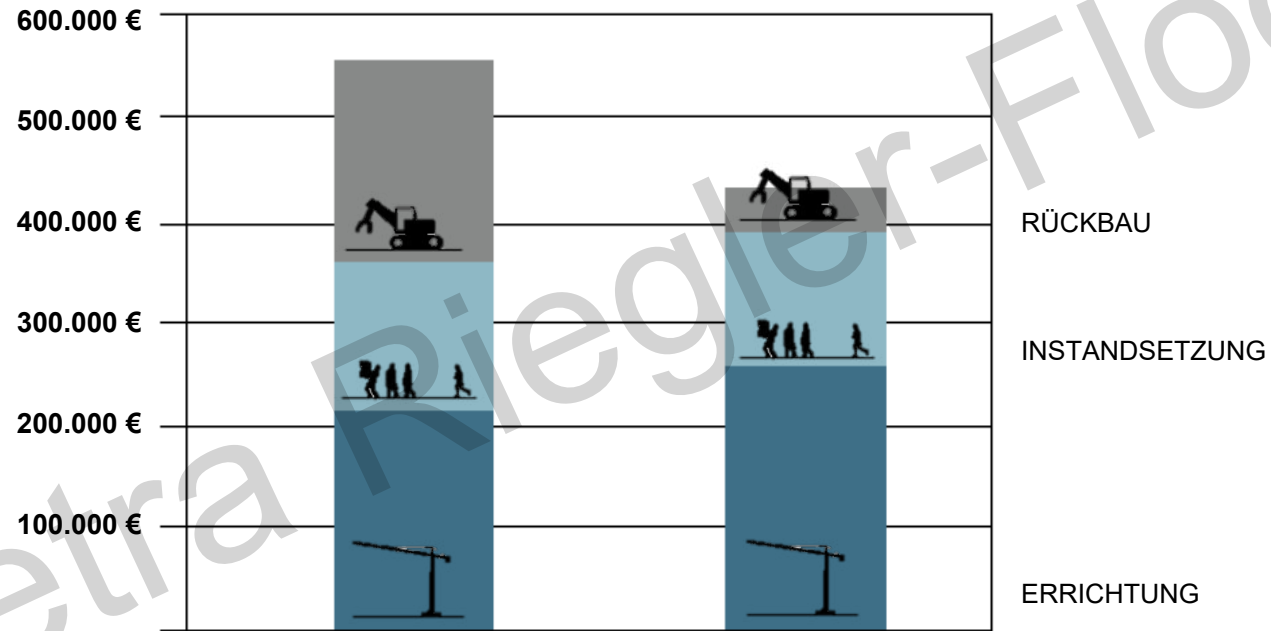
Bild: www.wecobis.de

Schraubfundament



Bild: www.krinner.de

GEGÜBERSTELLUNG GESAMTKOSTEN (50 JAHRE) NACH BAUWEISE BEISPIEL 1



KONVENTIONELLE KONSTRUKTION

-- Fassade inkl. Fenster und Dämmung, sowie Innenwand-bekleidungen: einmaliger Austausch erforderlich

-- hohe Entsorgungskosten für Gipsputz, EPS-Schalungssteine mit Betonkern, EPS, Stahlbeton, PVC-Materialien, heterogene Schottermaterialien

RECYCLINGGERECHTE KONSTRUKTION

-- Fassadenbekleidung Holzschindeln und Dämmung: einfacher Austausch erforderlich

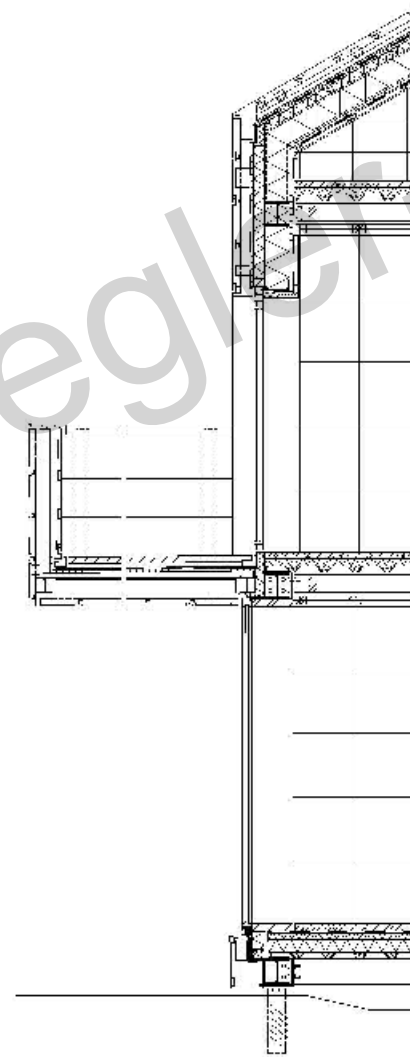
+ End of Life/Entsorgung: geringe Menge und Kosten für Holzskelett

+ Gutschriften für Kupferbleche, Stahlbauteile (Terrassenunterkonstruktion)

>> GESAMTKOSTEN DER RECYCLINGGERECHTEN KONSTRUKTION > 20% NIEDRIGER

BEISPIELRECHNUNGEN – PROJEKT 2

RECYCLINGGERECHTE KONSTRUKTION



Stahl-Tragwerk, Edelstahl-Fassade



Bild: www.laukien.de

Gussasphalt mit Kupferrohrheizung



Bild: Wieland-Werke

Metallklettverbindung



Bild: www.metaklett.de

Wandbespannung Jute



Bild: www.stoffkontor.de

Hanffaserdämmung



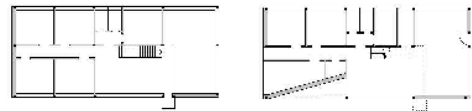
Bild: www.ecosign-beispiels.de

Lehmputz / Lehmbaupl.



Bild: www.claytec.de

KUBATUR
(ZUR MENGEN-
ERMITTLUNG)



Quelle: Hillebrandt; Riegler-Floors, Rosen, Seggewies: Atlas Recycling. Edition Detail, München 2018

BEISPIELRECHNUNGEN – PROJEKT 2

VERGLEICH

Faserverstärkte
Harzkompositplatte

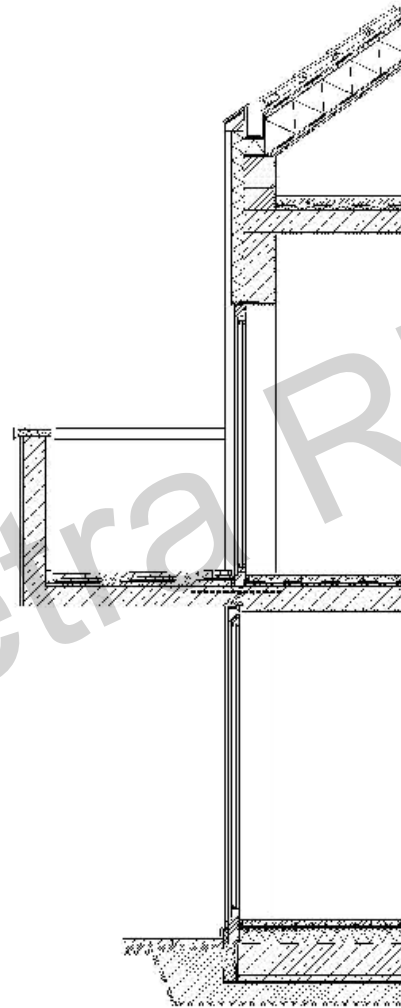
Stahlbetondecken, KS-
Mauerwerk

Laminat geklebt

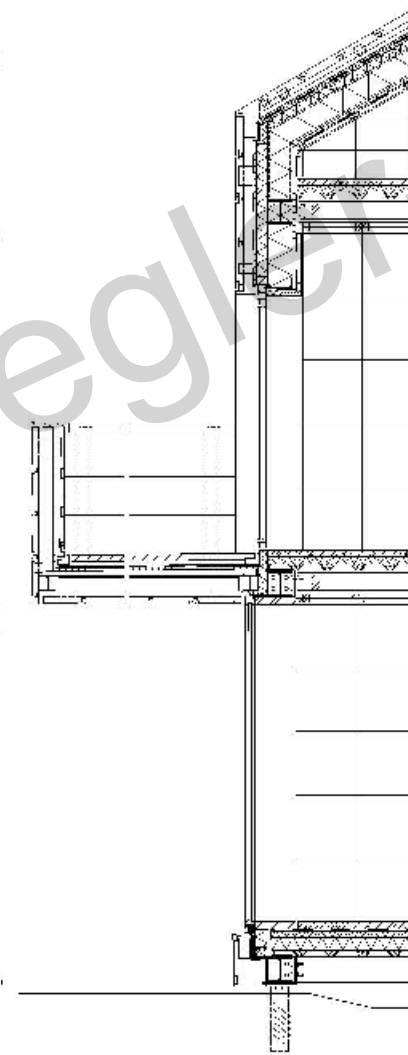
Zementheizestrich mit
Kunststoffheizrohren in
Trägerplatte mit
aufkaschierter EPS-
Trittschalldämmung

EPS-Wärmedämmung

Gipsputz mit Tapete



**KONVENTIONELLE
KONSTRUKTION**



**RECYCLINGGERECHTE
KONSTRUKTION**

Stahl-Tragwerk, Edelstahl-
Fassade



Bild: www.laukien.de

Gussasphalt mit
Kupferrohrheizung



Bild: [Wieland-Werke](http://www.wieland-werke.de)

Metallklettverbindung



Bild: www.metaklett.de

Wandbespannung Jute



Bild: www.stoffkontor.de

Hanffaserdämmung



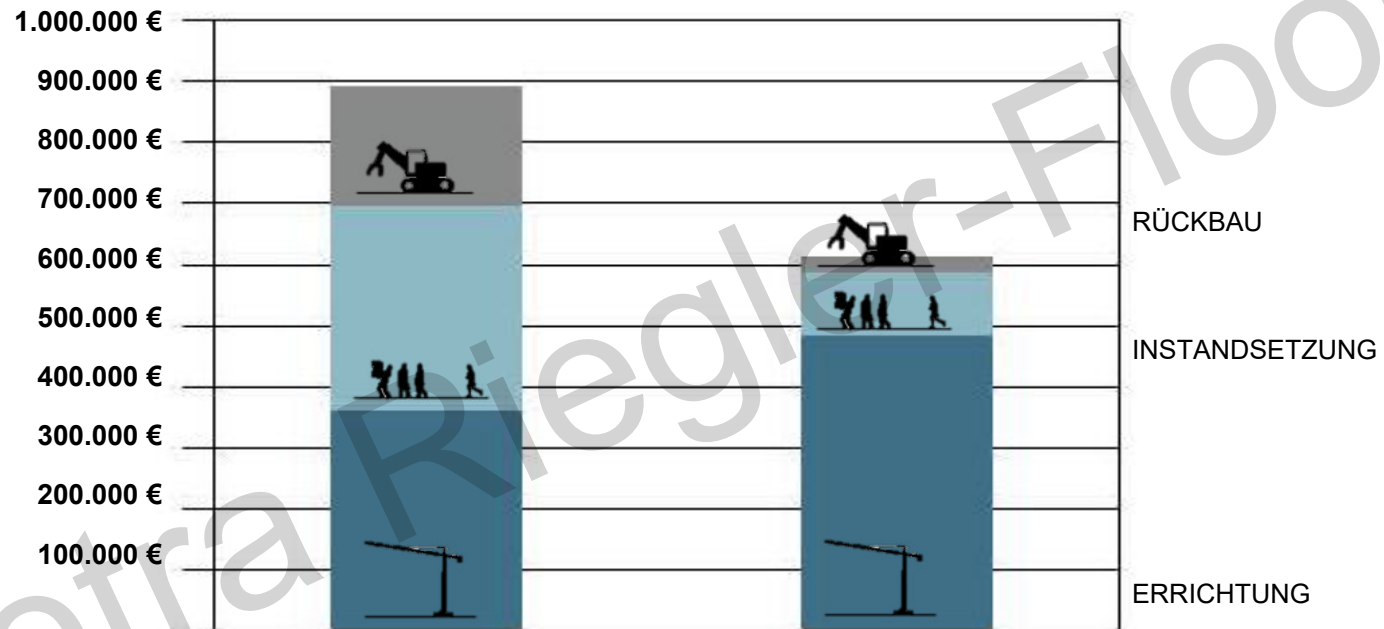
Bild: www.ecosign-beispiels.de

Lehmputz / Lehmbaupl.



Bild: www.claytec.de

GEGÜBERSTELLUNG GESAMTKOSTEN (50 JAHRE) NACH BAUWEISE BEISPIEL 2



KONVENTIONELLE KONSTRUKTION

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

RECYCLINGGERECHTE KONSTRUKTION

- - Austausch Aussenwandbekleidung innen und Dämmung
- + Lebensdauer Innenwandbekleidung und -konstruktion, Bodenbelage, Fassade und Fenster
- + End of Life/Entsorgung: geringe Masse und Kosten für Holzbaustoffe, hohe Gutschriften für Kupferheizungsrohre, Fassade und Tragwerk

>> GESAMTKOSTEN DER RECYCLINGGERECHTEN KONSTRUKTION > 30% NIEDRIGER

WAS WOLLEN WIR ZUKÜNFTIG ENTWERFEN?



TEURE ENTSORGUNGSPROBLEME

ODER



LUKRATIVE ROHSTOFFLAGER?

Atlas

Recycling

Gebäude als Materialressource

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

Edition **DETAIL**

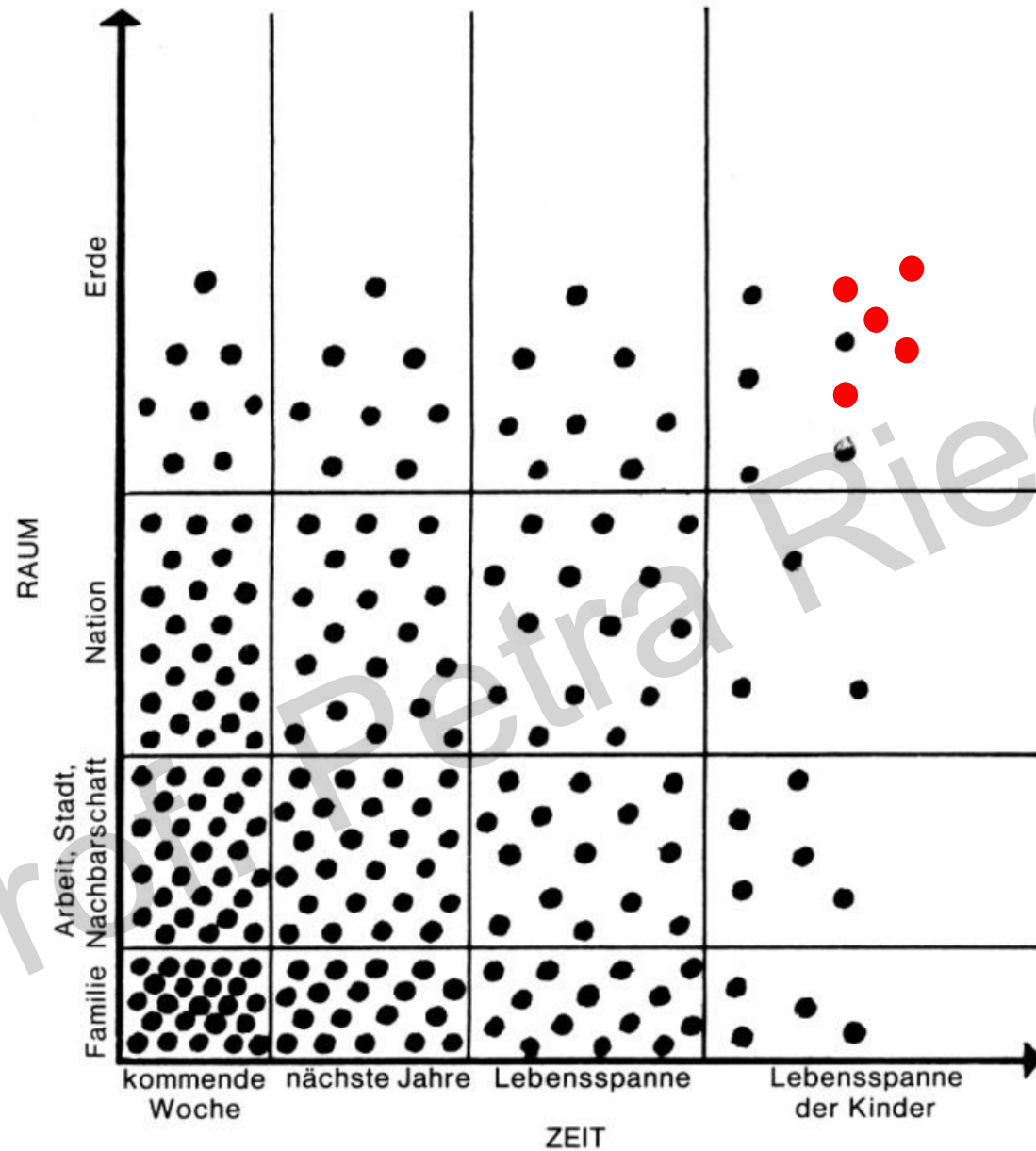
Manual

of Recycling

Buildings as sources of materials

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

Edition **DETAIL**



Verantwortungshorizont
 jedes einzelnen
 Du und ich

Abb: Donella & Dennis Meadows „Die Grenzen des Wachstums“, 1972 (!) - „Aussichten der Menschheit“

VIELEN DANK FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT!

Prof. Petra Riegler-Floors

Prof. Petra Riegler-Floors
Dipl.-Ing. Architektin