

STRATEGIEN NACHHALTIGEN BAUENS

WinterSchool von RENN.west – 17. März 2023

PETRA RIEGLER-FLOORS

PROF. DIPL.-ING. ARCHITEKTIN

LEHRGEBIET ZIRKULÄRES BAUEN – KONSTRUKTION - MATERIAL

Trier University
of Applied Sciences

H O C H
S C H U L E
T R I E R

NACHHALTIG BAUEN: WARUM?

Prof. Dipl.-Ing. Petra Rieger-Floors Architektin
Hochschule Trier



Abb: www.landkartenindex.de

earth overshoot day

Die Menschheit nutzt die Natur 1,75 mal schneller, als Ökosysteme sich regenerieren können.

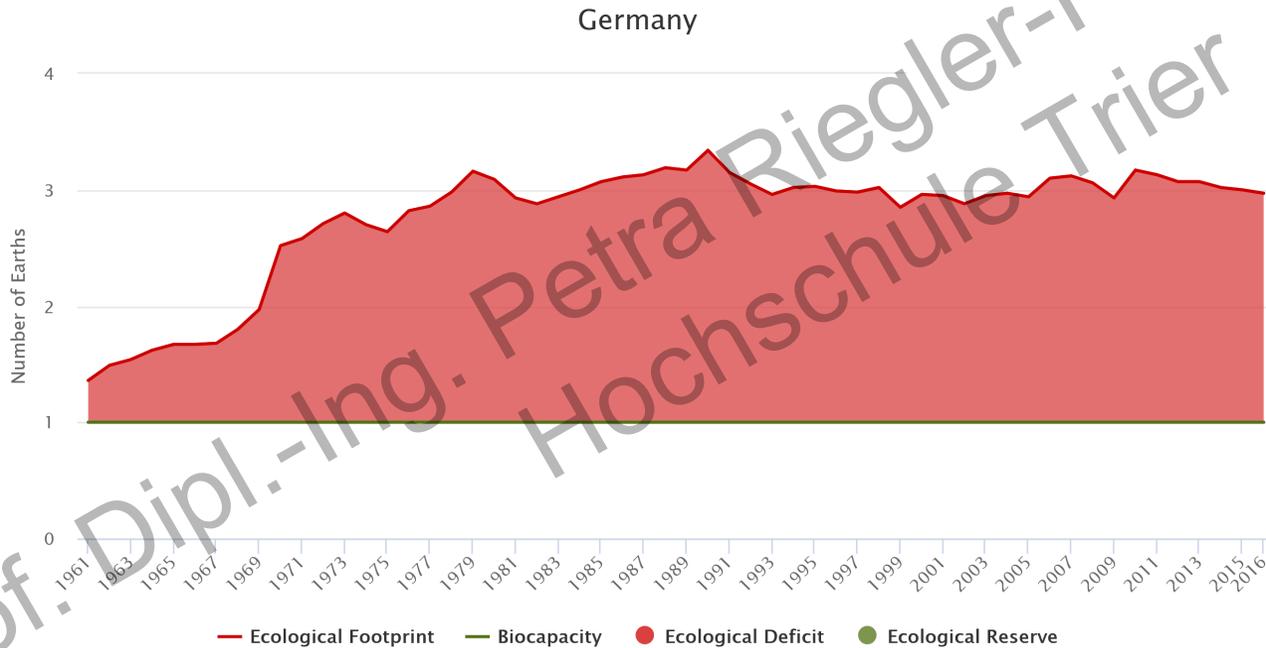
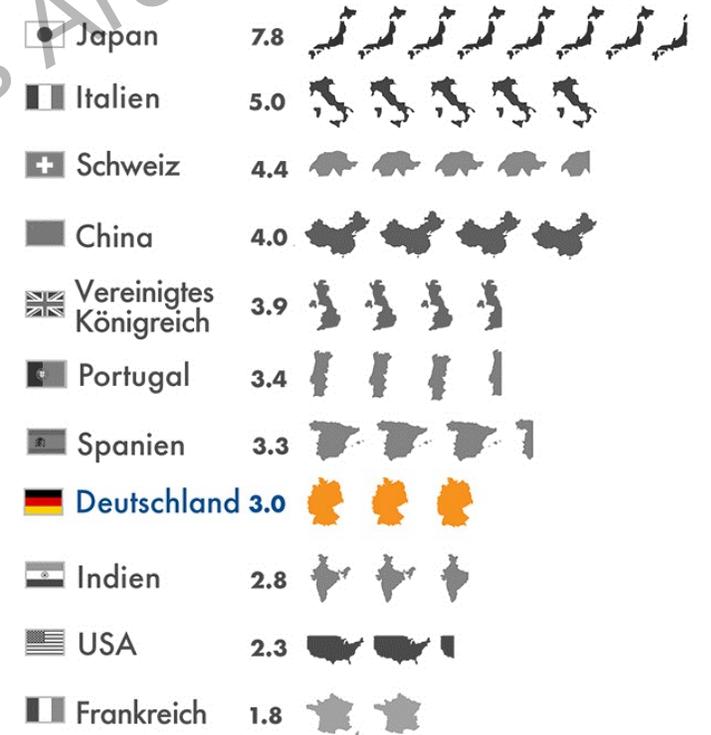


Abb: www. <http://data.footprintnetwork.org/>

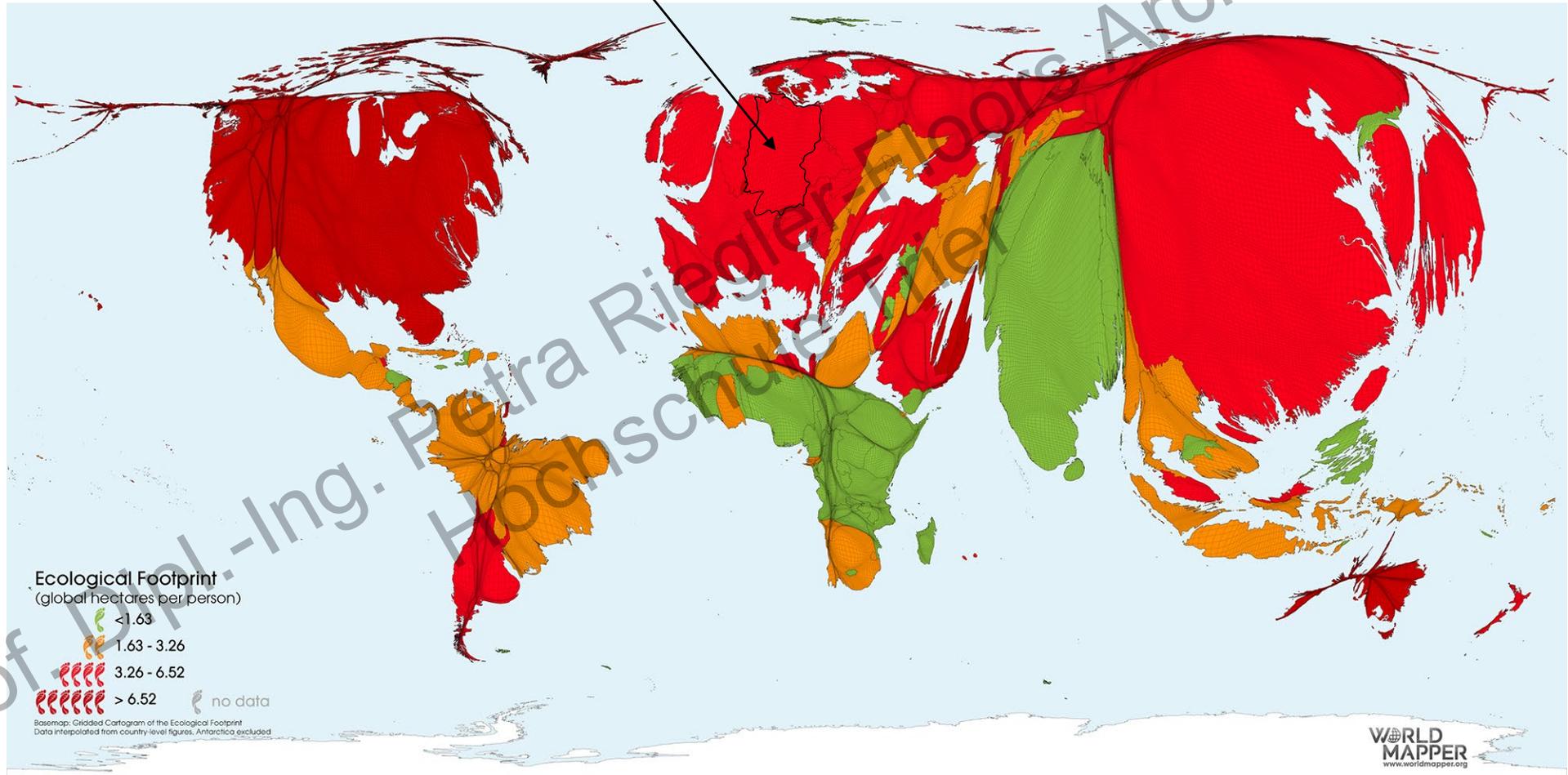
Wie viele "Japans" braucht Japan, um den Konsum seiner Bewohner zu decken?



Quelle: National Footprint and Biocapacity Accounts 2021

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

Ökologischer Fußabdruck - global



ÖKOLOGISCHER FUßABDRUCK – gemessen in Hektar/Person (= Landmenge, der notwendig ist, um den menschlichen Verbrauch einer Person zu regenerieren)

Abb: www.worldmapper.org/maps/grid-ecologicalfootprint-2019/?_sft_product_cat=environment

CO²-Emissionen - global

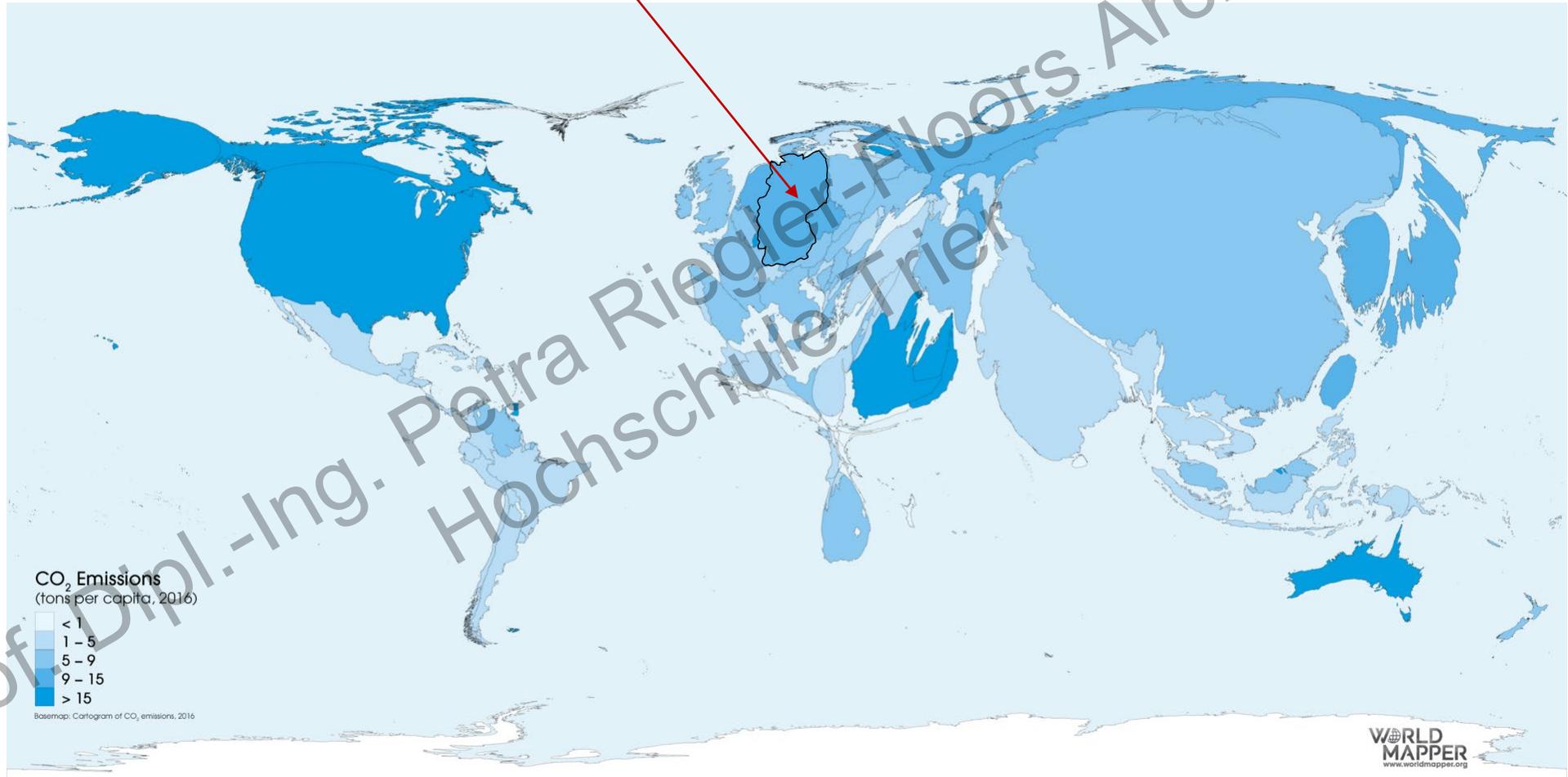




Bild: www.urban-mining.at

ca. 50%

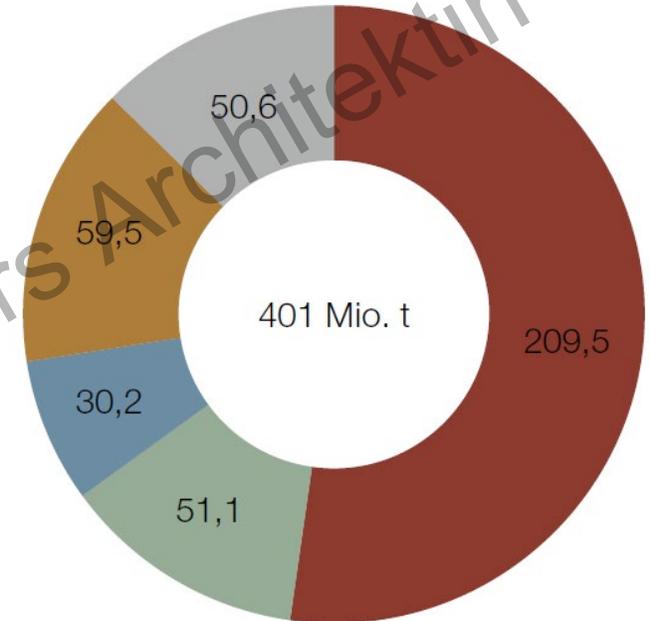
aller unserer geförderten Werkstoffe und unseres Energieverbrauchs, sowie etwa ein Drittel unseres Wasserverbrauchs entfallen auf den Bau und die Nutzung von Gebäuden in der EU.

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

53,5%

des Abfallaufkommens in Deutschland sind dem Bausektor zuzuordnen.

Quelle: Statistisches Bundesamt Destatis/Umwelt/Abfallwirtschaft, Abfallbilanz 2019



- 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, 2818

38%

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

Quelle: International Energy Agency IEA 2020

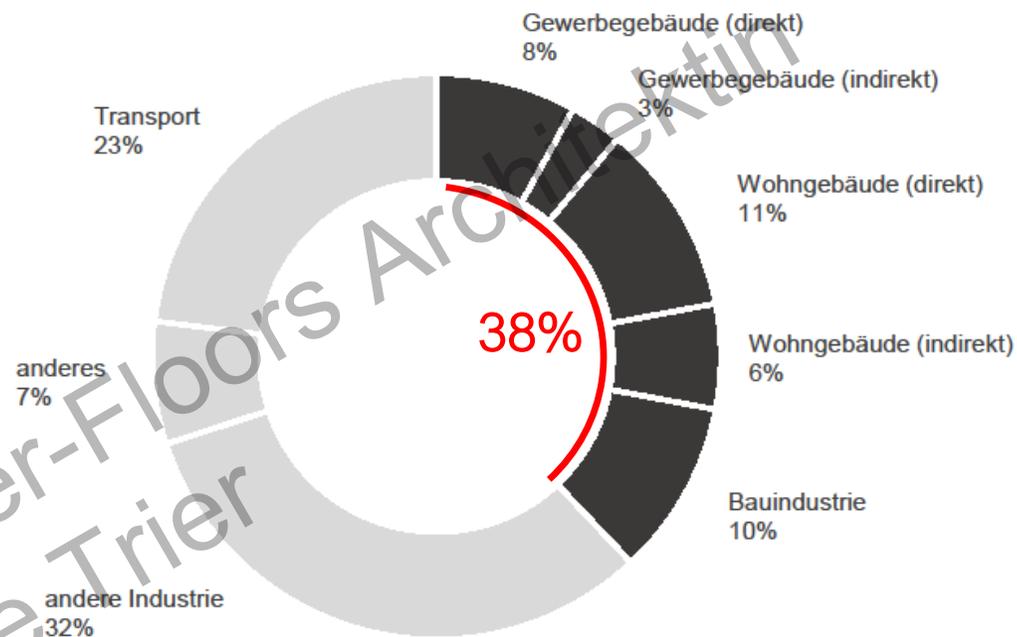


Bild: eigene Darstellung nach IEA 2020

KREIS AHRWEILER – 07.2021



Loire - 06.2022



Top 10 Risks

“Please estimate the likely impact (severity) of the following risks over a 2-year and 10-year period”

2 years



10 years



Risk categories

■ Economic ■ Environmental ■ Geopolitical ■ Societal ■ Technological

Source: World Economic Forum, Global Risks Perception Survey 2022-2023

<https://www.weforum.org/agenda/2023/01/global-risks-report-2023-press-conference/>

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. Dipl.-Ing. Petra Piegler-Floors Architektin
Hochschule Trier

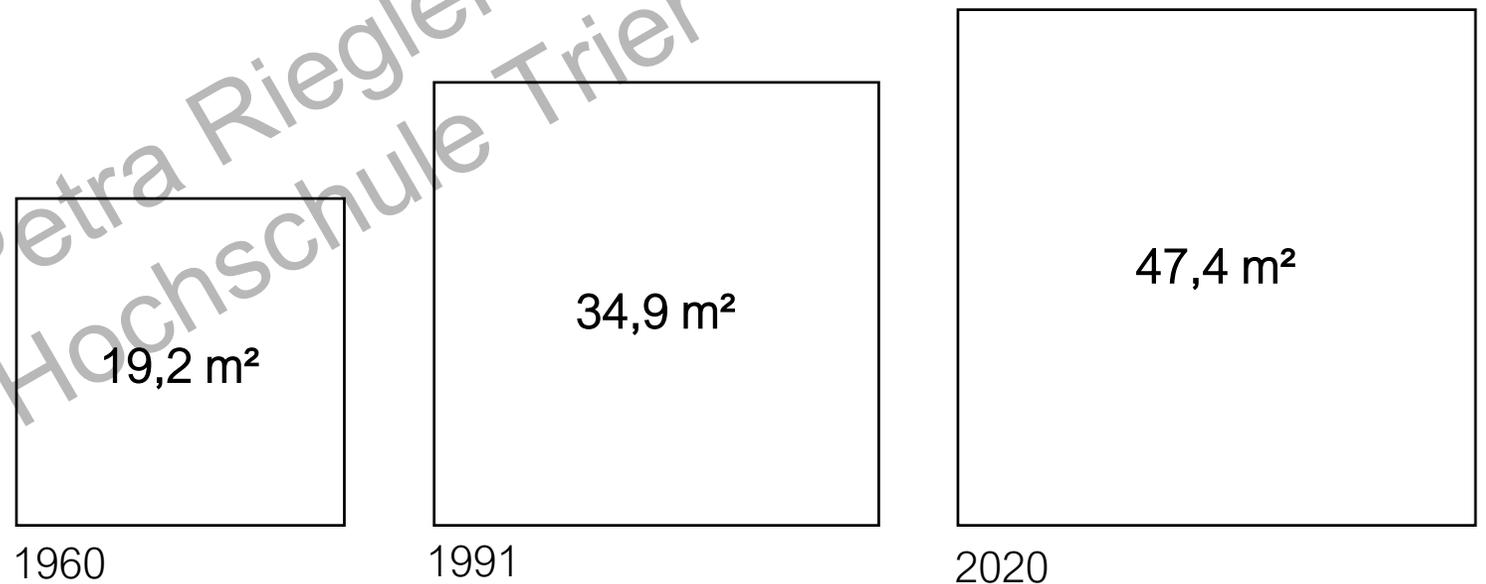
1. NICHT BAUEN

Prof. Dipl.-Ing. Petra Kögler-Floors Architektin
Hochschule Trier

NICHT BAUEN

ENTWURF

DURCHSCHNITTLLICHE 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/>

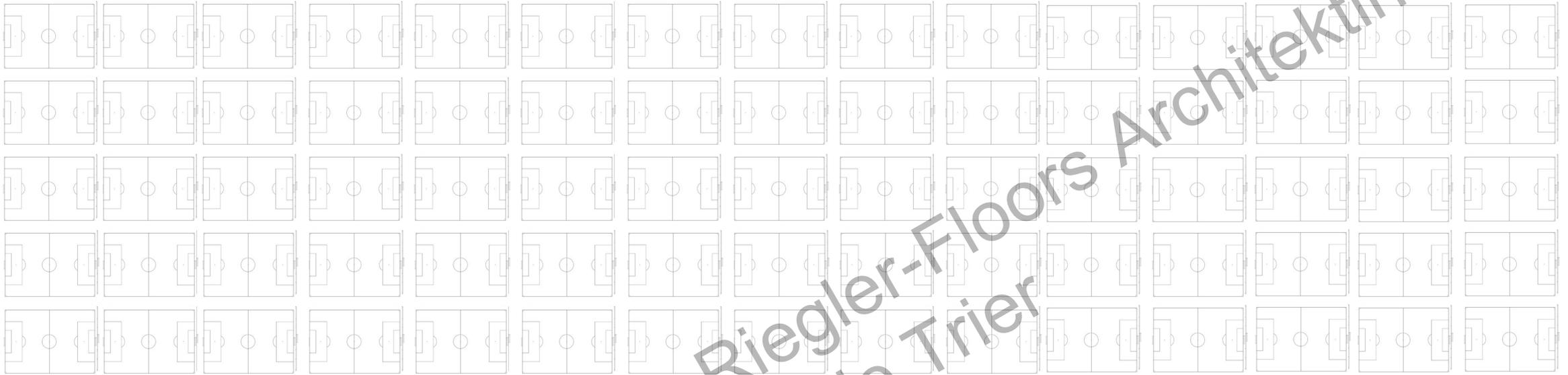


Bild: www.jogis-bruder.de

75 Fußballfelder

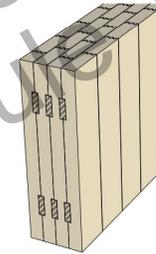
In Deutschland wurden im Jahr 2020 pro Tag im Schnitt 54 Hektar Land für neue Siedlungs- und Verkehrsflächen in Anspruch genommen (sogenannter „Flächenverbrauch“) und u. a. mit Wohnhäusern bebaut. Damit ist Deutschland noch weit von seinen selbst gesteckten Zielen in der Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie entfernt, den Flächenverbrauch bis zum Jahr 2030 auf unter 30 ha pro Tag und bis zum Jahr 2050 auf „Netto Null“ zu senken.

NICHT BAUEN KONSTRUKTION

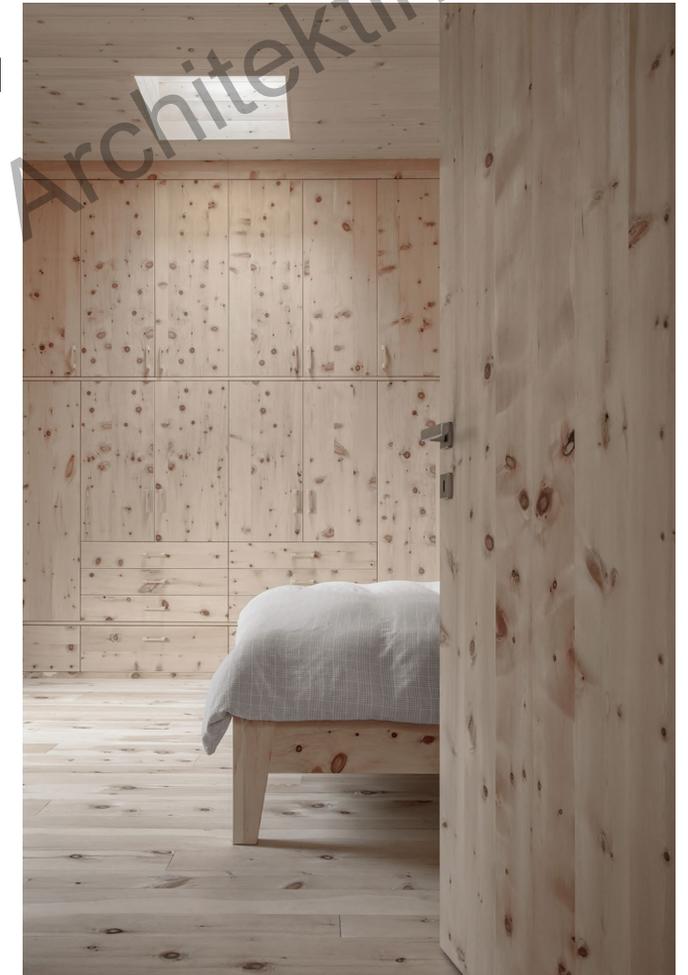
MASSIVHOLZBAU IN SICHTQUALITÄT WEGFALL VON INNENBEKLEIDUNGEN



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/ciassa>

2. URBAN MINING

NUTZUNG UNSERER ANTHROPOGENEN LAGERSTÄTTEN

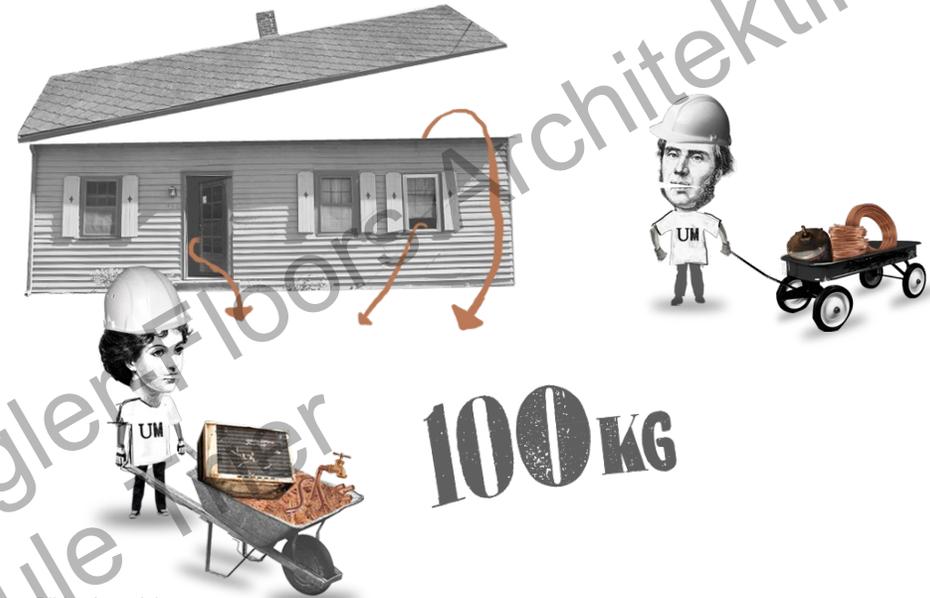


Bild: urbanmining.at

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

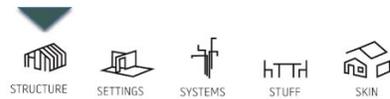
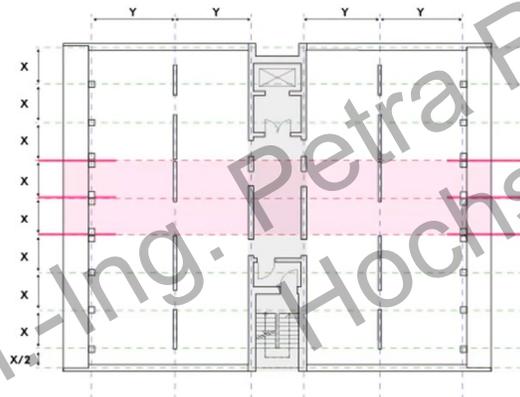
LACATON & VASSAL, DRUOT, HUTIN: transformation de 530 logements, bâtiments g, h, i, quartier du grand parc, bordeaux, 2016 - PRITZKER-PREISTRÄGER 2021

URBAN MINING

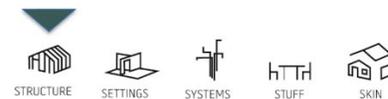
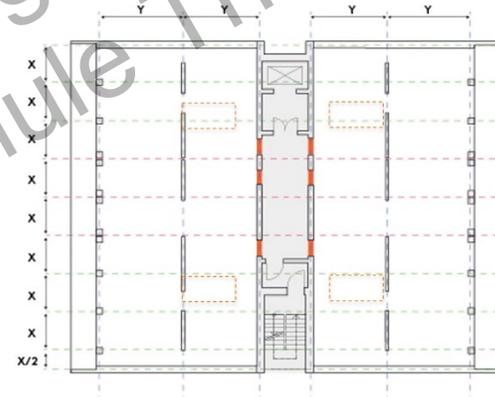
ENTWURF: EINPLANUNG DER TRANSFORMATION - NUTZUNGSFLEXIBILITÄT



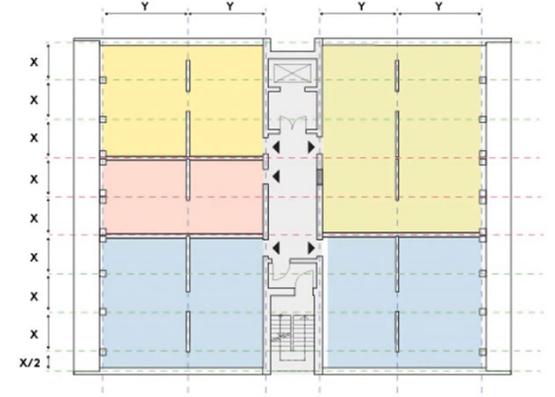
Schall-entkoppelte Fugen



„Soll-Bruchstellen“



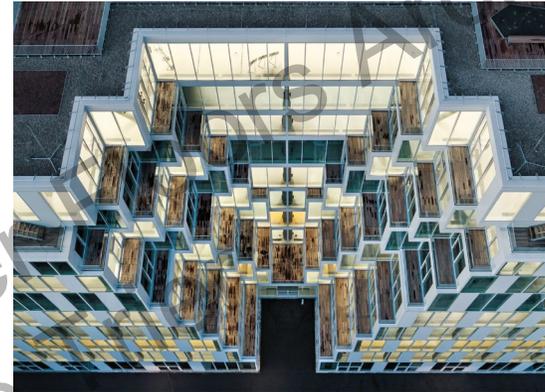
Grundrissvariabilität



PARTNER UND PARTNER ARCHITEKTEN, WOODSCRAPER WOLFSBURG

URBAN MINING

ENTWURF: WEITERNUTZUNG / TRANSFORMATION BESTEHENDER GEBÄUDE



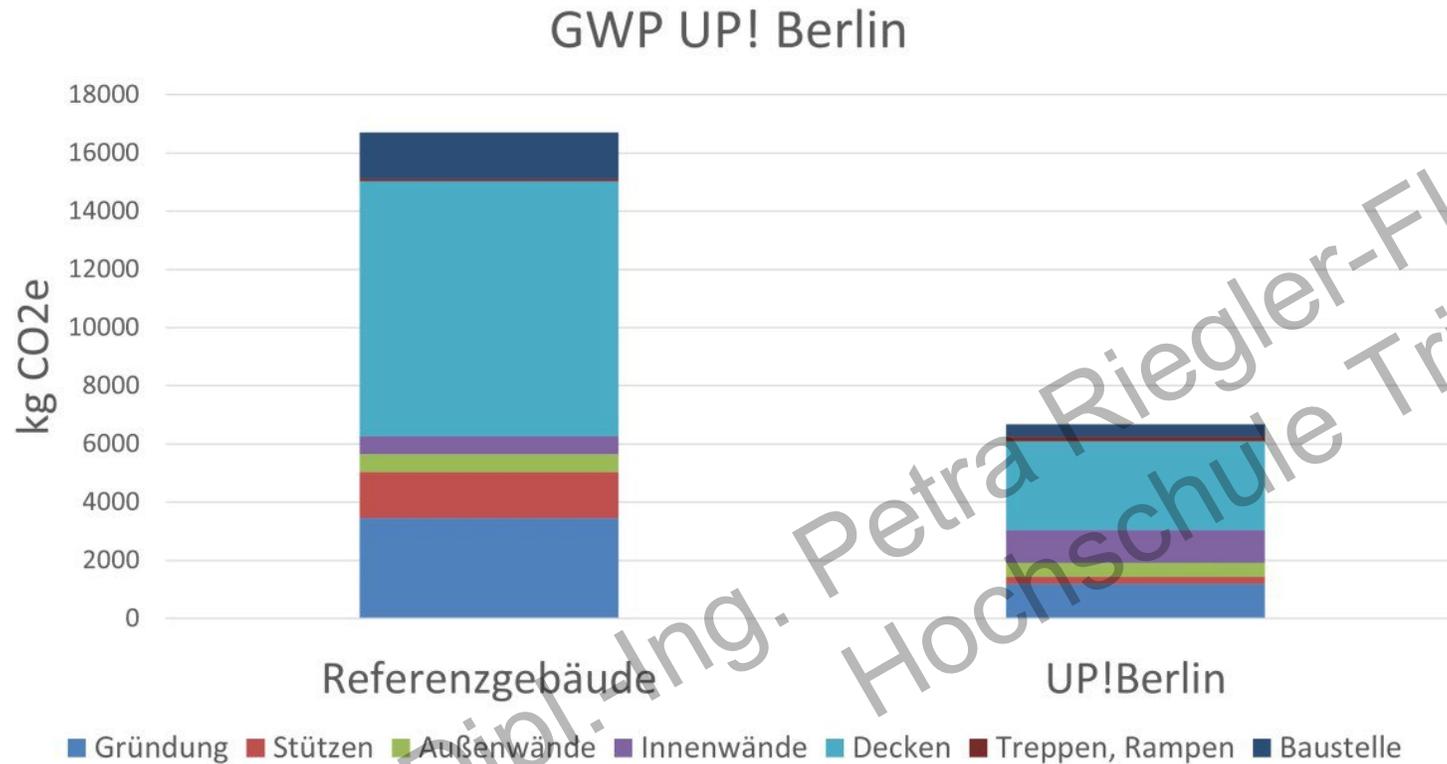
Die frühere Kaufhausnutzung erforderte viel Fläche und verzichtete auf Tageslicht. Für die jetzigen Büros sind Ausblicke und natürliches Licht wichtig.

„In der Summe wurde durch die Nutzung der Bestandstruktur und ihren behutsamen Umbau jedoch ein **CO2-ÄQUIVALENT VON FAST 8000 T** gegenüber einem vergleichbaren Neubau eingespart.“

JASPER ARCHITECTS + GEWERS PUDEWILL, BOLLINGER GROHMANN:
CENTRUM KAUFHAUS/BÜROHAUS UP! BERLIN, 2021

DETAIL 10/2021

ANTEILE DER GRAUEN ENERGIE VON BAUTEILEN

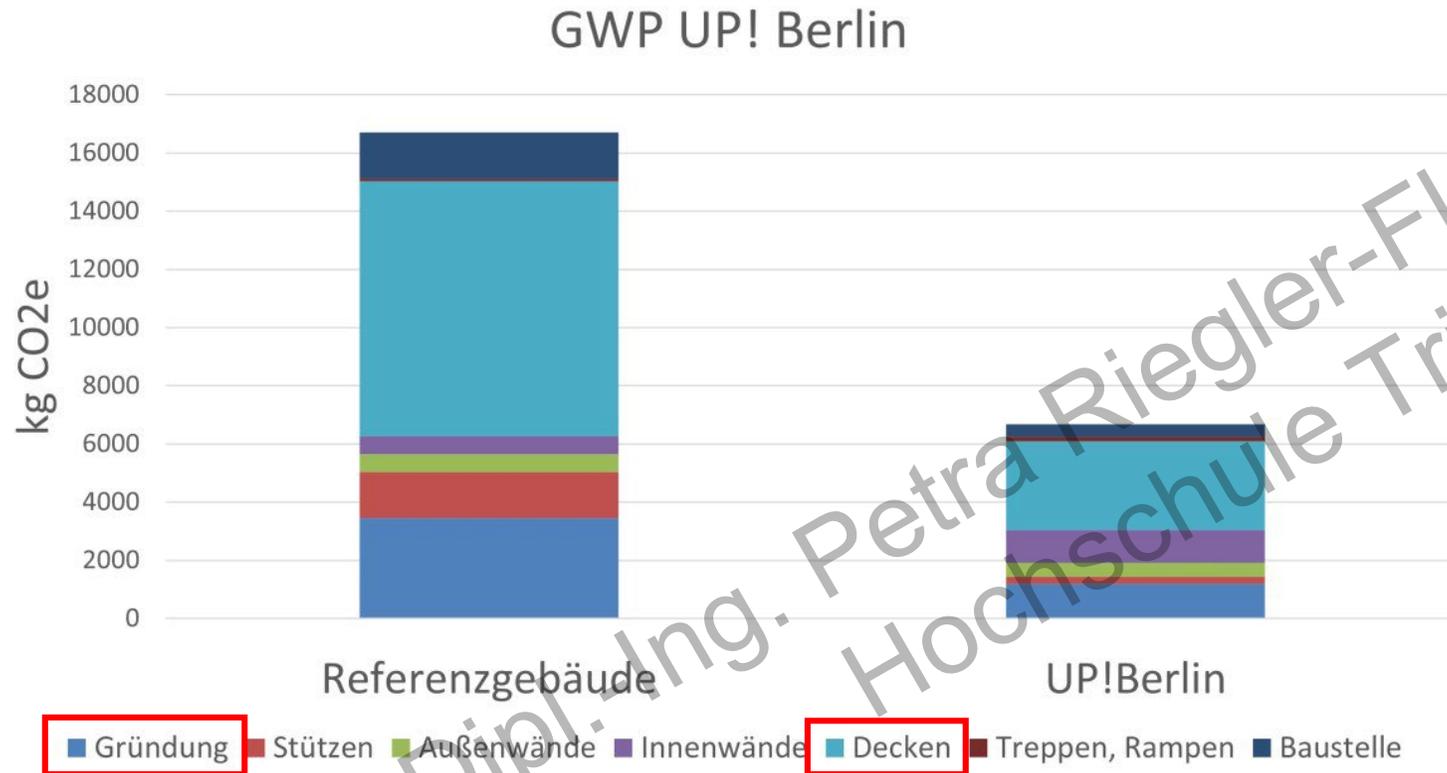


„In der Summe wurde durch die Nutzung der Bestandstruktur und ihren behutsamen Umbau jedoch ein **CO2-ÄQUIVALENT VON FAST 8000 T** gegenüber einem vergleichbaren Neubau eingespart.“

Prof. Dr. C. Gengnagel, (Bollinger + Grohmann): UP!Berlin: Transformation einer Großstruktur aus Stahlbeton.

Beton- und Stahlbetonbau 117, H. 8, S. 625–633. <https://doi.org/10.1002/best.202200059>

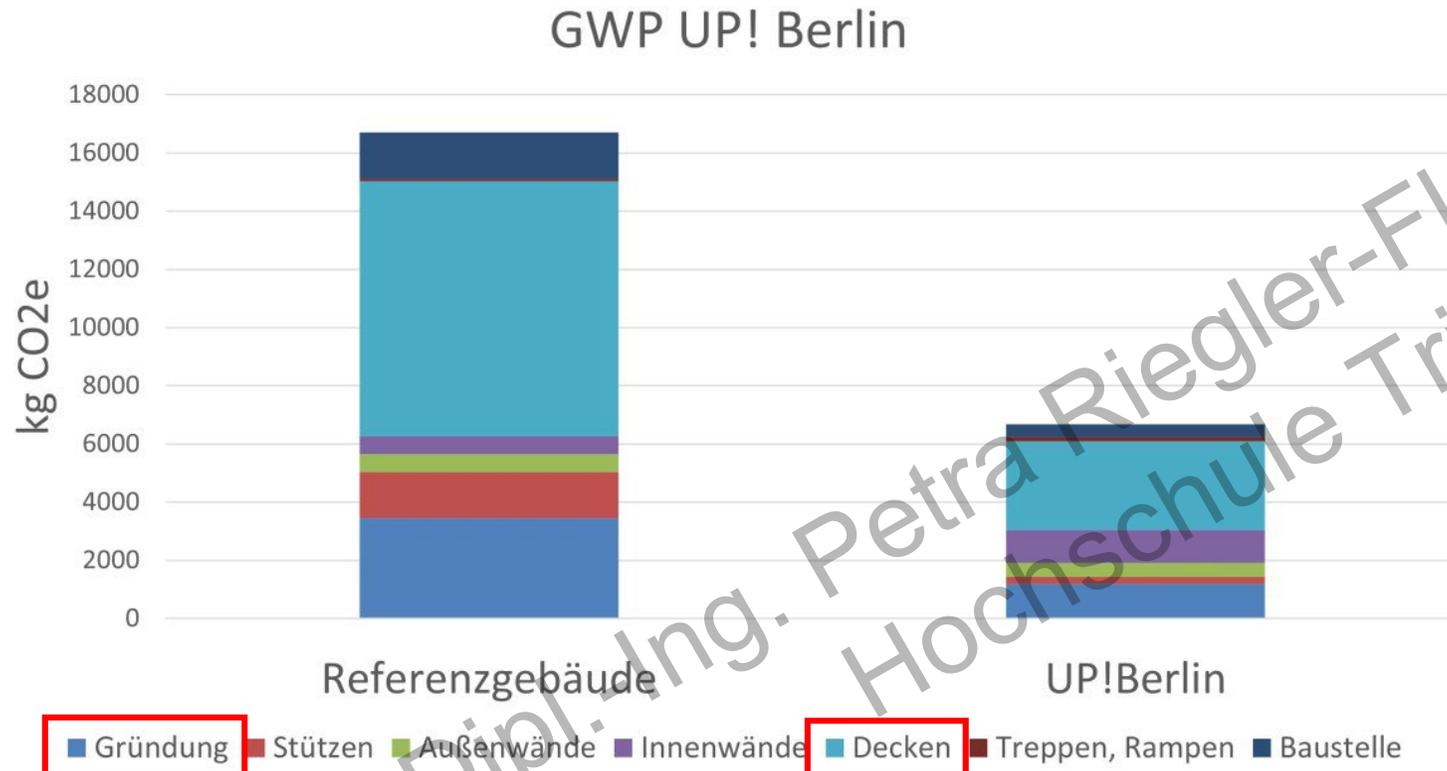
ANTEILE DER GRAUEN ENERGIE VON BAUTEILEN



Prof. Dr. C. Gengnagel, (Bollinger + Grohmann): UP!Berlin: Transformation einer Großstruktur aus Stahlbeton.

Beton- und Stahlbetonbau 117, H. 8, S. 625–633. <https://doi.org/10.1002/best.202200059>

ANTEILE DER GRAUEN ENERGIE VON BAUTEILEN



>> BESTAND: ERHALT DES TRAGWERKS

>> NEUBAU: TIEFBAU VERMEIDEN (-> MOBILITÄTSKONZEPT), FLACHDECKEN ALS CO²-SENKE (HOLZ) ODER FALLS BETON NOTWENDIG ALS UMPANUNGEN GEGENÜBER STATISCH RESILIENTE RIPPENDECKE (KEINE FLACHDECKEN)

Prof. Dr. C. Gengnagel, (Bollinger + Grohmann): UP!Berlin: Transformation einer Großstruktur aus Stahlbeton.

Beton- und Stahlbetonbau 117, H. 8, S. 625-633. <https://doi.org/10.1002/best.202200059>

URBAN MINING

KONSTRUKTIVER ENTWURF: WIEDERVERWENDUNG VON BAUTEILEN – RE-USE



BAUBÜRO IN SITU

K.118 – KOPFBAU HALLE 118

WINTERTHUR

2021



<https://www.insitu.ch/projekte/196-k118-kopfbau-halle-118>

logistische + rechtliche Herausforderungen

Umkehrung des Entwurfsprozesses

Geometrie – Diskrepanzen

„Story-Telling“ - „Narrativ des Vergangenen“

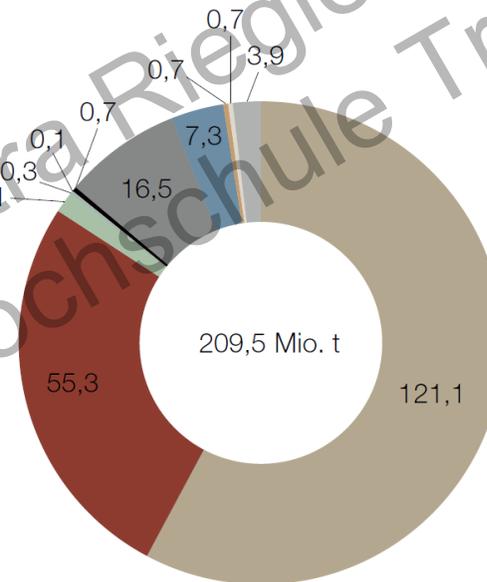
URBAN MINING

KONSTRUKTION: VERWENDUNG VON SEKUNDÄRROHSTOFFEN



Foto: stonecycling.com

BAU- UND ABBRUCHABFÄLLE IN DEUTSCHLAND 2014 IN MIO T



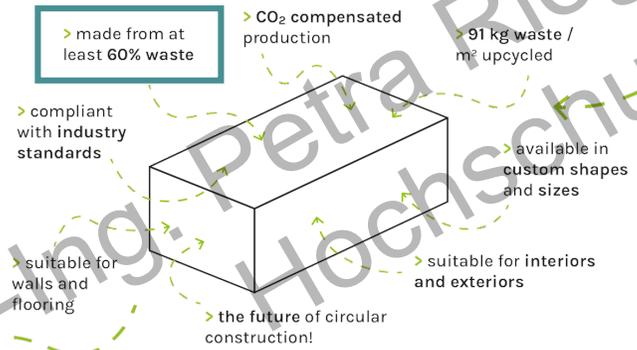
- Boden, Steine und Baggergut
- Beton, Ziegel, Fliesen und Keramik
- Holz¹⁾
- Glas¹⁾
- Kunststoff¹⁾
- Glas, Kunststoff und Holz, als gefährliche Abfälle¹⁾
- Bitumengemische, Kohlenteer und teerhaltige Produkte
- Metalle, einschließlich Legierungen und Kabel¹⁾
- Dämmmaterial und asbesthaltige Baustoffe¹⁾
- Baustoffe auf Gipsbasis¹⁾
- sonstige, einschließlich gemischte Bau- und Abbruchabfälle¹⁾

¹⁾ ohne Verbringung ins Ausland, da nicht statistisch erfasst

URBAN MINING

VERWENDUNG VON SEKUNDÄRROHSTOFFEN

BACKSTEIN AUS ca. 60% SEKUNDÄRROHSTOFFEN:

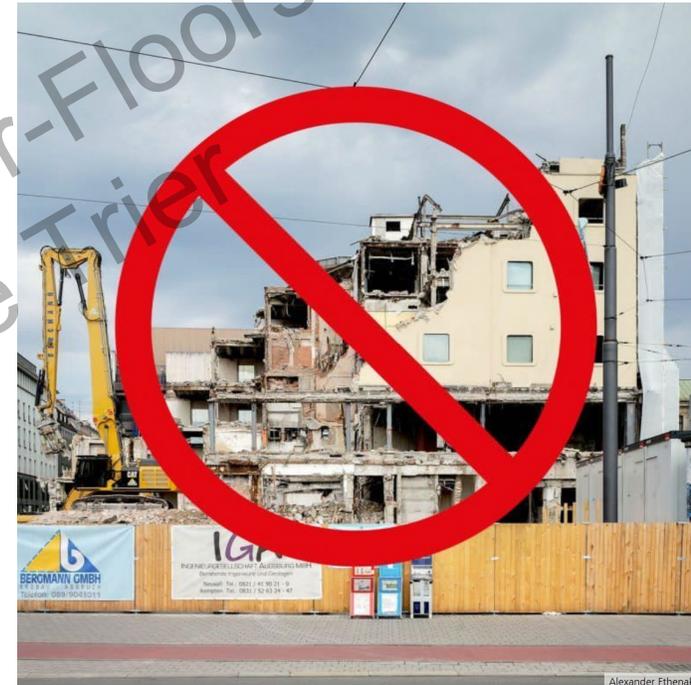


MUSTER (UM)BAUORDNUNG

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

ABRISS-MORATORIUM

OFFENER BRIEF AN DIE BUNDESBAUMINISTERIN
KLARA GEYWITZ am 19. September 2022



BUNDES
ARCHITEKTEN
KAMMER

ASKANISCHER PLATZ 4
10963 BERLIN
POSTFACH 61 03 28
10925 BERLIN
T 030.263944-0
F 030.263944-90
INFO@BAK.DE
WWW.BAK.DE

3. KREISLAUFFÄHIG BAUEN

3.1 RECYCLINGPOTENZIALE VON BAUSTOFFEN

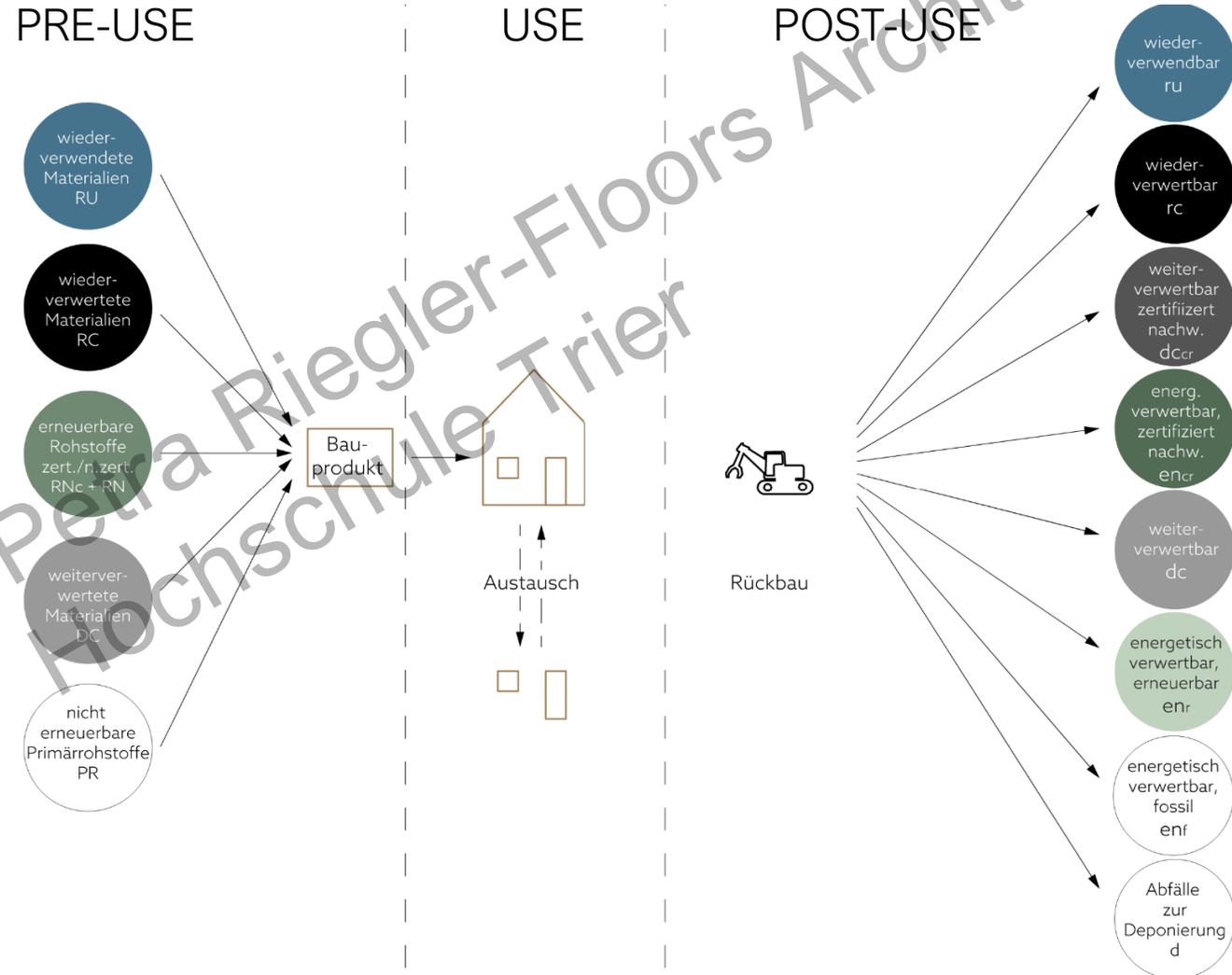
EINSATZ-PHASEN VON BAUSTOFFEN

USE



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

EINSATZ-PHASEN VON BAUSTOFFEN



URBAN MINING INDEX
Prof. Dr. Anja Rosen

BAUEN IN KREISLÄUFEN

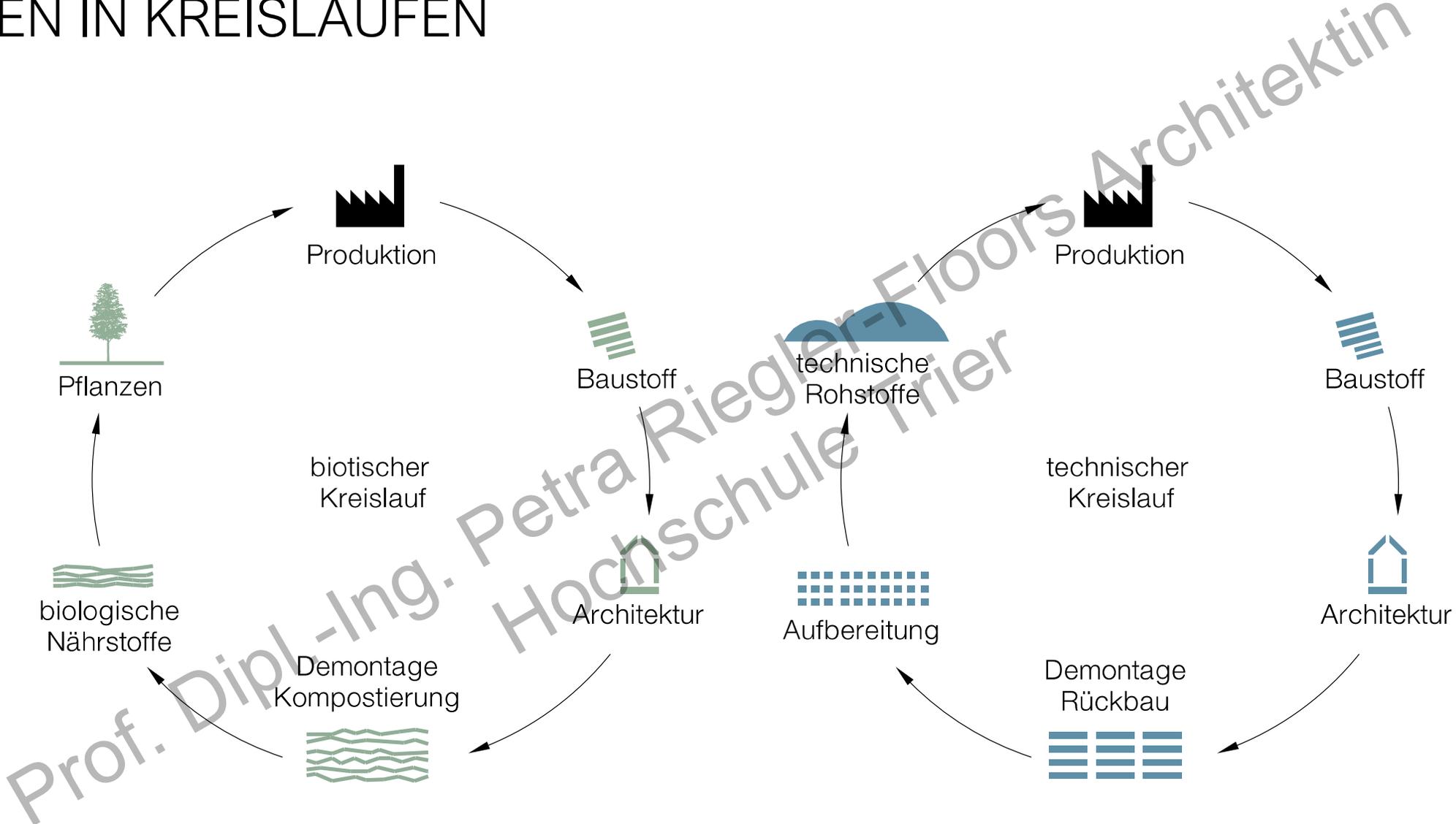
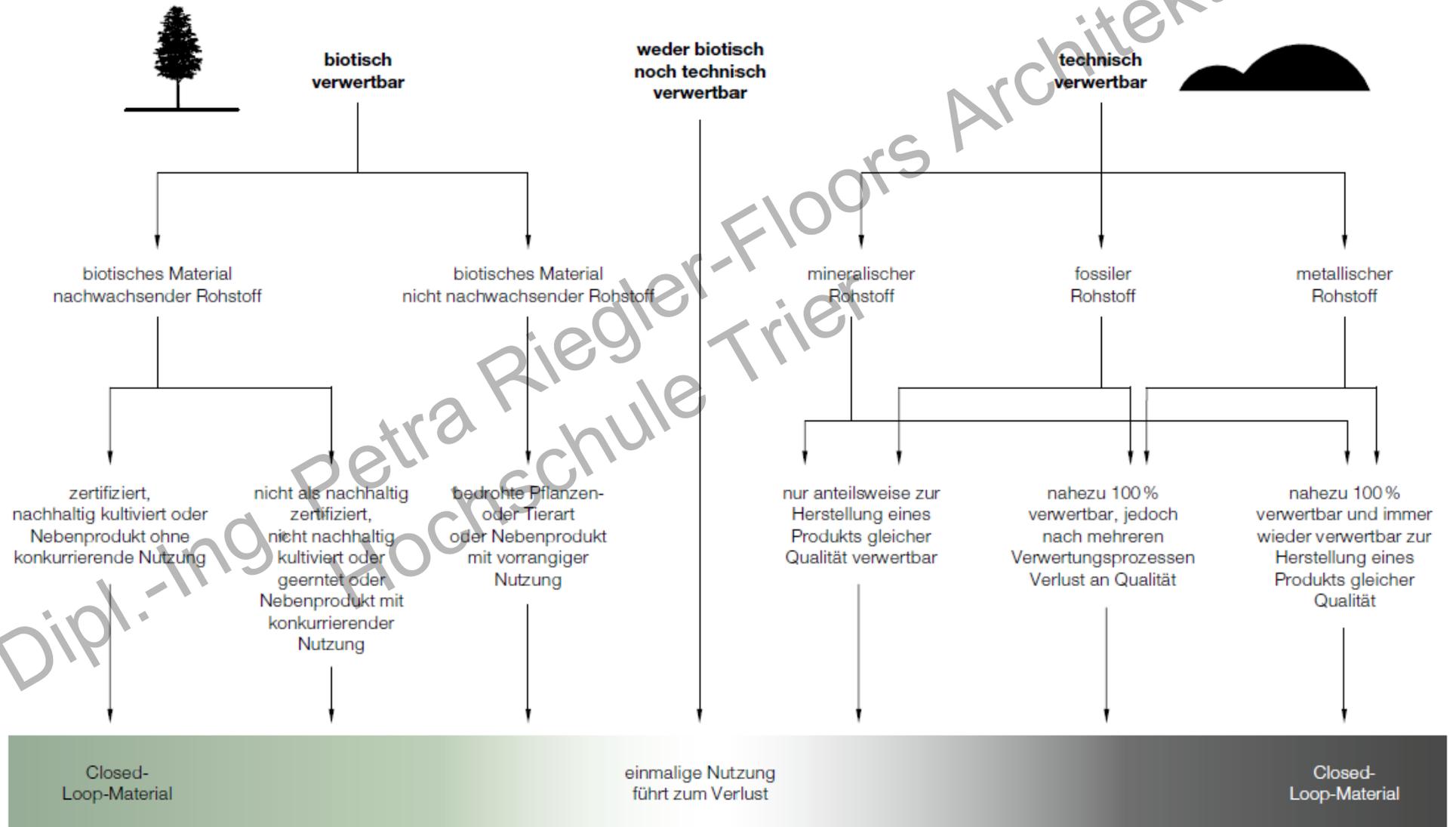


Abb.: Atlas Recycling, Hillebrandt, Riegler-Floors, Rosen, Seggewies, Edition DETAIL, München, 2018

GESCHLOSSENE KREISLÄUFE





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

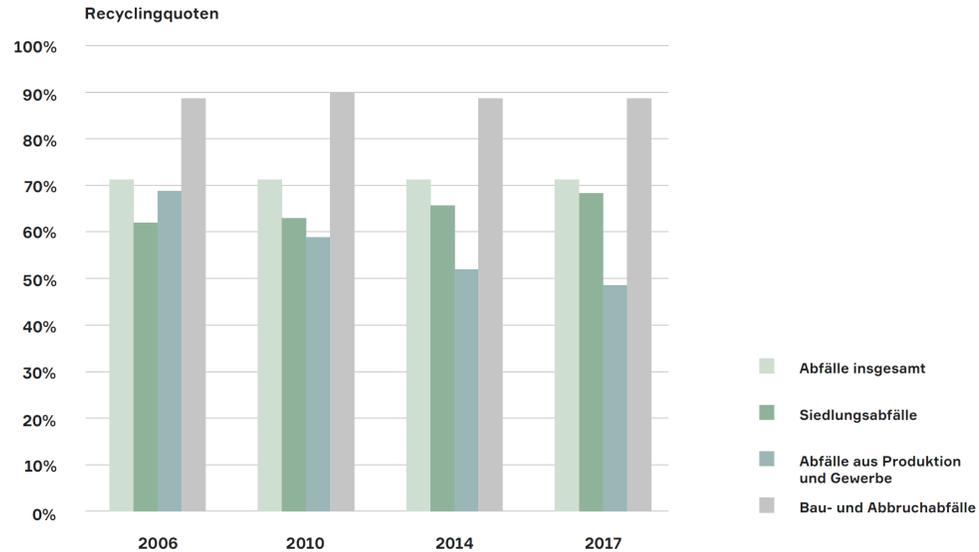
Abb: www.kultur-natur-marokko.com/essaouira_strand_galerie

40 - 50.000.000.000 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>

RECYCLINGQUOTE CA. 90%: INCL. DOWNCYCLING !



© Statistisches Bundesamt (Destatis), 2019, Abfallbilanz (Abfallaufkommen/-verbleib, Abfallintensität, Abfallaufkommen nach Wirtschaftszweigen) 2017, Erschienen am 09.07.2019, Artikelnummer: 5321001177004

**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

- Typ 1: Betonsplitt, Betonbrechsand
- Typ 2: BauwerkSplitt/Bauwerksbrechsand
- Typ 3: MauerwerkSplitt/Mauerwerksbrechsand
- Typ 4: Mischsplitt/Mischbrechsand



Quelle: Abfallwirtschaftsverband

HÖCHSTANTEILE AN RECYCLING-GESTEINSKÖRNUNG IN NEUEM BETON

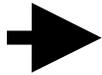
Anwendung		Anteil rezyklierter Gesteinskörnung an der gesamten Gesteinskörnung	
Expositionsklasse	Feuchtigkeitsklasse	Typ 1 Vol.-%	Typ 2 Vol.-%
XC1 XC0 bis XC4	W0 (trocken) WF (feucht)	< 45	< 35
XF1 und XF3	WF (feucht)	< 35	< 25
Beton mit hohem Wassereindringungswiderstand	WF (feucht)	< 35	< 25
XA1	WF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

* Deutscher Ausschuss für Stahlbeton

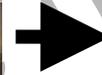
SINNVOLLES KONZEPT?



200.000 bis > 1.000.000 Jahre
ENTSTEHUNG



◉ 50 JAHRE
NUTZUNG



BIS?
DEPONIERUNG?

CO²- EMISSIONEN ZEMENTPRODUKTION

2021:

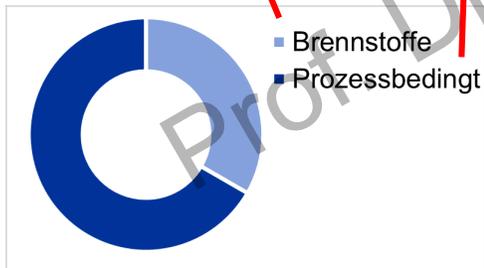
ZEMENT-HERSTELLUNG WELTWEIT:

4. 400 000 000 t ZEMENT = 2. 800 000 000 t CO²

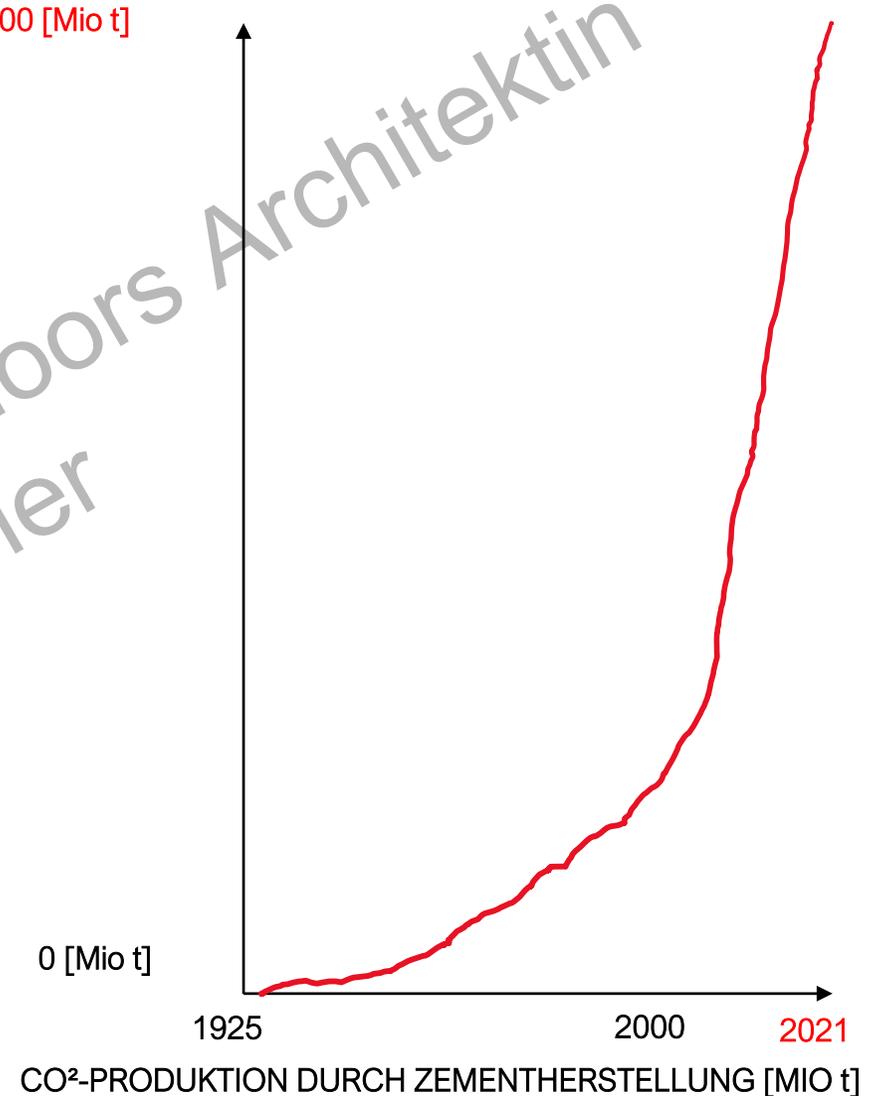
= CA. 8% DER WELTWEITEN TREIBHAUSGAS-EMISSIONEN

(MEHR ALS FLUGVERKEHR UND RECHENZENTREN ZUSAMMEN
AUSSTOSSEN)

<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/153695/umfrage/produktion-von-zement-nach-laendern/>



2. 800 [Mio t]



Eigene Darstellung nach: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Weltweite-co2-produktion-durch-zementherstellung.png>

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

1:1 Recycling
des Lehmziegels zum
Ausgangsmaterial möglich

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

zur Zeit kann ohne
Qualitätsverlust
zur Herstellung neuer
Klinker nur 10%
und neuer
Mauersteine nur 40 % bis
max. 60%
Sekundärrohstoff zugesetzt
werden

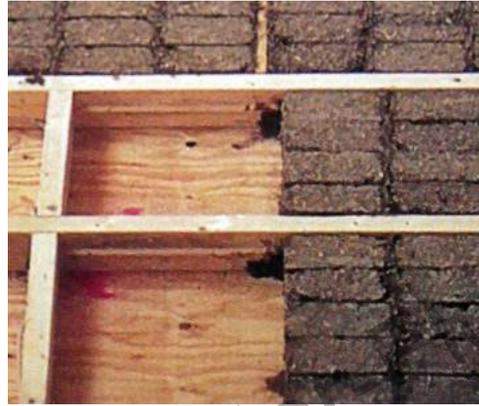
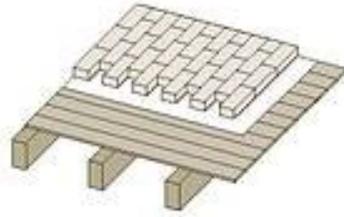


LEHMSTEINE

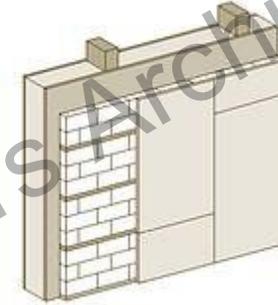
Verbesserung des **Raumklimas** durch Materialeigenschaft der guten Speicherung von Luftfeuchtigkeit

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

DECKENANWENDUNG



WANDANWENDUNG



claytec | hegger u.a: baustoffatlas

LEHMBAUPLATTEN + LEHMFEINPUTZ

Alternative zu Gipskarton



Auf Holzunterkonstruktion montiert ist auch eine Wandheizung möglich.

klasse	Nach 6 Stunden: $\geq 40 \text{ g/m}^2$ Nach 12 Stunden: $\geq 60 \text{ g/m}^2$	
Baustoffklasse	A1 (nicht brennbar)	DIN EN 13501-1:2010-01
Feuerwiderstand (beidseitig beplankt)	E145 (=F30): Trennwand mit Holzständer 60 x 60 mm, Jutedämmung 60 mm, Lemix® 22 mm	DIN EN 1364-1:2015-09
	E190 (=F90): Trennwand mit Holzständer 60 x 80 mm, Jutedämmung 80 mm, Lemix® 22 mm	
	E120 (=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 E120

BRANDWAND AUS LEHM: FEUERWIDERSTAND



ACMS Architekten Wuppertal: Ausstellungsgebäude im LWL-Freilichtmuseum Detmold



„...Im ersten Brandversuch der 22 Zentimeter starken Wand blieben die Verformungen weit unter den zulässigen Grenzwerten. Bemerkenswert war das Temperaturdurchgangsverhalten durch den Wandquerschnitt, welches selbst nach 90 Minuten auf der brandabgewandten Seite 100 Grad Celsius weit unterschritt.“

KAPPENDECKE AUS LEHM

Forschungsprojekt

KAPPENDECKE 2.0 | die Idee



Historische Kappendecke



Kappendecke 2.0 | Lehm statt Ziegel



Prof. Martin Stumpf / HfT Stuttgart



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.

TREIBHAUSGAS- SPEICHERUNG



1 m³ Holz bindet 1 t = 1.000 kg CO₂-Äquiv.

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

KLIMA - KRISE



STAND: 01. Februar 2023, 12:00h

STAND: 22. Juli 2029, 13:30h

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

ipcc REPORTS SYNTHESIS REPORT WORKING GROUPS ACTIVITIES
NEWS CALENDAR FOLLOW SHARE

The Intergovernmental Panel on Climate Change

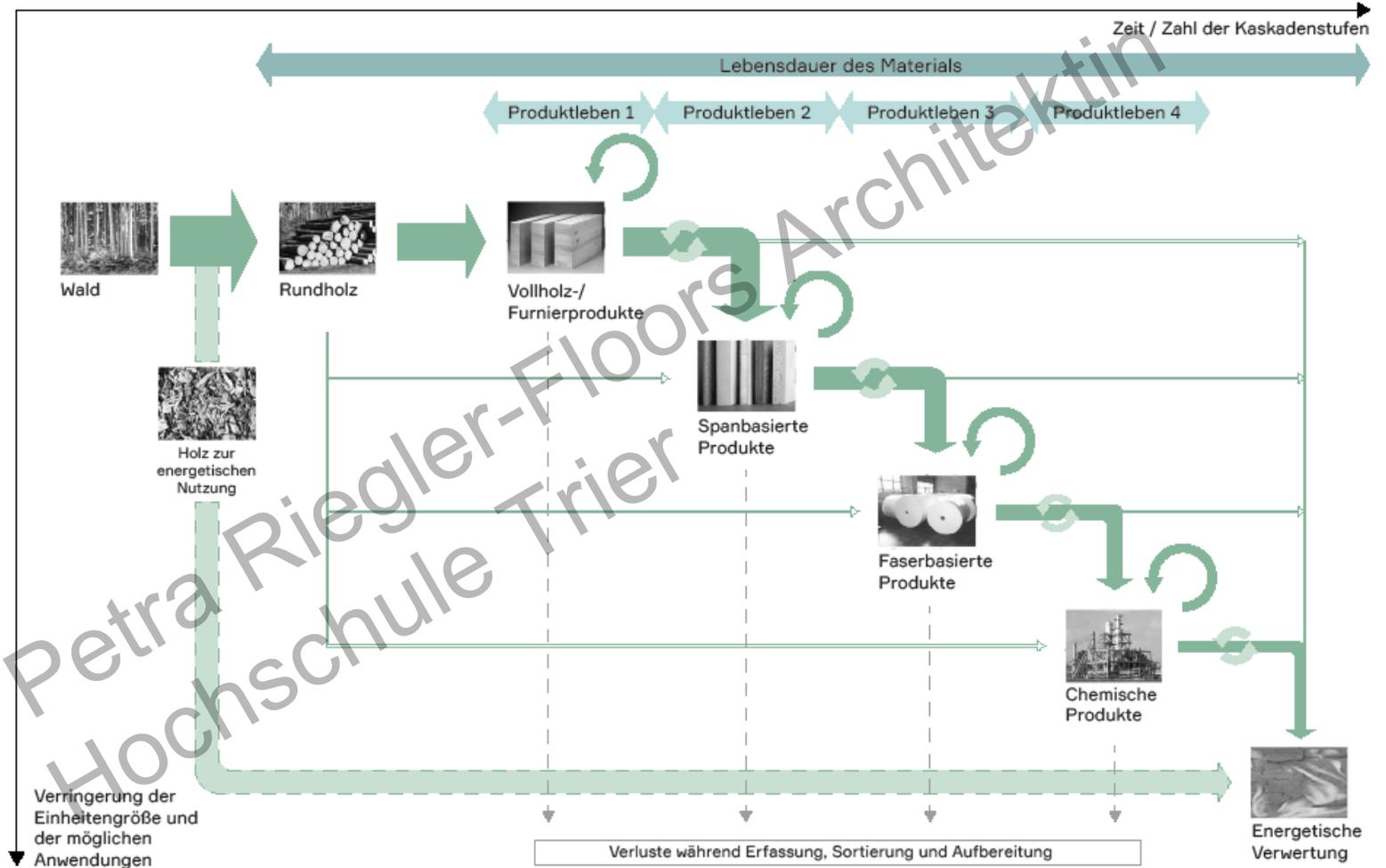
The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) is the United Nations body for assessing

LATEST

Climate change: a threat to human wellbeing and health of the planet. Taking action now can secure our future
— BERLIN, Feb 28 - Human-induced climate change is causing dangerous and widespread disruption in nature and affecting the lives of billions of people around the world, despite efforts to reduce the risks. People and ecosystems least able to cope are [Read more](#)

POST-USE: 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!

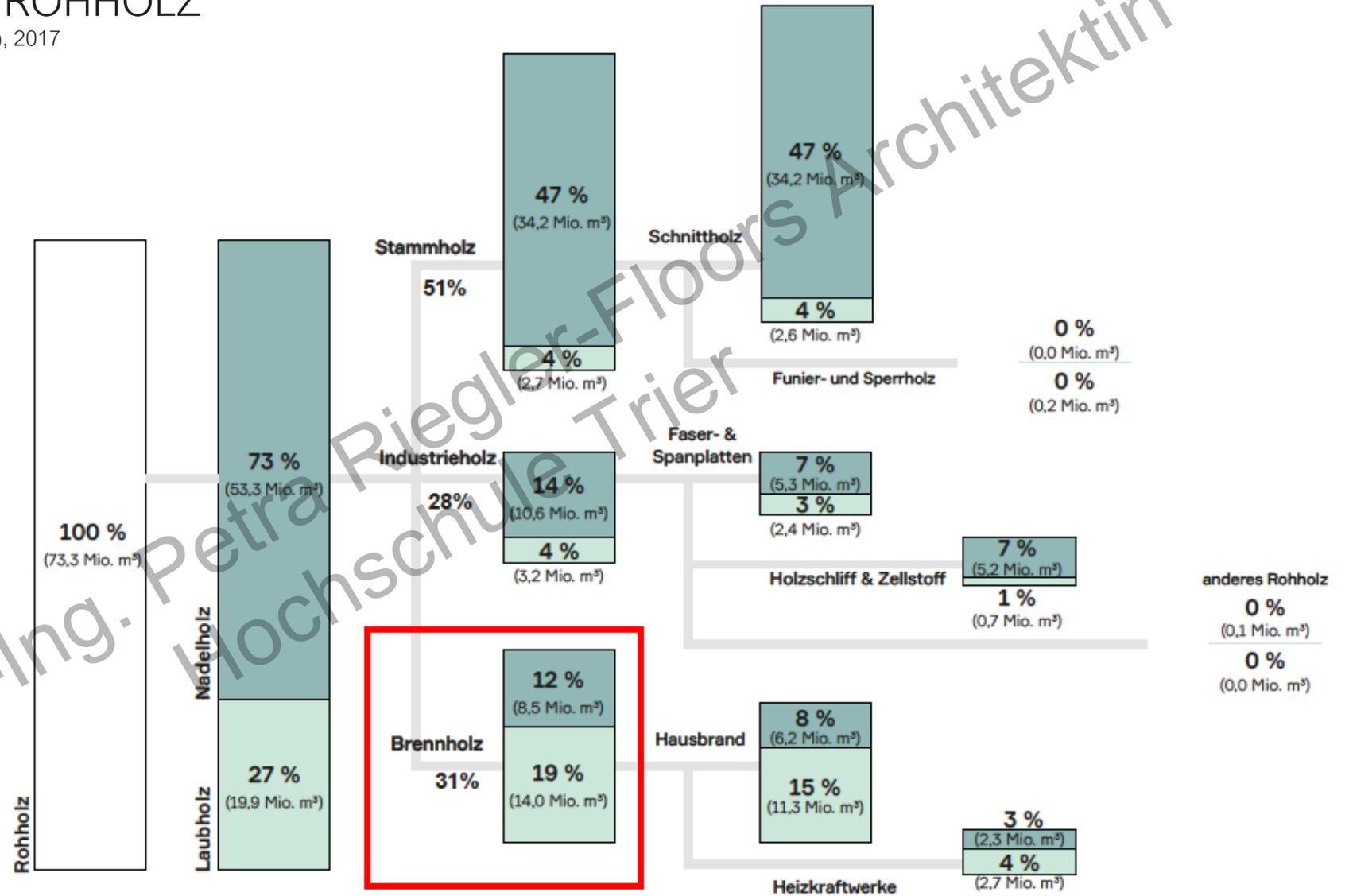


UMTRIEBSZEIT EINES BAUMES: ca. 80 JAHRE

GEBÄUDE-LEBENSZYKLUS: ca. 50 JAHRE

INLANDSVERWENDUNG ROHHOLZ

(1. Verarbeitungsstufe, Derbholz und Nichtderbholz), 2017



MATERIALVERSTÄNDNIS: HOLZBAU

NACHNUTZUNGSPOTENZIALE VON HOLZ – NUTZUNGSKASKADEN, ALTHOLZKATEGORIEN

Konzept der Kaskadennutzung am Beispiel eines Wandelementes

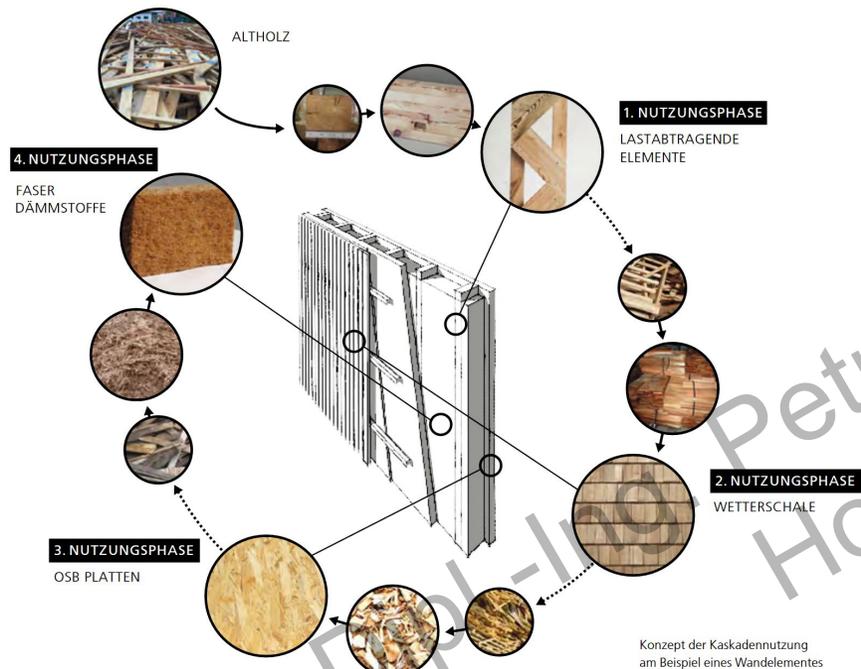


Abb.: Konzept der Kaskadennutzung am Beispiel eines Wandelementes
- ZRS Architekten / Prof. Andrea Klinge – RE4- Europäisches Forschungsvorhaben, 2016-2020

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 holzfeindlichen 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, 2018

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**

FEUER



Abbrandverhalten unterschiedlicher Baustoffe aus Holz

Material	eindimensionale Abbrandrate β_0 [mm/min]	nominelle Abbrandrate β_n [mm/min]
Nadelholz und Buche Brettschichtholz mit einer charakteristischen Rohdichte von $\geq 290 \text{ kg/m}^3$ Vollholz mit einer charakteristischen Rohdichte von $\geq 290 \text{ kg/m}^3$	0,65	0,7 0,8
Laubholz Vollholz oder Brettschichtholz mit einer charakteristischen Rohdichte von $\geq 290 \text{ kg/m}^3$ Vollholz oder Brettschichtholz mit einer charakteristischen Rohdichte von $\geq 450 \text{ kg/m}^3$	0,65 0,50	0,7 0,55
Furnierschichtholz mit einer charakteristischen Rohdichte von $\geq 480 \text{ kg/m}^3$	0,65	0,7
Platten Holzbekleidungen Sperrholz Holzwerkstoffplatten außer Sperrholz	0,9 ¹⁾ 1,0 ¹⁾ 0,9 ¹⁾	

¹⁾ Die Werte gelten für eine charakteristische Rohdichte von 450 kg/m^3 und eine Werkstoffdicke von 20 mm.

WASSER

KELLER AUS HOLZ

Timbatec, Thun, Schweiz 2020



<https://lignum-zentral.ch/de/210/some/some/82/ein-untergeschoss-aus-holz-sorgt-fuer-schlagzeilen/>
<http://www.timbatec.com/chde/aktuelles/meldungen/2618949337-Keller-aus-Holz.php>

DÄMMUNGEN: TREIBHAUSPOTENTIAL - GWP [KG CO²-ÄQUIVALENT /M³]

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

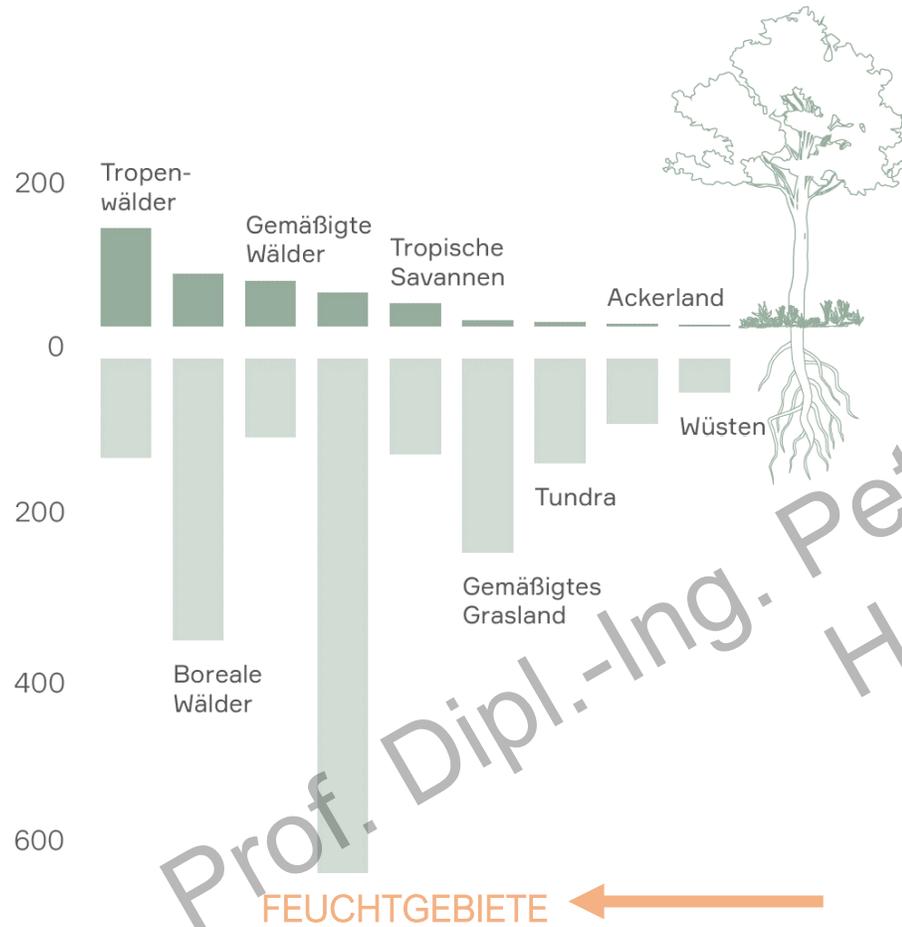


Schilf

-1,59
kg CO²- Äquiv

SCHILFROHR – FEUCHTGEBIETE

Überschätzte Pflanzen, unterschätzter Boden
Feuchtgebiete und Moore - Treibhausgas-Speicher (CO₂, Methan)



Durchschnittlich gespeicherter Kohlenstoff in Tonnen pro Hektar und einer Bodentiefe von einem Meter
eigene Abb. nach IPCC Weltklimarat 2000

WATTENMEERZENTRUM RIBE, DK – REET/SCHILFROHR

DÖRTE MANDRUP ARCHITEKTEN, 2017



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./m³

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./m³

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



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/>

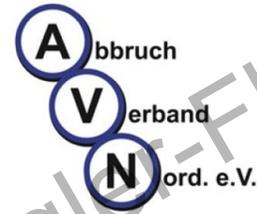


Entsorgung von rd. 600.000 Tonnen
Baustoffen auf Gipsbasis
(Abfallschlüssel 17 08 02) / Jahr
[UBA]

< 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



§8 Abs. 1 Nr. 7 GewAbfV verlangt die Trennung gipsbasierter Baustoffe

LAGA M34: „Baustoffe auf Gipsbasis (Abfallschlüssel 17 08 02) sind vor allem Gipsplatten, Gips-Wandbauplatten, Gipsfaserplatten, Gipsmörtel, Gipsputz, gipshaltige Estriche (Trockenestrich oder Fließestrich) und weitere raumauskleidende Produkte, z.B. Stuck“

PROBLEME

- Handgeführter Rückbau (Schleifen) hohe Arbeitsschutzanforderungen, Zeit- und Kostenaufwendig
- mangelnde Trennung kontaminiert Mineralik (Sulfate)
- Trennung ist aufwendig (z.B. Rückbau von Gipsputzen)
- Gipsanteil führt jedoch zu schlechterer LAGA-Einstufung = teurer
- Deponiebetreiber erhöhen die Preise, um Deponieraum für andere Stoffe mit schlechteren LAGA-Klassen freizuhalten

Quelle: RA Ralf Pietsch, GF Abbruchverband Nord e.V.



https://www.abfallratgeber.bayern.de/publikationen/abfallvermeidung/doc/kontrollierter_rueckbau_rechn_et_sich.pdf

BAUSTOFFE AUS PILZMYZEL

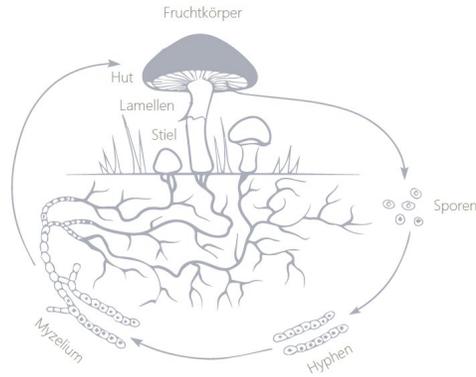


Abb. 12: Der Fungus

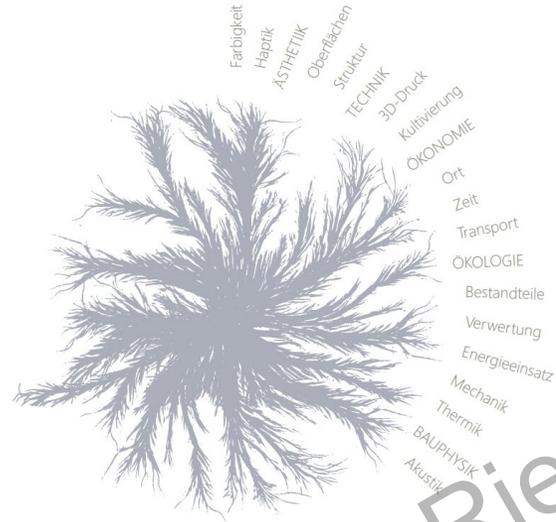


Abb. 10: Forschungsfelder



Abb. 22: Myco Board



Abb. 37: 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

Alle Abb. aus: „Myzelium als Baustoff“, Christina Sonnborn, Masterthesis WiSe 19-20, Bergische Universität Wuppertal, Lehrstuhl Baukonstruktion, Entwerfen und Materialkunde, Stv. Prof. Petra Riegler-Floors

VORAUSSETZUNG FÜR EINE NACHNUTZUNG: SORTENREINE TRENNUNG

3.2 LÖSBARE VERBINDUNGEN UND KONSTRUKTIONEN

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

KONSTRUKTIONSSTRATEGIEN

BAUKONSTRUKTIVE PRINZIPIEN

Herausforderung Feuchteschutz:

Minimierung der Feuchtebelastung der Verbindungen durch Dachüberstände, Überschuppung, Fugenüberdeckung

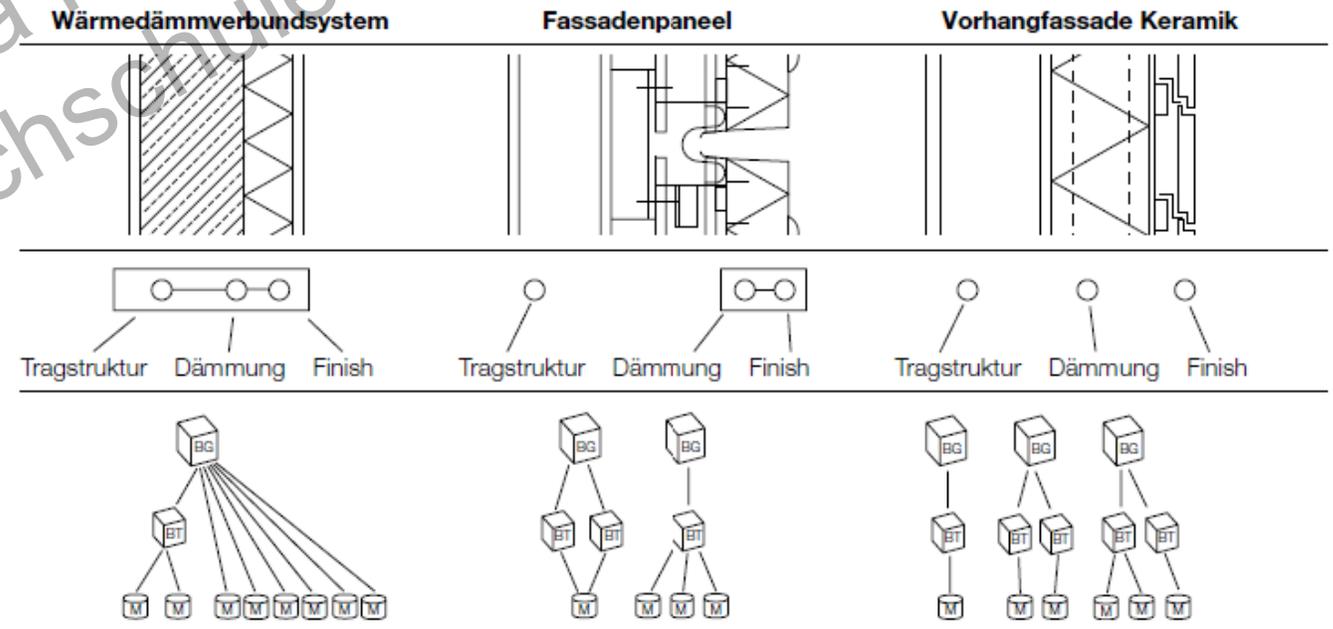
Wasserdichte Verbindungen durch Klemmen oder Ausnutzen des Anpressdrucks



FUNKTIONSTRENNUNG

DER EINZELNEN BAUTEILSCHICHTEN

Vergleich verschiedener Wandaufbauten



BG = Baugruppe

BT=Bauteil

M = Material

GRÜNDUNG UND KELLER



Spinnanker

Ankerplatte mit 6 oder 12
Gewindestäben (2-6 m lang)
bis zu 200 kN



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



Schraubfundamente

Erdschrauben aus
feuerverzinktem Stahl für bis zu
dreigeschossige Gebäude

vertikale Perimeterdämmung

Schaumglasschotter in
Gewebesäcken

Lose Kellerabdichtung

3- lagige Abdichtungssystem aus
dem Tankstellen- und Deponiebau,
Dichtheitsprüfung vor Verfüllung der
Baugrube



Bild: www.krinner.com

VERBLENDMAUERWERK

TROCKENSTAPELSYSTEME



FUSSBODENKONSTRUKTIONEN

Fußbodenheizungssysteme

Trittschalldämmung aus
Holzfaser mit eingelegten
Wärmeleitblechen



Formsteine aus Lava oder Ton
mit Rillen und Lagerhölzern

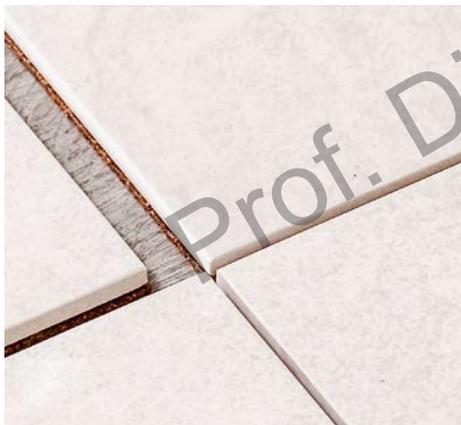


Wärmeleitbleche auf Heizrohre
aufgesteckt



Linoleum-Fußbodenpaneel
im Klicksystem

Keine Spachtelung des
Untergrundes notwendig



Trockenverlegesystem für
keramische Fliesen

Lagesicherung durch
Eigengewicht, aufgesinterte
Korkschicht

Estrichziegel aus Ton
als Trockenestrich



Pappwabenplatte

Einbringhilfe von
Masseschüttungen



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**

VIELEN DANK FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT!

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

Trier University
of Applied Sciences

H O C H
S C H U L E
T R I E R

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