



# recyclingfähig konstruieren

Arch. Dipl. Ing. Ursula Schneider, pos architekten

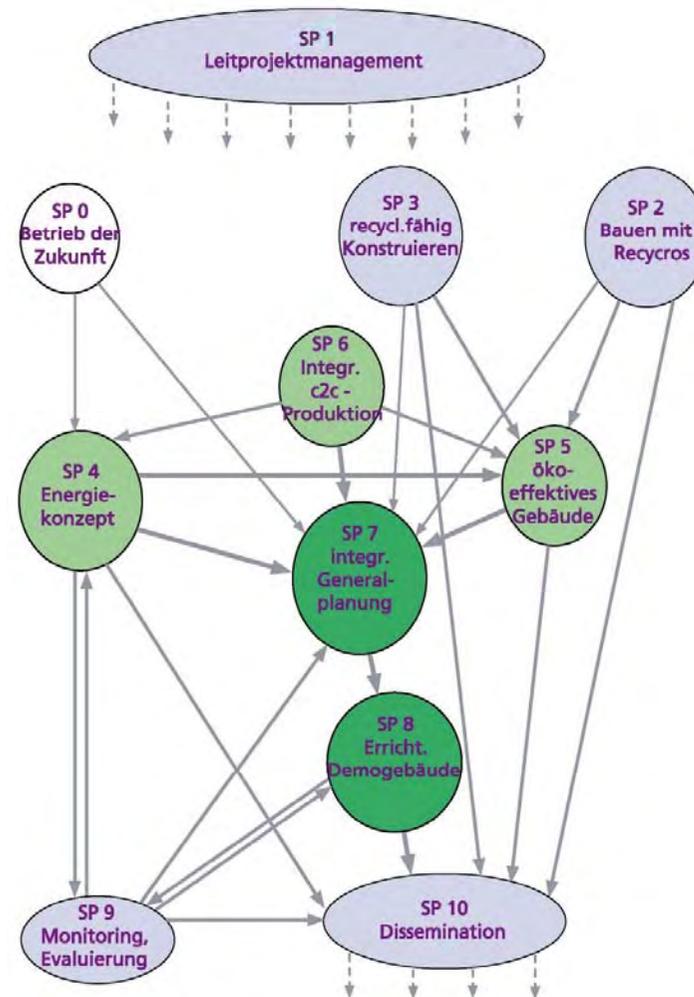
07.03.2012

# recyclingfähig konstruieren

### Haus der Zukunft Leitprojekt „gugler! build & print triple zero“

Ökoeffektives Plusenergiemedienhaus  
inkl. Seminarzentrum und Nächtigungsmöglichkeit

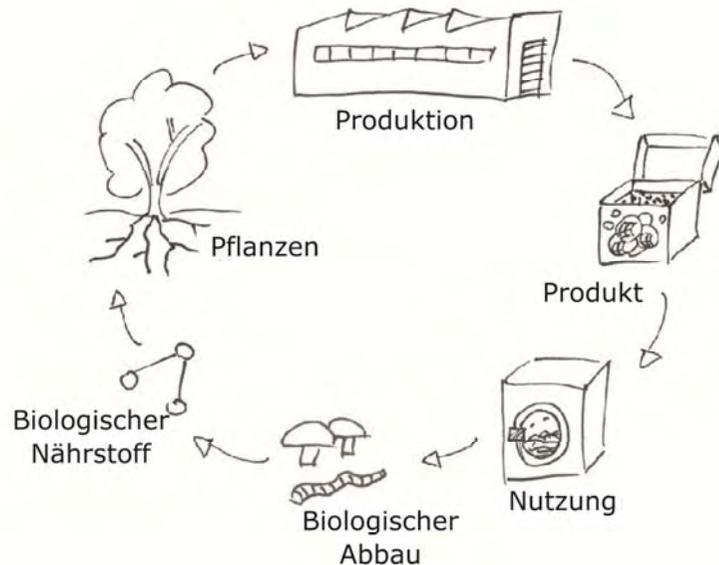
- Ca.3500m<sup>2</sup> Neubau plus 2100 m<sup>2</sup> Sanierung als Plusenergiegebäude
- 25% Anteil recycros, Sekundärrohstoffe
- 95% Recyclierbarkeit
- C2C-optimiert, Passivhaus-, TQB-zertifiziert und ABCD-optimiert
- Partner:  
IBO GesmbH, Institut für Baubiologie und Ökologie  
Gugler  
New Energy Consulting  
alchemia nova



# Cradle to Cradle- ganzheitlicher Ansatz

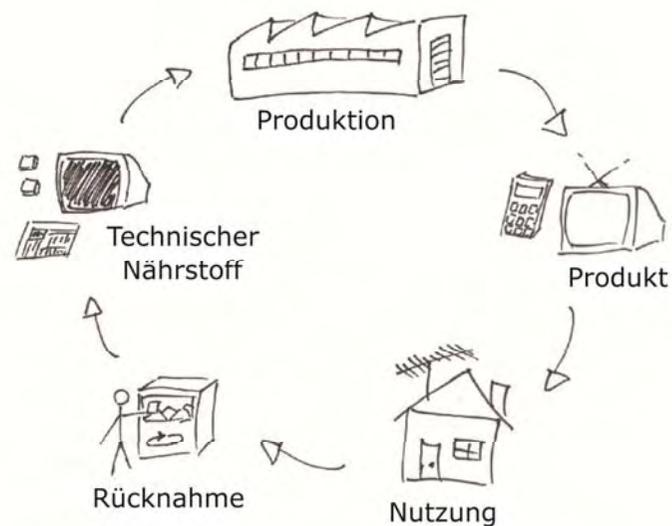
**Ziel:** abfallfreier Wirtschaftskreislauf (Abfall ist Nährstoff)

**Verbrauchsgüter** (Naturfasern, Verpackungsmaterialien, ...):  
Rückführung in biologische Zyklen



**Biologischer Kreislauf  
für Verbrauchsprodukte**

**Gebrauchsgüter:**  
Eigentum des Herstellers  
Rückführung in die Produktion



**Technischer Kreislauf  
für Gebrauchsgüter**

Quelle: [www.epea.com](http://www.epea.com)

**Service- Konzeptmodell :** der Händler stellt dem Konsumenten nur die Nutzung eines Produkts gegen ein entsprechendes Entgelt zu Verfügung stellt und nimmt es zu einem vereinbarten Zeitpunkt wieder zurück.

## Cradle to Cradle- ganzheitlicher Ansatz

### Massivholzbausysteme

#### Holz100

Erwin Thoma Holz GmbH

Die Verbindungen werden mit Holzdübeln anstelle von Metallverbindern ohne Einsatz von Leim hergestellt

Recyclingweg: Holzwände werden wieder in die Holz100 Fabrik gebracht, ein Roboter bohrt die Dübel heraus, nimmt die Brettschichten auseinander und neue Elemente entstehen!

Nicht verwendbare Holzteile werden verheizt

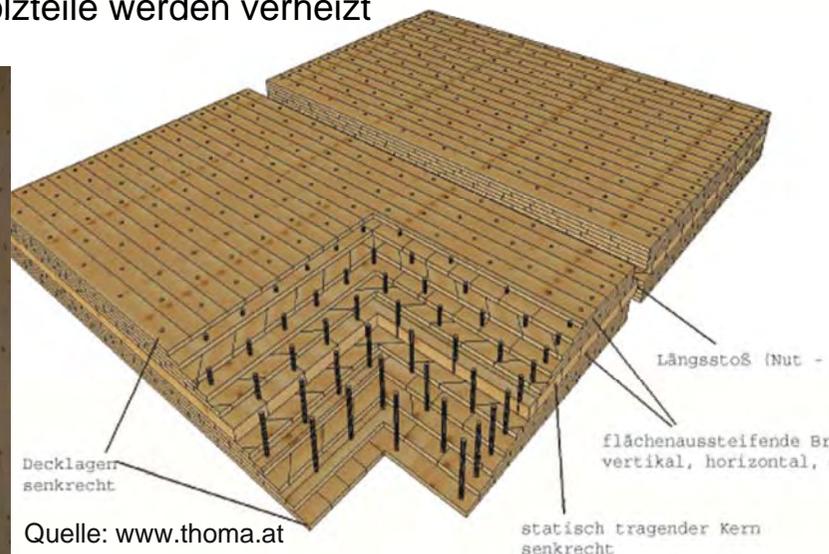
#### Londyb

Longin GmbH

Vollholzbausystem, Verbindung mit Rundholzdübeln, ohne Leim und Nägel



Quelle: [www.longin.at](http://www.longin.at)



# Best Practice Beispiele

## Haus der Zukunft PLUS

### Bauen mit vorgefertigten Elementen

Induo – Systemholztechnik:  
Holzskellettbauweise mit  
eigener Verbindungstechnik



Die INDUO®-Modulraumtechn

- den induo®- Ankern
- den induo®- Modulecken



System/haus/bau:  
Holzständersystem mit Strohballedämmung,  
Bepankung mit Holzfaserplatten



Lopas Prototyp, Bürohaus Tattendorf:  
Modulbauweise aus Holz, Stroh und Lehm



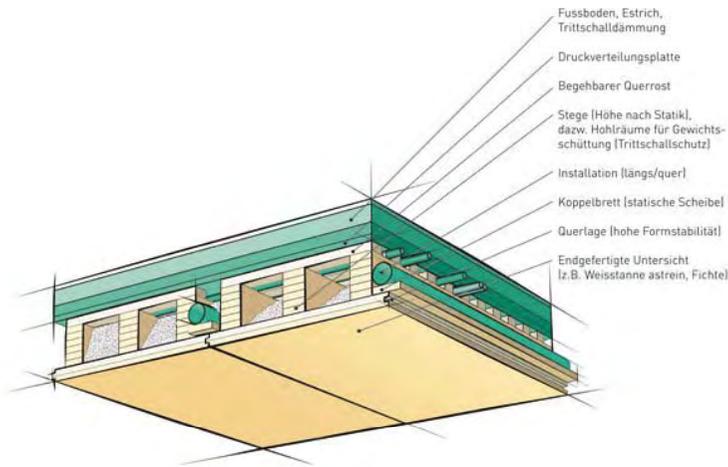
Holzbausystem Cross-House: Module für Wände  
und Decken, Verbindungselemente aus Stahl

Modcell- von der Flying Factory zur Baustelle: standardisierte, vorgefertigte  
Elemente (Holzrahmenkonstruktion mit Stroh oder Hanf)



# Best Practice Beispiele

## Bauen mit vorgefertigten Elementen



Lignotrend: Decken- und Wandsysteme aus Brettsperrholz  
 Quelle: [www.lignotrend.at](http://www.lignotrend.at)

Nomad Home Modulbauweise  
 Quelle: [www.nomadhome.com](http://www.nomadhome.com)



11m<sup>2</sup> Module, beliebig erweiterbar  
 Sandwichbauweise

## Haus der Zukunft PLUS



HIB Bausystem  
 Quelle: [hib-system.com](http://hib-system.com)

Baukastensystem aus Holz

- Dämmstoff wird eingeblasen und hoch verdichtet
- Hobelspan-Lehm-Muschelkalkmischung
  - Holzweichfaserplatten
  - Hanf oder ähnliche Naturprodukte
  - Flusskieselsteine (als zusätzlicher Wärmespeicher und Schallschutz)

# Best Practice Beispiele

### Materialexperimente mit recycelbaren Rohstoffen



Arch. Werner Unterrainer:  
Winddichtung =  
Sichtfläche der Fassade

Quelle: [www.architekt-unterrainer.com](http://www.architekt-unterrainer.com)



S-House, Böheimkirchen:  
Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen

Quelle: [www.s-house.com](http://www.s-house.com)

# Prinzipien für recyclingfähiges Konstruieren

1. **Minimierung des ökologischen Aufwandes einer Konstruktion**
2. **Lebensdauer der Konstruktion verlängern, langfristige Werterhaltung**
3. **Leichte Montage und Demontage**
4. **Gute Recyclierbarkeit der Bestandteile**
5. **Gute Wiederverwendbarkeit der Teile**
6. **Gute Planung, die Wartungs- und Rückbaukonzept mitbeinhaltet**

# Prinzipien für recyclingfähiges Konstruieren

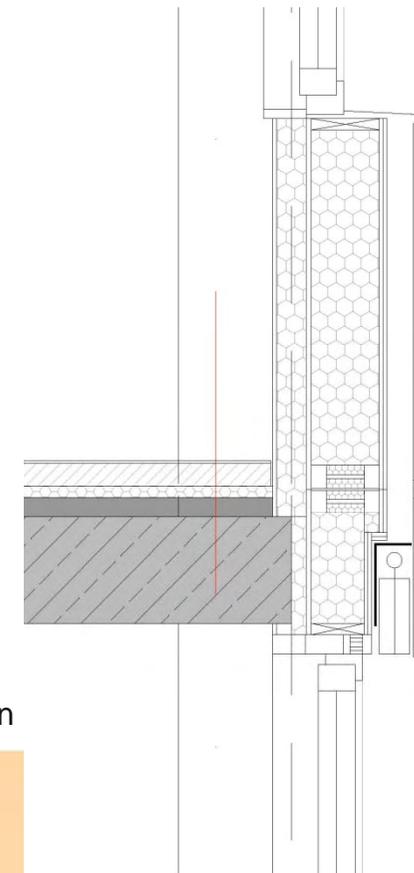
## 1. Minimieren des ökologischen Aufwands

- a. angemessene Material- und Konstruktionswahl
- b. Reduktion der stofflichen Vielfalt
- c. Materialmenge minimieren in der Planung (Verschnitt, Bauteilgeometrie)
- d. Reststoffvermeidung bei der Bauwerkserrichtung
- e. Geringe Transportwege und geringer Transportaufwand –
- f. regionale Verfügbarkeit, regionale Verwertung

Materialmengen minimieren in der Planung –  
Materialausnutzung 95% statt 75%



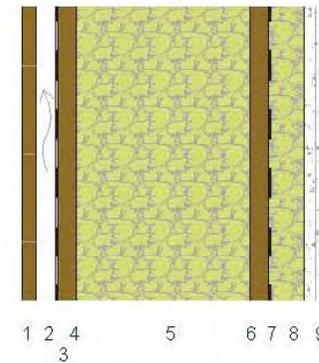
Energybase, pos- architekten



## Prinzipien für recyclingfähiges Konstruieren

### 1. Minimieren des ökologischen Aufwands

- a. angemessene Material- und Konstruktionswahl
- b. Reduktion der stofflichen Vielfalt
- c. Materialmenge minimieren in der Planung (Verschnitt, Bauteilgeometrie)
- d. Reststoffvermeidung bei der Bauwerkserrichtung
- e. Geringe Transportwege und geringer Transportaufwand –
- f. regionale Verfügbarkeit, regionale Verwertung



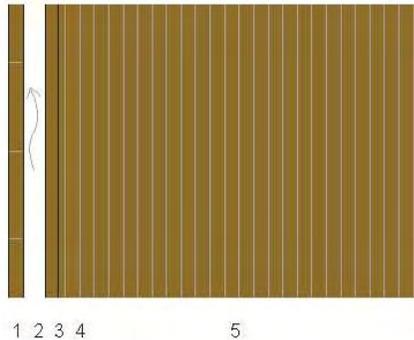
AW Holzständerwand mit hinterl. Fassade		
[cm]		Alternativer Aufbau (von außen nach innen)
1	2,00	Holzschalung Lärche
2	3,00	Lattung 3/5cm
3	-	PE-Winddichtung, diffusionsoffen
4	2,50	Diagonalholzschalung
5	24,00	Holzrahmenkonstruktion mit Flachsdämmung*
6	2,50	Diagonalholzschalung
7	-	PE-Dampfbremse
8	5,00	Flachsdämmung zw. Holzlatten
9	3,00	Lehmplatten
<b>42,00</b>		<b>Gesamt</b>

\* Alternative: 40cm Strohballen zwischen Holzkonstruktion

## Prinzipien für recyclingfähiges Konstruieren

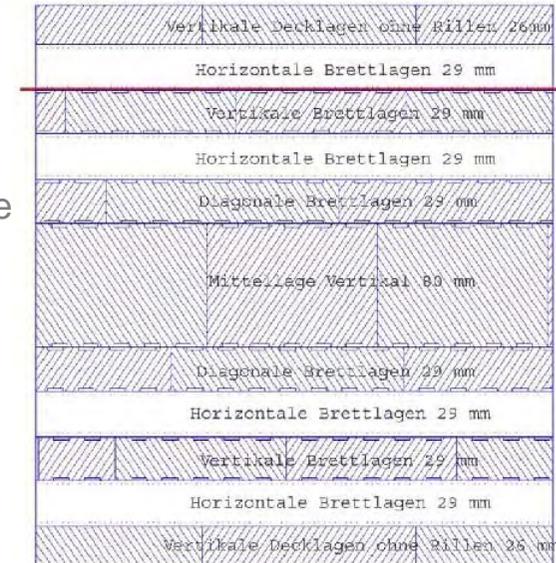
### 1. Minimieren des ökologischen Aufwands

- angemessene Material- und Konstruktionswahl
- Reduktion der stofflichen Vielfalt
- Materialmenge minimieren in der Planung (Verschnitt, Bauteilgeometrie)
- Reststoffvermeidung bei der Bauwerkerrichtung
- Geringe Transportwege und geringer Transportaufwand –
- regionale Verfügbarkeit, regionale Verwertung



Holz100 Massivholzwand

AW Massivholzwand (z.B. Holz 100)	
[cm]	Alternativer Aufbau (von außen nach innen)
1	2,00 Holzschalung
2	3,00 Lattung 3/5cm
3	2,00 Holzweichfaserplatte
4	- Windpapier, werkseitig integriert
5	50,00 Massivholzwand (z.B. Holz100)
57,00	Gesamt



- Massive Holzhüllen aus Brettschichten von 24 mm bis 50 mm Dicke
- Stehender Kern bzw. Ober- und Untergurt von 60 bzw. 80 mm
- Verbindung mit Holzdübel aus Buche statt Verklebungen und Vernagelungen
- Windpapier wird zwischen zwei Brettlagen gelegt wird
- Reine Holzkonstruktion - kein Verbund mit Dämmschicht

## Prinzipien für recyclingfähiges Konstruieren

### 1. Minimieren des ökologischen Aufwands

- a. angemessene Material- und Konstruktionswahl
- b. Reduktion der stofflichen Vielfalt
- c. Materialmenge minimieren in der Planung (Verschnitt, Bauteilgeometrie)
- d. Reststoffvermeidung bei der Bauwerkserrichtung
- e. Geringe Transportwege und geringer Transportaufwand –
- f. regionale Verfügbarkeit, regionale Verwertung

Reduktion der stofflichen Vielfalt–

- Stampflehmwände
- Stampflehmboden
- Lehmputz

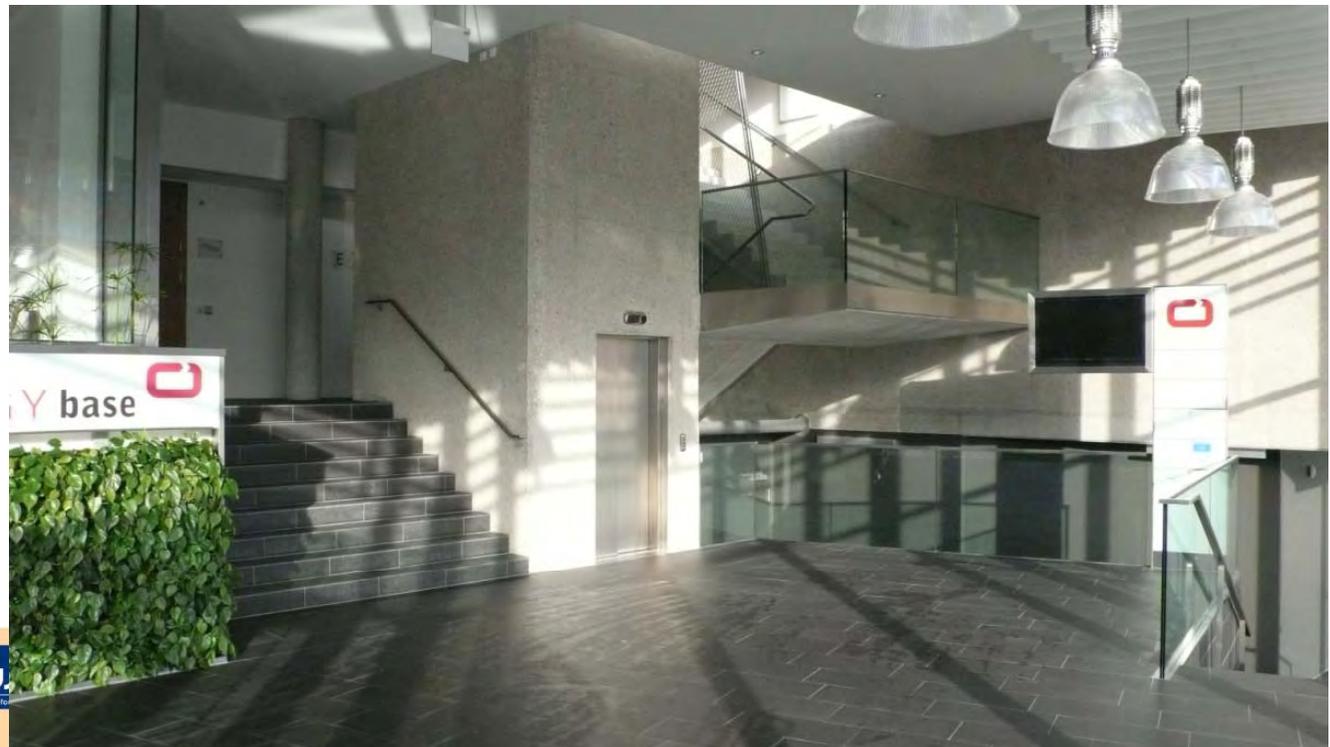


# Prinzipien für recyclingfähiges Konstruieren

## 2. Lebensdauer verlängern, langfristige Werterhaltung

- a. hoher ideeller Wertgewinn
- b. Umnutzungsflexibilität
- c. Konstruktiver Schutz von Außenoberflächen
- d. Materialwahrheit, in Würde altern
- e. reparaturfreundlich Konstruieren
- f. reinigungsfreundlich Konstruieren
- g. Vorsehen von Verschleißschichten
- h. Trennen von langlebigen und kurzlebigen Strukturen
- i. Fehleranfälligkeit

Energybase, pos-architekten



# Prinzipien für recyclingfähiges Konstruieren

## 3. Leichte Montage und Demontage

- a. Kritische Auswahl von Funktionsintegration oder Funktionstrennung
- b. Lösbare Verbindungstechniken, Demontagefreundlichkeit
- c. Separierbarkeit der nicht gemeinsam recyclingfähigen Materialien



Quelle: Leitgedanken zum nachhaltigen Bauen, Herausgeber: Bauen mit Stahl e.V., Düsseldorf, Januar 2009

## Prinzipien für recyclingfähiges Konstruieren

### 4. Gute Recyclierbarkeit

- Recyclierbarkeit der Materialien
- Materialverträglichkeit im Aufbereitungsprozess
- Konzentration der Recyclingbemühungen auf masseintensive oder kurzlebige Bauteile
- Zusätze vermeiden
- Vermeidung von Compoundmaterialien
- Kennzeichnung wertvoller bzw. schädlicher Stoffe

### 5. Gute Wiederverwendbarkeit

- modulare Konstruktionen
- standardisierte Bauteile und Abmessungen



Quelle: system/haus/bau

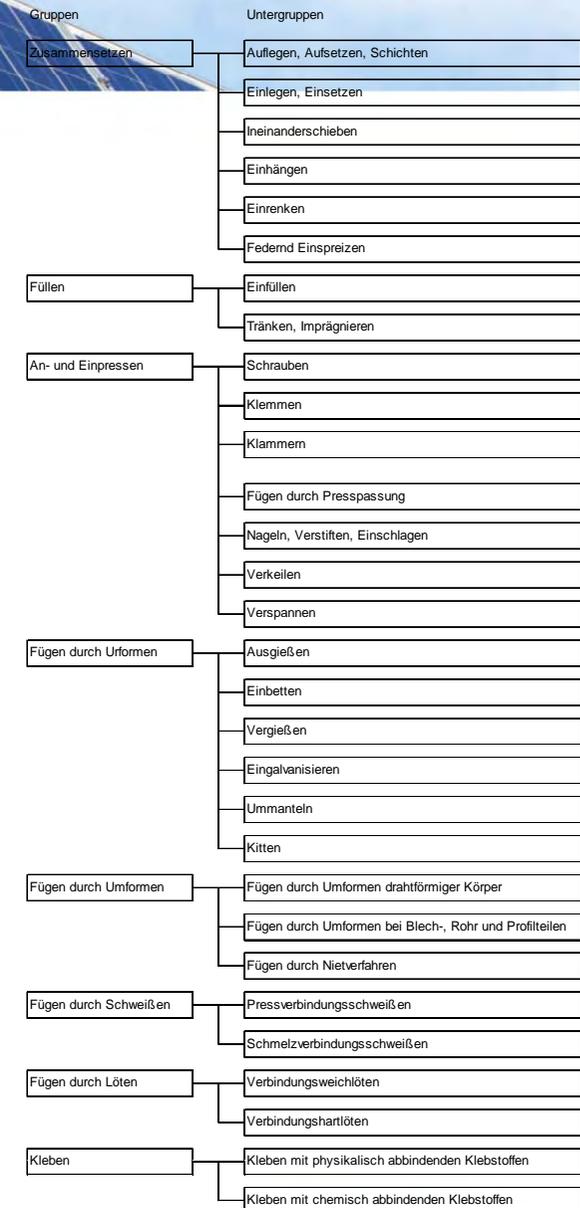
### 6. Gute Planung

- Grundlagenwissen über Einsatzmöglichkeiten von Recyclingmaterialien
- Ausschreibung
- Objektdokumentation
- Wartungs- und Rückbaukonzept

## Prinzipien für recyclingfähiges Konstruieren

### Fügetechniken

- Zusammensetzen
- Füllen
- An- und Einpressen
- Fügen durch Urformen
- Fügen durch Umformen
- Fügend durch Schweissen
- Fügen durch Löten
- Kleben
  - Kleben hat in vielen Bereichen traditionelle Verbindungstechniken abgelöst
  - Klebeverbindungen: im Allgemeinen nur mit Schädigung oder Zerstörung der Füge­teile lösbar

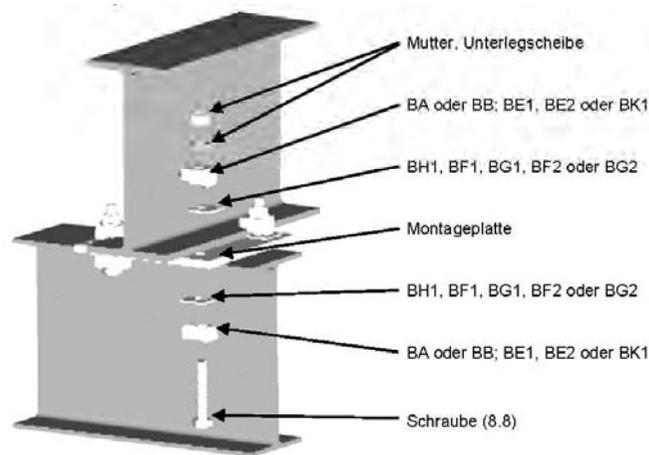


# Prinzipien für recyclingfähiges Konstruieren

## Innovative Füge Techniken



Sherpa Verbinder, Fa. Harrer, Quelle: Leitgedanken zum nachhaltigen Bauen, Herausgeber: Bauen mit Stahl e.V., Düsseldorf, Januar 2009



Beam Clamp

Quelle: [www.keesafety.com/de/products/beamclamp](http://www.keesafety.com/de/products/beamclamp)

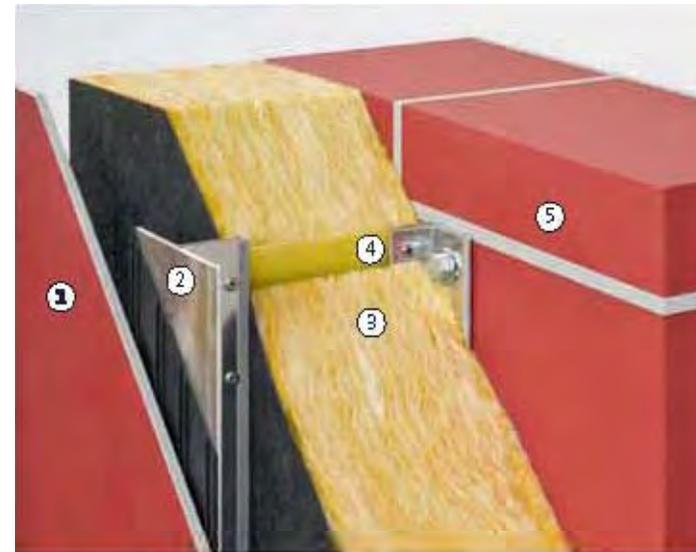


Abb. 1: Aufbau PHOENIX-FACADE. 1 Bekleidung; 2 Vertikalprofil; 3 PHOENIX 032; 4 PHOENIX-WDK mit GFK-Schwert; 5 Tragwerk

Phoenix Fassade (Quelle: [www.wagnersystem.ch](http://www.wagnersystem.ch))

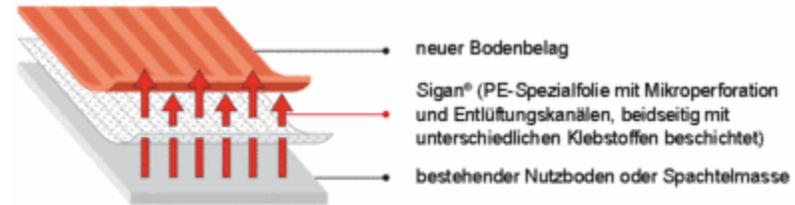
# Prinzipien für recyclingfähiges Konstruieren

## Kleben



Klettverschlussähnliche Fixierung  
des textilen Bodenbelags auf Klettband

Quelle: [http://www.vorwerk-teppich.at/sc/vorwerk/template/ecofix\\_Klettverlegesystem.html](http://www.vorwerk-teppich.at/sc/vorwerk/template/ecofix_Klettverlegesystem.html)



Klebefolien für textile und elastische Bodenbeläge)

Quelle: <http://www.uzin.de/switchTec-R-Klebe-te.959.0.html>



Entfernen von Boden- und  
Wandbelägen

Quellen:

<http://www.boden-raus.de/leistungen/demontage.html>  
<http://www.baumarkt.de/nxs/211///baumarkt/schablone1/Mit-dem-Drucklufthammer-alte-Fliesen-Putze-und-Bodenbelaege-abstemmen>  
<http://www.saniermeister.de/anwendungsbereiche/bodenbelag-entfernen/pvc-bodenbelag-entfernen.html>

# Vorschlag für ein Bewertungsschema

Haus der Zukunft PLUS

## Betrachtete Prozesse

- Baustellenabfälle bei der Gebäudeerrichtung
- Lebenserwartung
- Instandsetzung
- Rückbau:           Trennbarkeit  
                          Materialvielfalt
- Wiederverwendung
- Recycling, Verbrennung, Deponierung

# Vorschlag für ein Bewertungsschema

## Festlegung und Benotung des Entsorgungsweges

Ausgangspunkt: Bewertungsmatrix aus ABC-Disposal

jedoch 5-stufiges Bewertungssystem statt einem 4-stufigen  
(einige Einstufungstexte mussten daher umdefiniert bzw. neu eingeführt werden)

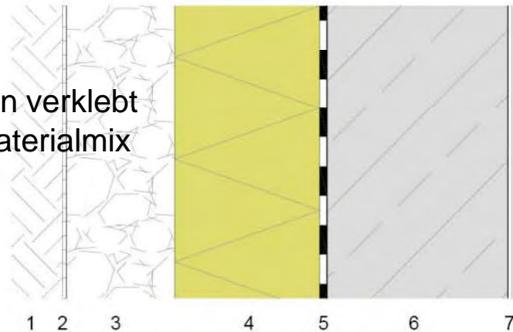
	Recycling	Verbrennung	Deponierung
<b>1</b>	Wiederverwendung bzw. -verwertung zu technisch gleichwertigem Sekundärprodukt oder -rohstoff	Hoher Heizwert (> 2000 MJ / m <sup>3</sup> ); natürliche Metall- und Halogengehalte im ppm-Bereich, sortenreines Material	Zur Ablagerung auf Inertabfalldeponie geeignete Abfälle
<b>2</b>	Recyclingmaterial wird mit geringem Aufwand sortenrein gewonnen und kann hochwertig verwertet werden.	Wie 1, jedoch nicht sortenrein, Anteil an nicht-organischen Fremdstoffen beträgt max. 3 M.-%	Zur Ablagerung auf Baurestmassen geeignete Abfälle ohne Verunreinigungen
<b>3</b>	Recyclingmaterial ist verunreinigt, kann mit höherem Aufwand rückgebaut und nach Aufbereitung verwertet werden	Wie 1 oder 2, jedoch mittlerer Heizwert (500 - 2000 MJ/m <sup>3</sup> ) oder geringfügige Metall- oder Halogengehalte (< 3 M%)	Materialien mit geringen nicht-mineralischen Bestandteilen, z.B. Mineralische Baurestmassen mit organischen Verunreinigungen durch Bitumen oder WDVS-Resten
<b>4</b>	Downcycling	Hoher Stickstoffgehalt, hoher Anteil mineral. Bestandteile oder erhöhter Metall- oder Halogengehalte (3-10 M%)	Gipshaltige, faserförmige oder mineralisierte organische Materialien sowie Mat. mit höheren nichtmineralischen Verunreinigungen.
<b>5</b>	Kein Recycling möglich	Hoher Metall- oder Halogengehalt	Organisch-Mineralischer Verbund, Metalle als Verunreinigungen von Baurestmassen



## EAW1.1 Keller Stahlbeton

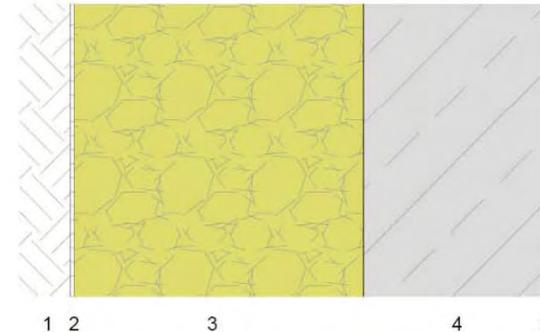
### konventionell

Schichten verklebt  
hoher Materialmix



### Variante

alle Schichten trennbar

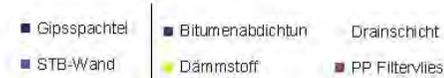


AW Keller Stahlbeton		
[cm]		Konventioneller Aufbau (von außen nach innen)
1	-	Erdreich
2	-	PP Filtervlies
3	15,00	Drainschicht
4	20,00	XPS, flächig geklebt
5	1,00	Polymerbitumen- Dichtungsbahn 2-lagig
6	25,00	STB-Wand
7	0,50	Gipsspachtel
<b>61,50</b>		<b>Gesamt</b>

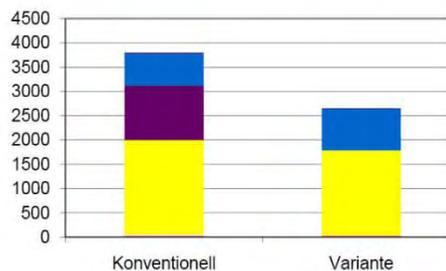
AW Keller Stahlbeton		
[cm]		Alternativer Aufbau (von au
1	-	Erdreich
2	-	PP Filtervlies
3	40,00	Schaumglasschotter
4	25,00	WU-Beton
5	0,50	Mineralische Spachtelung
<b>65,50</b>		<b>Gesamt</b>

Eigenschaft	EAW1.1		Variante	
	Menge	Note	Menge	Note
<b>Trennbarkeit</b>	-	5	-	1
<b>Materialvielfalt</b>	-	4	-	2
<b>Recyclierbarkeit (Funktionseinheit: Kubikmeter im Betrachtungszeitraum)</b>				
Stofflich verwertet	17%	1,0	100%	1,0
Thermisch verwertet	0%	3,0	0%	3,0
Beseitigt	83%	3,7	0%	-
<b>Recyclierbarkeit (Funktionseinheit: Kilogramm im Betrachtungszeitraum)</b>				
Stofflich verwertet	29%	1,0	100%	1,0
Thermisch verwertet	0%	3,0	0%	3,0
Beseitigt	71%	3,0	0%	-

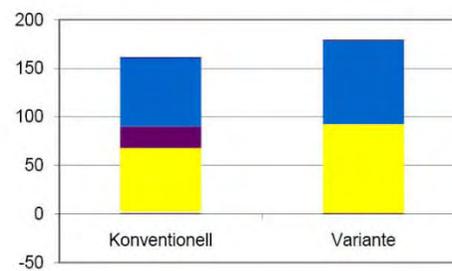
### Ökologisches Profil



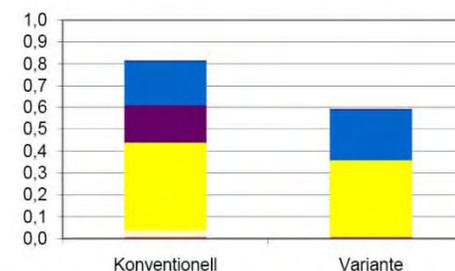
Primärenergieinhalt (MJ/m<sup>2</sup>)



Treibhauspotenzial CO<sub>2</sub>-eq/m<sup>2</sup>)

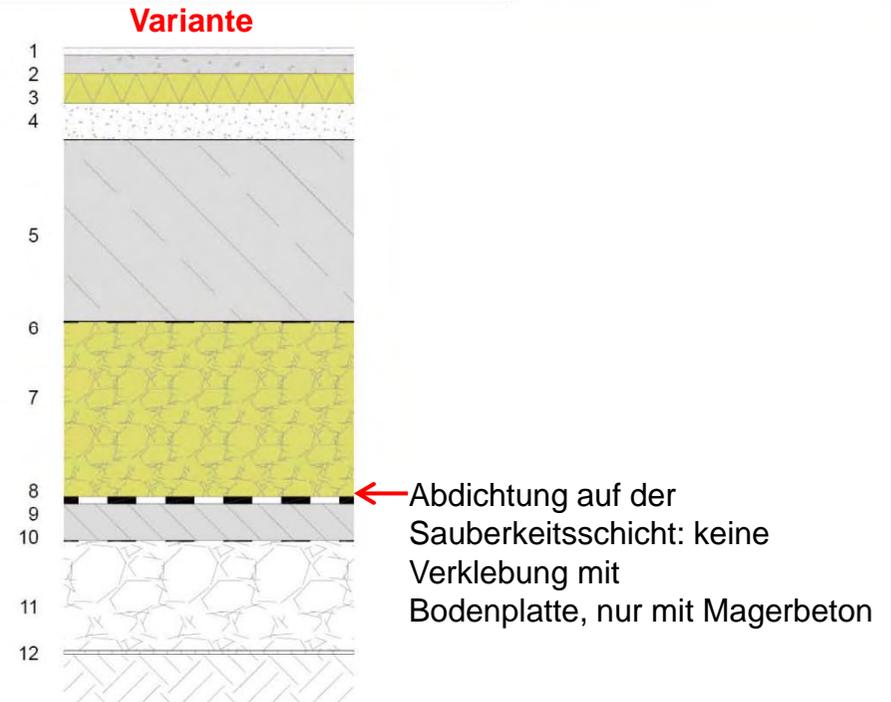
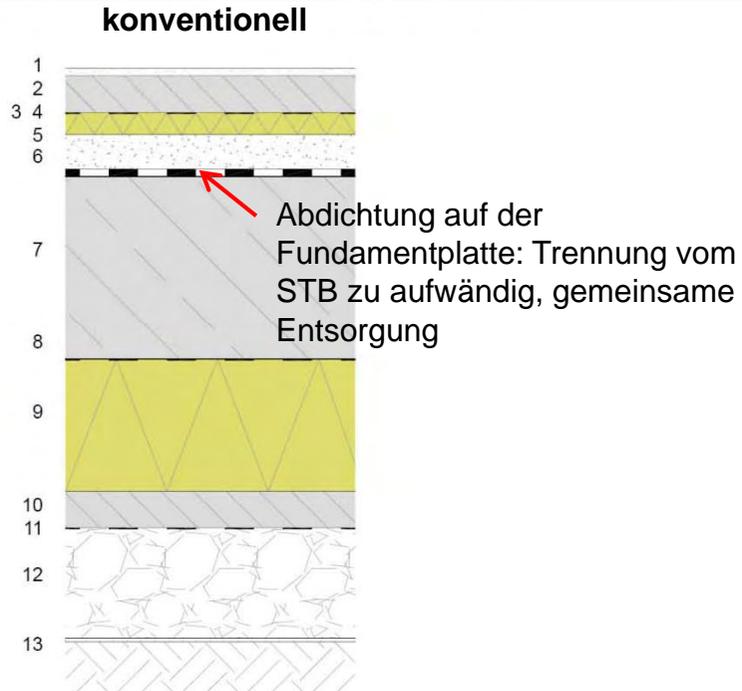


Versauerungspotenzial (SO<sub>2</sub>-eq/m<sup>2</sup>)



## Aufbautenkatalog

### DE1.7a Fußboden zu Erdreich, unterseitig gedämmt



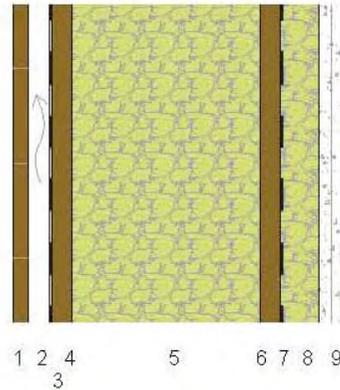
[cm]	Fußboden zu Erdreich, unters. gedämmt	
	Konventioneller Aufbau (von oben nach unten)	
1	1,00	Textiler Belag, vollflächig verklebt
2	5,00	Estrich
3	-	PE-Folie
4	3,00	Mineralwolle Trittschalldämmplatte
5	5,00	EPS zementgebunden
6	1,00	Polymerbitumenabdichtung 2-lagig
7	25,00	Fundamentplatte lt. Statik
8	-	PE-Folie, 2-lagig
9	18,00	XPS
10	5,00	Magerbeton Sauberkeitsschicht
11	-	Baupapier
12	15,00	Rollierung
13	-	PP-Filtervlies
<b>72,00</b>		<b>Gesamt</b>
<b>14,00</b>		<b>Bodenaufbau</b>

[cm]	Fußboden zu Erdreich, unters. gedämmt	
	Alternativer Aufbau (von oben nach unten)	
1	1,00	Textiler Belag, vollflächig verklebt
2	3,00	Trockenestrichelement, 2-lagig
3	4,00	Trittschalldämmung Holzfaser
4	5,00	Splitt zementgebunden
5	25,00	Fundamentplatte lt. Statik
6	-	Schutzfolie (PE, Papier, Geotextil)
7	24,00	Schaumglasplatten kaschiert
8	1,00	Polymerbitumenabdichtung 2-lagig
9	5,00	Magerbeton Sauberkeitsschicht
10	-	Baupapier
11	15,00	Rollierung
12	-	PP-Filtervlies
<b>79,00</b>		<b>Gesamt</b>
<b>13,00</b>		<b>Bodenaufbau</b>

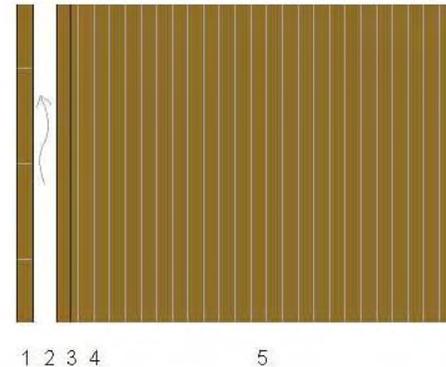
Eigenschaft	DE1.7		Variante a	
	Menge	Note	Menge	Note
<b>Trennbarkeit</b>		5		3
<b>Materialvielfalt</b>		5		5
<b>Recyclierbarkeit (Funktionseinheit: Kubikmeter im Betrachtungszeitraum)</b>				
Stofflich verwertet	16%	1,0	43%	1,6
Thermisch verwertet	26%	3,0	7%	1,0
Beseitigt	59%	3,4	50%	2,8
<b>Recyclierbarkeit (Funktionseinheit: Kilogramm im Betrachtungszeitraum)</b>				
Stofflich verwertet	24%	1,0	70%	1,7
Thermisch verwertet	1%	3,0	1%	1,0
Beseitigt	75%	2,9	28%	3,1

# Aufbautenkatalog

## AW1.4 Holzständerwand mit hinterlüfteter Fassade



## AW1.5c Holzmassivwand



[cm]	AW Holzständerwand mit hinterl. Fassade	
	Alternativer Aufbau (von außen nach innen)	
1	2,00	Holzschalung Lärche
2	3,00	Lattung 3/5cm
3	-	PE-Winddichtung, diffusionsoffen
4	2,50	Diagonalholzschalung
5	24,00	Holzrahmenkonstruktion mit Flachsdämmung*
6	2,50	Diagonalholzschalung
7	-	PE-Dampfbremse
8	5,00	Flachsdämmung zw. Holzlatten
9	3,00	Lehmplatten
	<b>42,00</b>	<b>Gesamt</b>

\* Alternative: 40cm Strmhallen zwischen Holzkonstruktion

[cm]	AW Massivholzwand (z.B. Holz 100)	
	Alternativer Aufbau (von außen nach innen)	
1	2,00	Holzschalung
2	3,00	Lattung 3/5cm
3	2,00	Holzweichfaserplatte
4	-	Windpapier, werkseitig integriert
5	50,00	Massivholzwand (z.B. Holz 100)
	<b>57,00</b>	<b>Gesamt</b>

Eigenschaft	AW1.4		Variante	
	Menge	Note	Menge	Note
Trennbarkeit	-	2	-	2
Materialvielfalt	-	4	-	3
<b>Recyclierbarkeit (Funktionseinheit: Kubikmeter im Betrachtungszeitraum)</b>				
Stofflich verwertet	6%	1,0	6%	1,0
Thermisch verwertet	22%	1,4	87%	2,4
Beseitigt	72%	4,0	7%	2,0
<b>Recyclierbarkeit (Funktionseinheit: Kilogramm im Betrachtungszeitraum)</b>				
Stofflich verwertet	11%	1,0	13%	1,0
Thermisch verwertet	51%	1,5	70%	1,2
Beseitigt	38%	4,0	17%	2,0

Eigenschaft	AW1.5		Variante c	
	Menge	Note	Menge	Note
Trennbarkeit	-	2	-	1
Materialvielfalt	-	3	-	2
<b>Recyclierbarkeit (Funktionseinheit: Kubikmeter im Betrachtungszeitraum)</b>				
Stofflich verwertet	20%	1,0	84%	1,0
Thermisch verwertet	18%	1,0	16%	1,0
Beseitigt	62%	4,0	0%	-
<b>Recyclierbarkeit (Funktionseinheit: Kilogramm im Betrachtungszeitraum)</b>				
Stofflich verwertet	52%	1,0	84%	1,0
Thermisch verwertet	28%	1,0	16%	1,0
Beseitigt	20%	4,0	0%	-

# recyclingfähig konstruieren

### Ergebnisse der ökologischen Bewertung

#### AUSSENWAND

Beschreibung	Aufbau-Nr.	GWP	AP	PEI ne	Trennbarkeit	Materialvielfalt	Recycl.-fähigkeit	Anteil re-cycl.bar
Stahlbeton mit Wärmedämmverbundsystem	AW1.1	112	0,49	1912	4	3	7,6	26%
	AW1.1 Var	110	0,35	1252	4	2	6,0	25%
Ziegelmauerwerk mit Putzfassade	AW1.2	90	0,41	1740	4	3	6,6	34%
	AW1.2 Var a	94	0,42	1640	3	2	5,7	35%
	AW1.2 Var b	73	0,26	1073	1	1	1,4	92%
Ziegelmauerwerk mit hinterlüfteter Fassade	AW1.3	78	0,55	1443	2	3	6,0	47%
	AW1.3	43	0,31	1017	2	3	3,6	30%
Holzständerwand mit hinterlüfteter Fassade	AW1.4	20	0,65	1477	2	4	7,0	28%
	AW1.4	-28	0,38	1091	2	3	3,8	6%
Holzmassivwand	AW1.5	8	0,89	2342	2	3	5,6	38%
	AW1.5 Var a	n.b.	n.b.	n.b.	2	3	n.b.	n.b.
	AW1.5 Var b	n.b.	n.b.	n.b.	3	3	n.b.	n.b.
	AW1.5 Var c	-330	0,70	1211	1	2	0,8	100%
	AW1.5 Var d	n.b.	n.b.	n.b.	2	2	n.b.	n.b.

Hochwärmedämmender Ziegel, 50cm

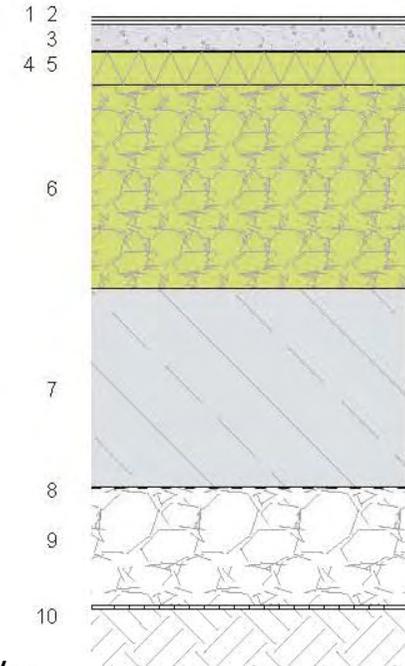
Holz100

# recyclingfähig konstruieren

### Ergebnisse der ökologischen Bewertung

### FUSSBODEN ZU ERDREICH

Beschreibung	Aufbau-Nr.	GWP	AP	PEI ne	Trennbarkeit	Materialvielfalt	Recycl.-fähigkeit	Anteil recycl.bar
Fußboden zu unbeheizt/ Keller	DE1.4	133	0,50	1669	5	4	9,1	0%
	DE1.4 Var	108	0,50	1856	2	4	6,6	34%
Fußboden zu unbeheizt/ Keller	DE1.5	n.b.	n.b.	n.b.	5	4	n.b.	n.b.
	DE1.5 Var	n.b.	n.b.	n.b.	2	4	n.b.	n.b.
Fußboden zu Erdreich, oberseitig gedämmt	DE1.6	165	0,72	2977	5	4	6,2	16%
	DE1.6 Var	141	0,56	2191	2	4	1,5	93%
Fußboden zu Erdreich, unterseitig gedämmt	DE1.7	208	0,88	3636	5	5	7,5	16%
	DE1.7 Var a	n.b.	n.b.	n.b.	3	5	4,6	50%
	DE1.7 Var b	187	0,75	3135	3	5	2,8	84%



DE 1.6 Var.  
Fußboden unterseitig gedämmt

Fußboden zu Erdreich, obers. gedämmt		
[cm]		Alternativer Aufbau (von oben nach unten)
1	0,50	Keramischer Belag
2	0,50	Kleber
3	3,30	Faserzement-Trockenestrich
4	-	PE-Dampfbremse
5	4,00	Holzfaser-Dämmplatte
6	26,00	Perlite verdichtet
7	25,00	WU-Beton
8	-	Baupapier
9	15,00	Rollierung
10	-	PP-Filtervlies
<b>74,30</b>		Gesamt
<b>34,30</b>		Bodenaufbau

### Allgemeine Grundlagen

eine geringe Anzahl an Baustoffen erleichtert das sortenreine Trennen nach der Nutzung und reduziert die Anzahl der unterschiedlichen Entsorgungswege.

Vermeidung von Klebstoffen beeinträchtigen die Recyclingfähigkeit und können zu Qualitätseinbußen bei den Sekundärbaustoffen führen (bes. bei Gipsbaustoffen, Mauerwerk, Beton)

Einsatz von Baustoffen mit Recyclinganteil

Vermeidung von unlösbaren Verbindungen

Vermeidung von Verbundstoffen oder Einsatz von solchen, die wieder trennbar sind

Beachten der unterschiedlichen Lebenszyklen- die unterschiedliche Lebensdauer verschiedener Bauteile z.B. Mauerwerk, Wärmedämmung, hat Einfluss auf die Materialwahl

# recyclingfähig konstruieren

## Keller

Ausführung erforderlich?  
Einsatzmöglichkeiten zur Wiederverwendung von Aushubmaterialien am eigenen Grundstück bereits in der Planung berücksichtigen

## Fundamente

Ressourcenschonend planen: Platten-, Streifen- oder Punktfundamente, je nach statischer Erfordernis  
Einsatz von Elementschalungen.  
(Wirtschaftlichkeit ist nur gegeben bei einfacher Geometrie der Fundamente oder einheitlichen Größen von Einzelfundamenten)

## Erdberührte Aussenwände

Vermeidung von Bitumen durch die Ausführung einer Weissen Wanne oder einer Braune Wanne mit Bentonitdichtmatten

## Perimeterdämmung

Schaumglasplatten mit mechanischer oder punktueller Befestigung mit mineralischem Kleber oder Schaumglasschotter

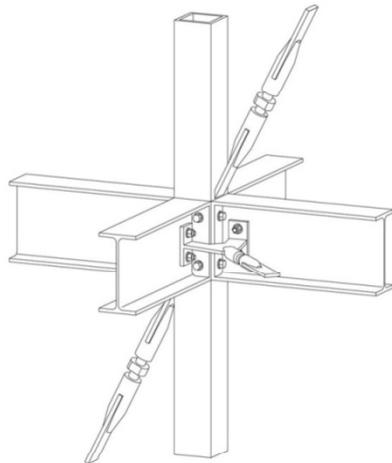
Alternative: Wall-Bags



# recyclingfähig konstruieren

## Aussenwände

Erleichterung für Verwertung:



ArchitectureWeek.com

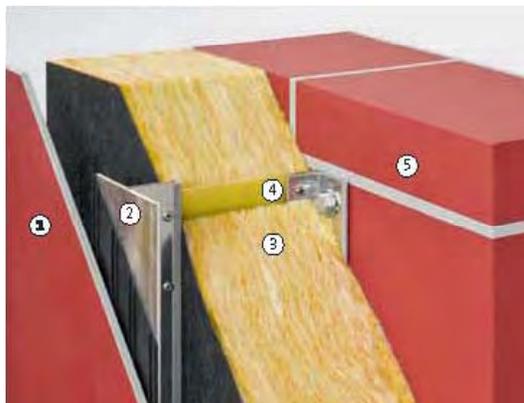
Quelle: www.architectureweek.com  
(Werner Sobek, R128)

- rein mineralischer Aufbau (mineralisches Konstruktionsmaterial, mineralische Dämmung, mineralische Putze)
- mineralisches Konstruktionsmaterial mit Dämmung aus nachwachsenden Rohstoffen
- Einsatz lediglich ein Dämm- Material im gesamten Gebäude

Einsatz von demontagefreundlichen Fügetechniken für die Verbindung der konstruktiven Elemente, wie Klemmverbindungen z.B. Beamclamp; Steckverbindungen

## Wärmedämmverbundsysteme

WDVS mit Kleb- und Dübelverfahren: Recycling wird wegen Verbunds aus Kunststoff und Dämmstoff nicht realisiert (gilt nicht nur für EPS, sondern auch für Kork , ...)



Vorgehängte Fassadenkonstruktionen müssen von den mineralischen Bauteilen leicht trennbar sein, die Fassadenelemente selbst zerlegbar oder als Bauteil wiederverwendbar

Einsatz von wärme gedämmten, rückbaufähigen Konsolen (z.B. Phoenix, Wagner System AG)



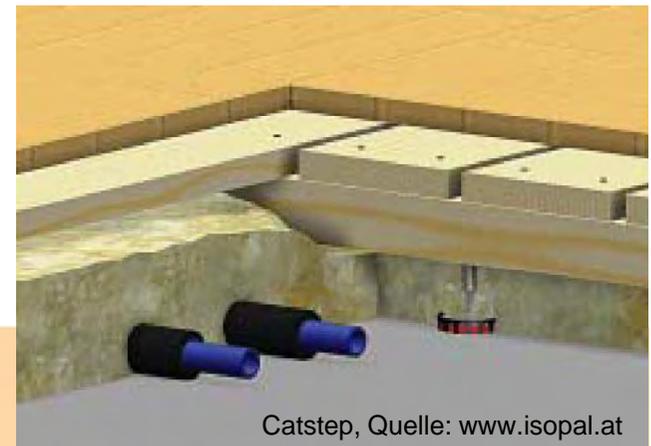
Phoenix Fassade (Quelle: www.wagnersystem.ch)

### Decken

- Fußbodenkonstruktionen
- Vermeiden von geklebten Bodenbelägen (verunreinigen Estrich!)
  - Aufbau des Estrichs hat entscheidenden Einfluss auf dessen Wiederverwertbarkeit (schwimmend!)
  - Demontagefähigkeit der Fußbodenkonstruktion

### Alternativen zu Estrichaufbauten:

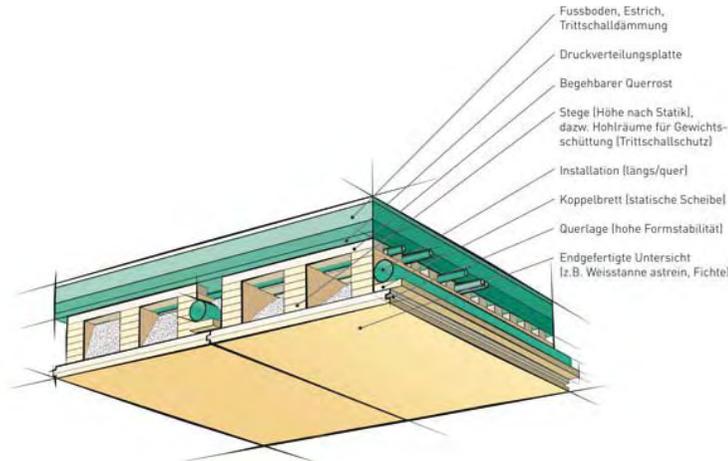
- Fußbodenaufbau mit Trockenestrich
- Doppelbödensysteme
- Polsterholzbodenaufbauten
- höhenverstellbare, trittschalldämmende Distanzfüße, z.B. System „Catstep“



Catstep, Quelle: [www.isopal.at](http://www.isopal.at)

# recyclingfähig konstruieren

### Innovative Deckenkonstruktionen



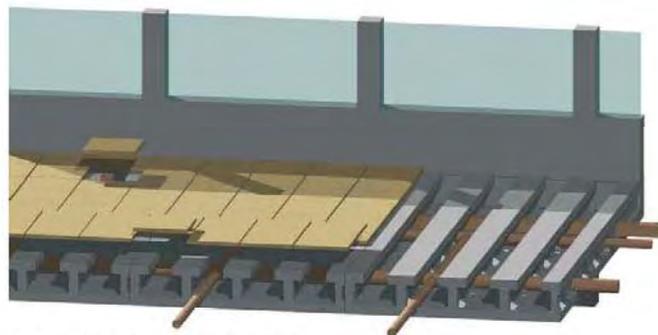
Lignotrend: nach oben offene Brettsper Holz-Rippenelementdecke  
 Quelle: [www.lignotrend.at](http://www.lignotrend.at)



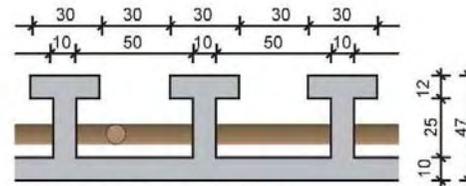
IPYRIGHT BY CREE

[www.creebyhomberg.com](http://www.creebyhomberg.com)

Life Cycle Tower: Holz- Beton- Verbunddecke  
 Quelle: [www.creebyhomberg.at](http://www.creebyhomberg.at)



Quelle: Lehrstuhl für Baukonstruktion 2 und Entwerfen, RWTH Aachen University



exemplarischer Deckenquerschnitt

Forschungsvorhaben „Nachhaltig Bauen mit Beton“ (RWTH Aachen): Stegdecke mit integrierter Haustechnik  
 Quelle: Innovative Konzepte im Massivbau, Beton- und Stahlbetonbau 104 (2009), Heft 1, Ernst & Sohn Verlag für Architektur und technische Wissenschaften

# Haus der Zukunft PLUS

pos architekten ZT-KG

A-1080 Wien, Maria Treu Gasse 3

fon +431-4095265

[www.pos-architecture.com](http://www.pos-architecture.com)

