

Embodied energies Construction materials



Prof. Heiner Lippe
Architecte DPLG



**SUSTAINABLE
ENERGY WEEK**

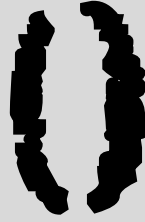
An initiative
of the



European
Commission



Start



Once upon a time ...



... men had to protect aigainst coldness, ...



... against rain and floods ...



... against wind and stormy weather ...



... wild beasts!



So they looked for shelter and found ...



... they invented the fire to heat



But in the warm, friendly protecting shelter, they multiplied incredibly!





Big settlements appeared, displaced nature, ...



... and the sky darkned.





Trying to understand



1. Global Contexte

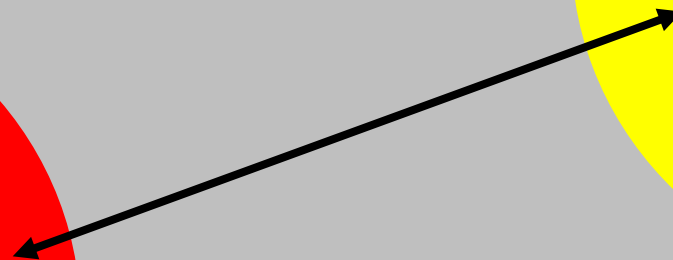
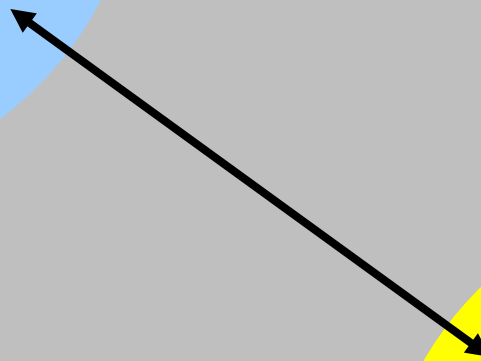
climatic- geopolitic-
economic- culturel-
social issues

2. Thematic Fields

Soil – Air – Water -
Energie

3. Action Levels

Cultured Areas,
Towns, Buildings,
Rooms, Building
Materials, ...



1. Global Contexte

Demographie

Climat

Gender Situation

Acces to internet

Resources

Primary Energy use per capita and year

Technical Skills

Water use per capita and year

Literacy

Political Situation

Gross National Product

Degraded Soil

Deforestation

CO² Emission per capita and year

Emission of Carbon Gaz per capita and year

Educational Situation

Cultural Characteristics

Topographie

2. Thematic Fields

Air

There has to be a balance between all these 4 Elements

- **Soil**
- **Water**
- **Air**
- **Energie**

ENERGIE

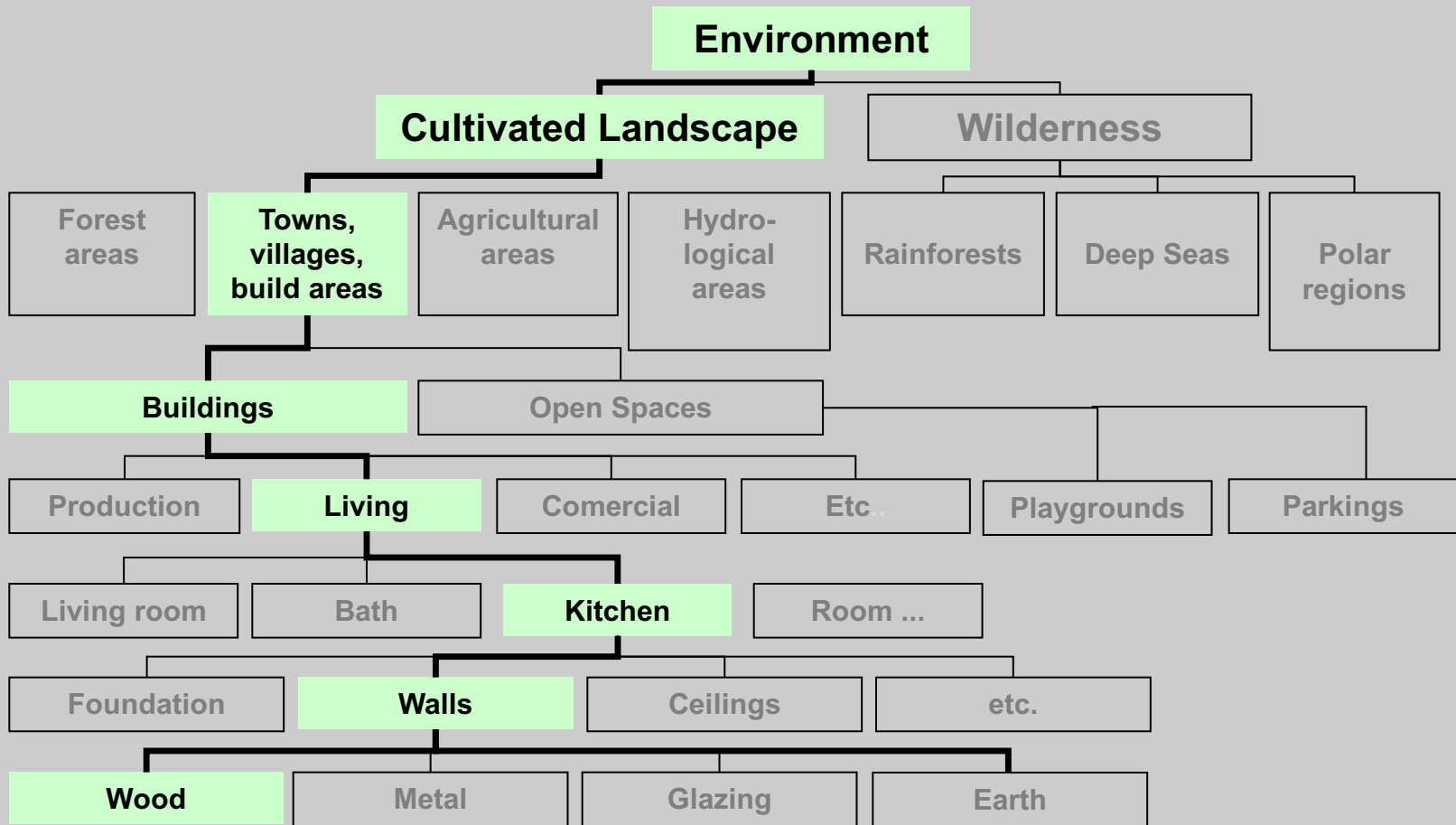
Water

Soil

Our duty:

- 1. Protecting these Resources and**
- 2. Decreasing Emissions**

3. Action Levels





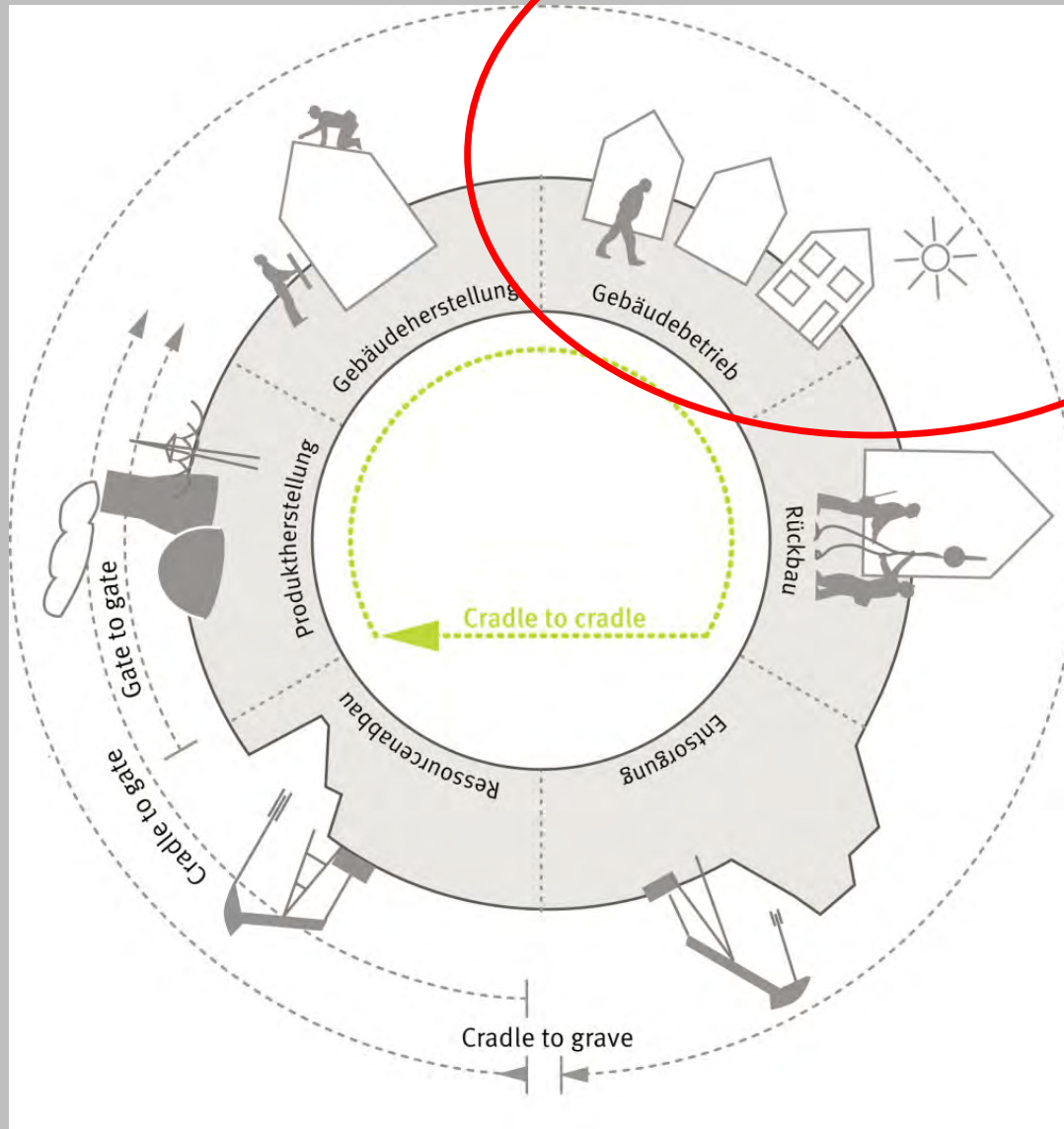
Efficiency?



Construction

Use stage

Production of building materials/elements



De-Construction

Raw material extraction

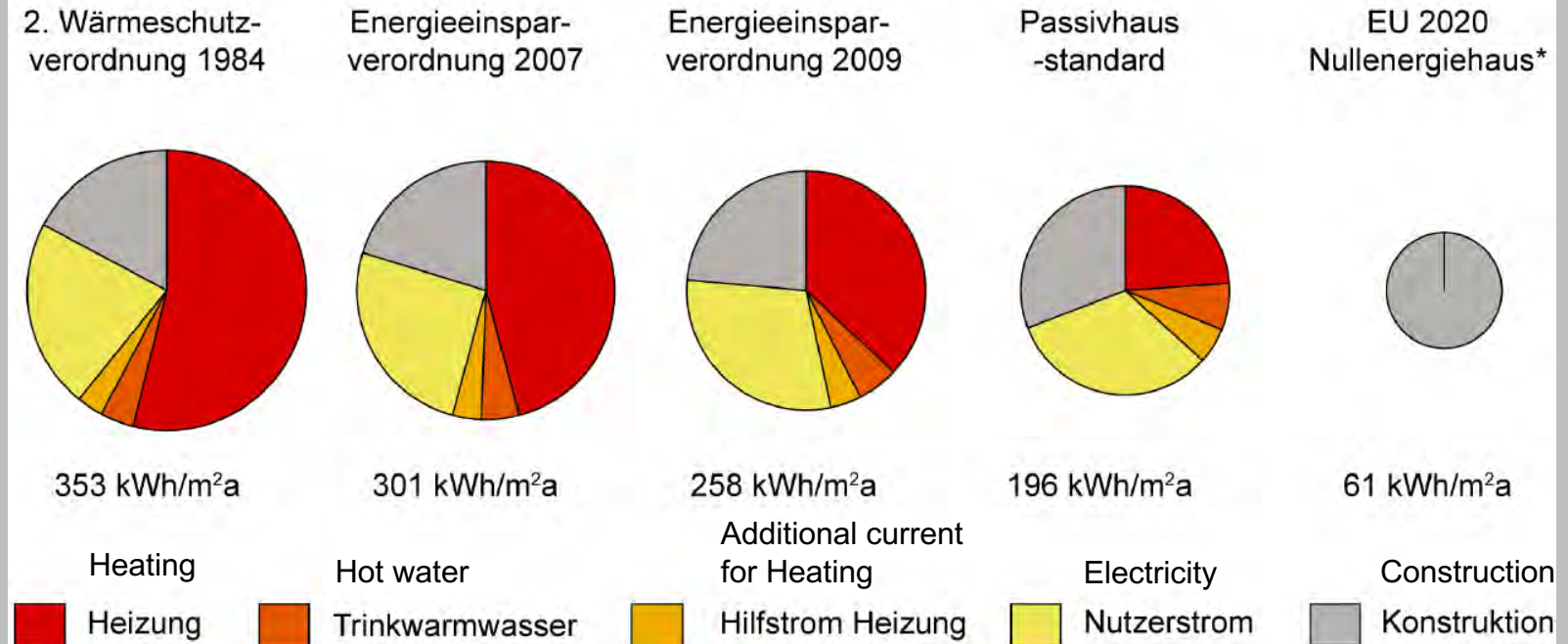
Quelle: Isabell Passig, ina Planungsgesellschaft mbH

(Waste) Disposal

Relation Embodied energy & Energy use

Primärenergiebedarf von Wohngebäuden unterschiedlicher energetischer Standards

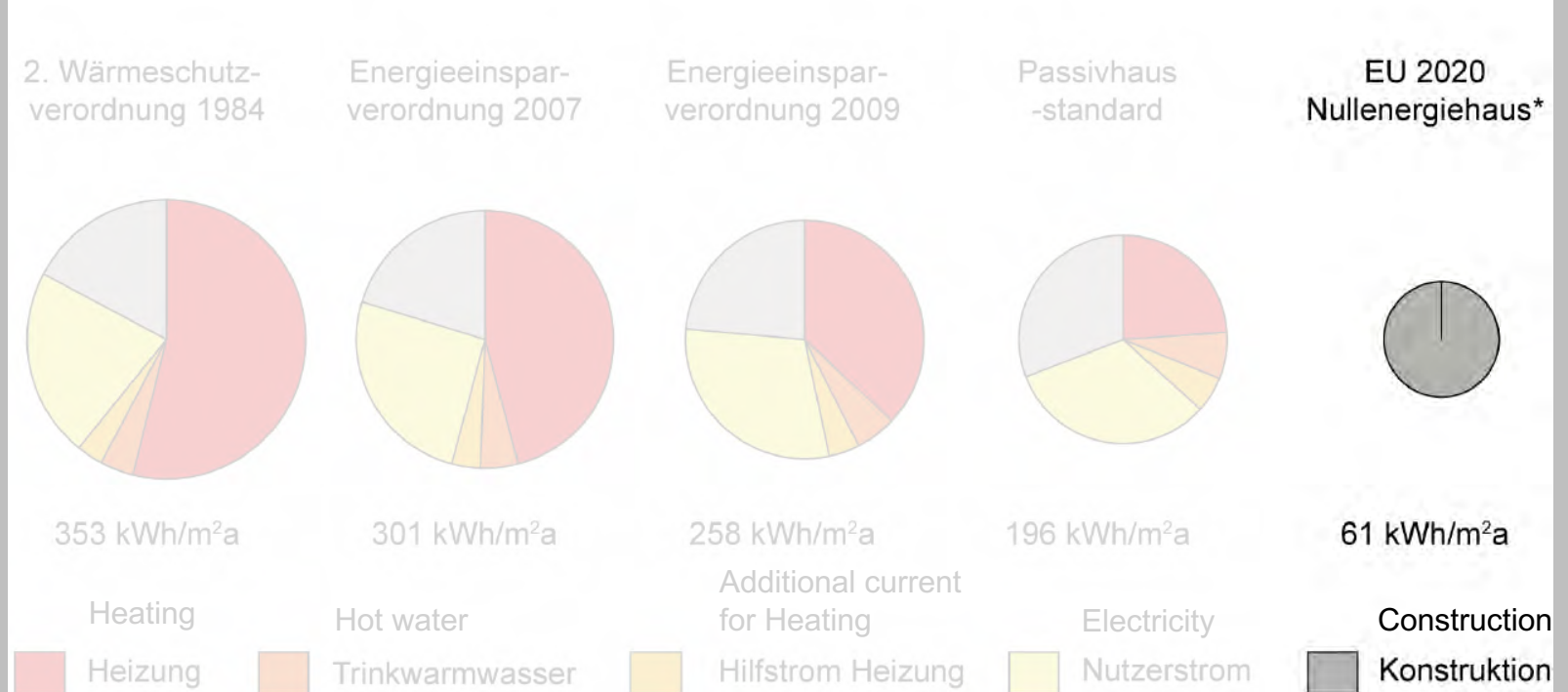
Energy Legislation in Germany -



Relation Embodied energy & Energy use

Primärenergiebedarf von Wohngebäuden unterschiedlicher energetischer Standards

Energy Legislation in Germany -




Quelle: TU Darmstadt, FG Energieeffizientes Bauen / ina Planungsgesellschaft mbH

Relation Embodied energy & Energy use

EU 2020
Nullenergiehaus*



61 kWh/m²a

 Konstruktion



= ca. 100%

New Challenge: embodied energies



Analysing + Quantifying

3

Projektplattform Energie

Leitfaden 01 Ökologische Kenndaten Baustoffe und Bauteile

Ökologische Kenndaten Baustoffe und Bauteile

DIPL.-ING. SANDRO PFOH
DIPL.-ING. FRANZISKA GRIMM

1. EINFÜHRUNG	08
2. NACHHALTIGKEIT UND RESSOURCENEFFIZIENZ	08
2.1 Ökologische Bewertung	08
2.2 Rückbaubarkeit und Recycling	08
2.3 Cradle-to-Cradle	09
3. BAUSTOFFEIGENSCHAFTEN	09
3.1 Mauersteine	09
3.1.1 Mauerziegel	
3.1.2 Porenbeton	
3.1.3 Kalksandstein	
3.2 Beton	11
3.3 Holzbaustoffe	12
3.4 Dämmstoffe	12
4. KENNDATEN VON BAUSTOFFEN	13
5. VERGLEICH AUSSENBAUTEILE	20
5.1 Untersuchte Bautellaufbauten	20
5.2 Systemgrenzen und Betrachtungsrahmen	24
5.3 Ergebnisse Primärenergie	24
5.3.1 Nicht erneuerbare Primärenergie	
5.3.2 Erneuerbare Primärenergie	
5.3.3 Primärenergie gesamt	
5.4 Treibhauspotenzial	27
5.5 Weitere Wirkungskategorien	28

DIPL.-ING. PATRICIA SCHNEIDER

6. ZUSAMMENFASSUNG	31
---------------------------	-----------

DIPL.-ING. SANDRO PFOH
DIPL.-ING. FRANZISKA GRIMM

Ecological Data of Building
Materials
and
Building Components

Bauindustrie Bayern + Technische
Universität München (2015)

Mineralische Baustoffe

Tab. 1: Kenndaten von mineralischen Baustoffen

Quelle: ÖKOBAUDAT 2011, DIN 4108-4, DIN EN ISO 10456

		Rohdichte	Primärenergieinhalt nicht erneuerbar		Wärmeleit- fähigkeit	Diffusionswider- standszahl
		ρ	PEI	PEI	λ_n	μ
		kg/m ³	MJ/m ²	kWh/m ²	W/(mK)	
Ziegel	Mauerziegel Durchschnitt, Poroton	740	1.181	328	0,14	5/10
	Perlitegefüllte Ziegel S, Poroton	800	1.743	484	0,09 – 0,11	5/10
Porenbeton	Porenbeton P2 04 unbewehrt	380	1.387	385	0,11	5/10
	Porenbeton P4 05 unbewehrt	472	2.308	641	0,15	5/10
Kalksandstein	Kalksandstein Mix	2.000	2.483	690	1,1	15/26
Lehm	Lehmstein	1.200	1.440	400	0,47	5/10
	Stampflehm- wand	2.000	108	30	1,1	5/10
Beton	Transportbeton C20/25	2.385	1.133	315	2,00	80/130
	Beton- Mauersteine	2.000	1.385	379	1,35	70/150
	Bims Leicht- beton Planstein Außenwand	500	744	207	0,15	5/15
	Blähton Leicht- beton Planstein Außenwand	500	1.882	623	0,18	5/15
	Betonfertigteile Decke	2.520	5.173	1.437	2,5	80/130
	Betonfertigteile Wand	2.427	2.588	719	2,5	80/130
Glas	Glasbausteine	1.800	34.522	9.589	0,58	∞
	Isoliervglas 2-Scheiben	2.500	53.709	14.919	0,8 – 1,1	∞
Gips	Gipskartonplatte	800	2.987	830	0,25	4/10
	Gipsfaserplatte	1.000	5.505	1.529	0,37	5/10

Ecological Data of Building Materials and Building Components

Bauindustrie Bayern + Technische
Universität München (2015)

Gegenüberstellung Baustoffe

Tab. 5: Übersicht Eigenschaften unterschiedlicher Baustoffe

	Ziegel	Porenbeton	Kalksandstein	Beton	Holz und Holzbaustoffe	Lehm	Glas	Metalle
Natürliche Rohstoffe	+	+	+	-	+	+	+	+
Primärenergiegehalt	-	-	-	-	+	+	-	-
Transportweg	+	+	+	+	+	+	-	-
CO ₂ -Ausstoß	-	-	-	-	+	+	-	-
Recyclingfähigkeit	-	+	+	-	+	+	+	+
Druckfestigkeit/Tragfähigkeit	+	+	+	+	+	-	-	+
Verarbeitung	+	+	-	-	+	+	-	-
Raumklima	+	+	+	+	+	+	-	-
Wärmedämmung	+	+	-	-	+	+	-	-
Schallschutz	+	-	+	+	-	+	-	-
Brandschutz	+	+	+	+	-	+	+	-
Feuchteschutz	+	-	+	+	-	+	-	-

Ecological Data of Building Materials and Building Components

Bauindustrie Bayern + Technische Universität München (2015)



Royal Institution of Chartered Surveyors

Embodied carbon

Operational carbon (regulated energy)

Typical projects

Low-carbon
projects (current
best practice)

Zero-carbon
projects



The ratio of embodied to operational carbon increases as Building Regulations are revised

Product



Construction



Use



End of life



**Level of
uncertainty**



**What is the exact
specification of
the building
elements
to be installed?**



**How much
energy will be
used when
transporting
and assembling
the building
materials?**



**How often
will individual
elements be
replaced?**

**Will the building
be refurbished?**

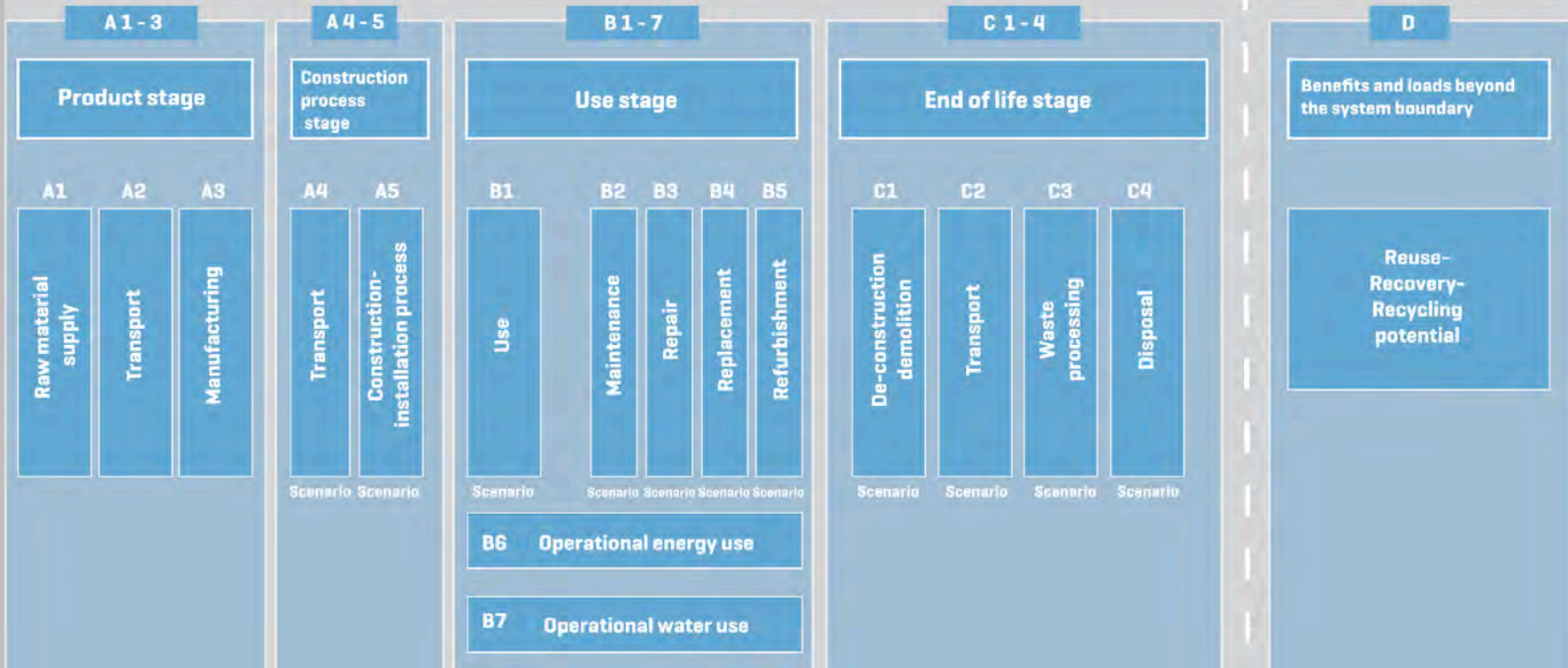


**What will happen
to the building
in 60 years?**

Building Assessment Information

Building Life Cycle Information

Supplementary information beyond the building life cycle



Building life cycle stages (adapted from BS EN 15978:2011)

DIN EN 15804:2014-07
EN 15804:2012+A1:2013 (D)

INFORMATIONEN ZUR GEBÄUDEBEURTEILUNG																
ANGABEN ZUM LEBENSZYKLUS DES GEBÄUDES										ERGÄNZENDE INFORMATIONEN AUßERHALB DES LEBENSZYKLUS DES GEBÄUDES						
A 1-3			A 4-5		B 1-7					C 1-4				D		
HERSTELLUNGSPHASE			ERRICHTUNGSPHASE		NÜTZUNGSPHASE					ENTSORGUNGSPHASE						
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	C1	C2	C3	C4	D		
Materialherstellung	Transport	Herstellung	Transport	Bau / Einbau	Aufzug	Inbetriebnahme, Wartung, Reinigung	Reparatur	Auslaufen, Ersatz	Verbesserung, Modernisierung	Abrieb	Transport	Abfallbewirtschaftung	Deponierung	Vorfälle und Belastungen außerhalb der Systemgrenzen		
Szenario			Szenario		Szenario					Szenario				Wasseranwendungs- Rückgewinnungs- Recycling- Potential		
					B6 betrieblicher Energieeinsatz											
					Szenario											
					B7 betrieblicher Wassereinsatz											
					Szenario											
EPD	Von der Wiege bis zum Werkstoff deklarierter Einheitswert		Pflicht									kein RSL				
	Wiege des Werkstoff mit Optionen deklarierter Einheitswert / funktioneller Einheitswert		Pflicht		Einbeziehung optional 1) 2)		Einbeziehung optional 1) 2)		Einbeziehung optional 1) 2)			Einbeziehung optional 1) 2)			RSL 2)	Einbeziehung optional
	Von der Wiege bis zur Baureife funktioneller Einheitswert		Pflicht		Pflicht 1) 2)		Pflicht 1) 2)		Pflicht 1) 2)			Pflicht 1) 2)			RSL 2)	Einbeziehung optional

- 1) Einbeziehung für ein deklariertes Szenario
2) Wenn alle Szenarien gegeben sind

Bild 1 — Arten der EPD nach einbezogenen Phasen des Lebenszyklus und Phasen des Lebenszyklus und Module für die Beschreibung und Beurteilung des Gebäudes

DIN EN 15804

DIN

ICS 91.010.99

Ersatz für
DIN EN 15804:2012-04**Nachhaltigkeit von Bauwerken –****Umweltproduktdeklaration
Grundregeln für die Produktkategorie Bauprodukte;
Deutsche Fassung EN 15804:2012+A1:2013**Sustainability of construction works –
Environmental product declarations
Core rules for the product category of construction products;
German version EN 15804:2012+A1:2013Contribution des ouvrages de construction au développement durable –
Déclarations environnementales sur les produits –
Règles régissant les catégories de produits de construction;
Version allemande EN 15804:2012+A1:2013**Nachhaltigkeit von Bauwerken –
Umweltproduktdeklarationen –
Grundregeln für die Produktkategorie Bauprodukte;
Deutsche Fassung EN 15804:2012+A1:2013****Sustainability of construction works –
Environmental product declarations –
Core rules for the product category of construction products;
German version EN 15804:2012+A1:2013****Contribution des ouvrages de construction au développement durable –
Déclarations environnementales sur les produits –
Règles régissant les catégories de produits de construction;
Version allemande EN 15804:2012+A1:2013**

Gesamtumfang 68 Seiten

Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN

EUROPÄISCHE NORM
EUROPEAN STANDARD
NORME EUROPÉENNE

EN 15804:2012+A1

November 2013

ICS 91.010.99

Ersatz für EN 15804:2012

Deutsche Fassung

Umweltproduktdeklarationen –
BauprodukteContribution des ouvrages de construction au développement durable –
Déclarations environnementales sur les produits –
Règles régissant les catégories de produits de construction

Version allemande EN 15804:2012+A1:2013

Anforderungen festgelegt sind, unter denen die in dem letzten Stand befindliche Listen der Normen des CEN-CENELEC oder bei jedem CEN-

eine Fassung in einer anderen Sprache, gemacht und dem Management-

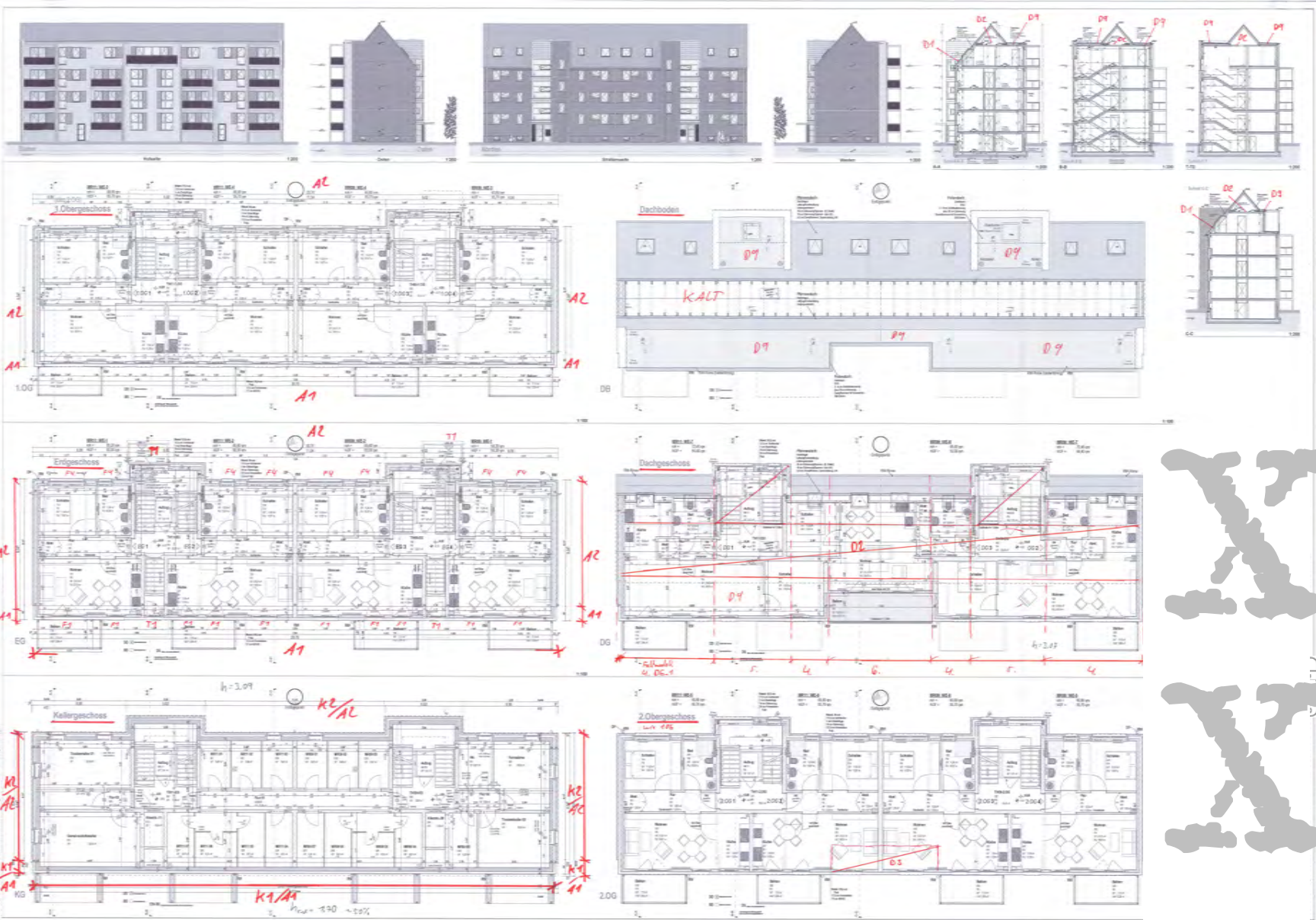
Land, der ehemaligen jugoslawischen Länder, Litauen, Luxemburg, Malta, Österreich, Slowakei, Slowenien, Spanien, der

EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

CEN-CENELEC Management-Zentrum: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel



Arithmetical Approach



Example: Small Apartement Building, Northern Germany; 16 unites

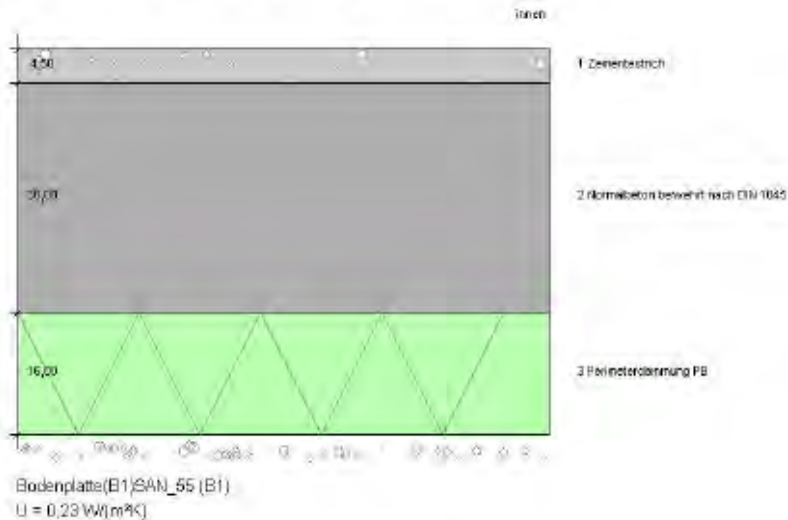
Wärmeverluste der thermischen Gebäudehülle

Bauteil	U-Wert W/m ² K	Fläche A m ²	L _D W/K
Außenwand_Hof (A1) SAN_55 (A1)	A1 0,160	255 13 %	50 8 %
Außenwand_Verblender (A2) SAN_55 (A2)	A2 0,169	482 24 %	98 17 %
Bodenplatte (B1) SAN_55 (B1)	B1 0,230	321 16 %	41 7 %
Dach (D1) SAN_55 (D1)	D1 0,135	304 15 %	51 9 %
Dachterrasse (D3)	D3 0,259	9 0 %	3 0 %
Dachflächenfenster (F5)	F5 1,500	5 0 %	7 1 %
Fenster_Nord (F4) SAN_55 (F4)	F4 0,950	103 5 %	101 17 %
Fenster_Süd (F1) SAN_55 (F1)	F1 0,950	142 7 %	140 24 %
Kellerwand (K1) SAN_55 (K1)	K1 0,235	102 5 %	18 3 %
Kellerwand_Verblender (K2) SAN_55 (K2)	K2 0,257	157 8 %	30 5 %
Stb.-Dach (D4)	D4 0,154	85 4 %	16 3 %
Tuer (T1) SAN (T1)	T1 1,800	18 1 %	33 6 %
		1982 100 %	588 100 %
Interne Berechnung mit reellen Zahlen, Zwischenergebnisse sind auf ganze Zahlen gerundet. Wärmeverluste ohne Wärmebrückenzuschlag			

Repartition of the Building Elements

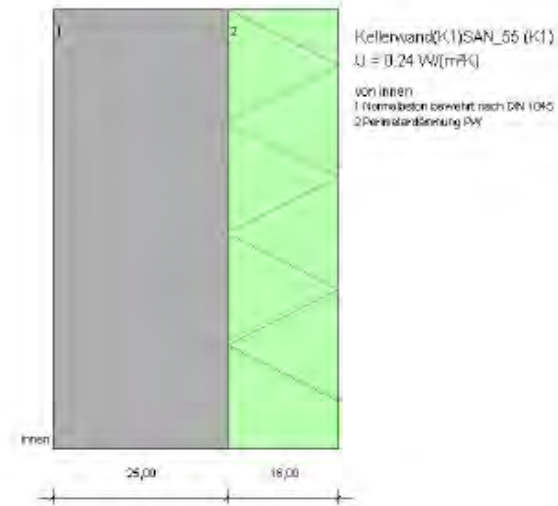
Example: Small Apartement Building, Northern Germany; 16 unites

Bauteil: Bodenplatte (B1) SAN_55 (B1)



Bauteiltyp "Fußboden gegen Erdreich"
mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,17$ und $R_{se} = 0,00 \text{ m}^2\text{K/W}$

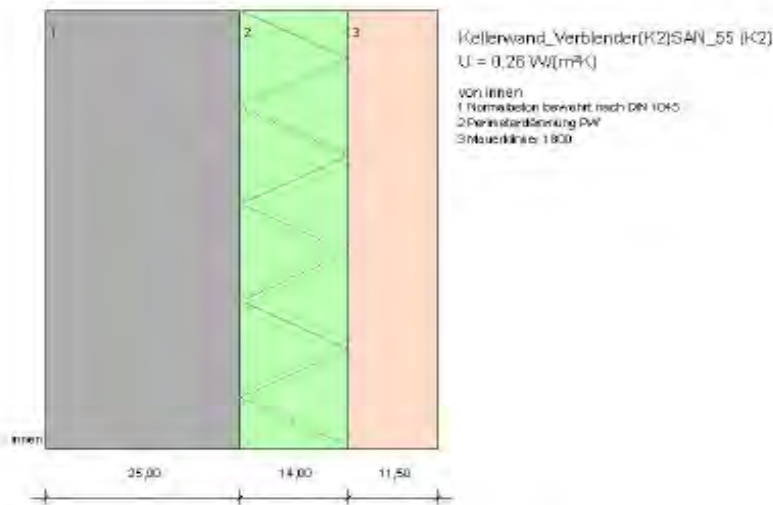
Bauteil: Kellerwand (K1) SAN_55 (K1)



Bauteiltyp "Außenwand gegen Erdreich"
mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,13$ und $R_{se} = 0,00 \text{ m}^2\text{K/W}$

Detailing of some Building Elements

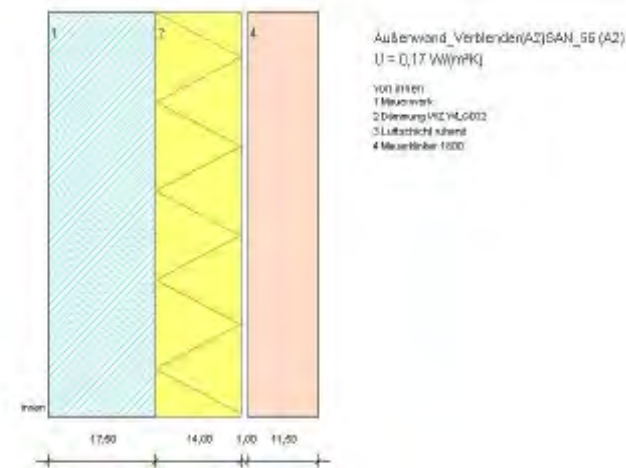
Bauteil: Kellerwand_Verblender (K2) SAN_55 (K2)



Kellerwand unterhalb des Verblendmauerwerks

Bauteiltyp "Außenwand gegen Erdreich"
mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,13$ und $R_{se} = 0,00 \text{ m}^2\text{K/W}$

Bauteil: Außenwand_Verblender (A2) SAN_55 (A2)



Wandbereich zur Straße und an den Giebelseiten

Bauteiltyp "Außenwand"
mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,13$ und $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$

Example: Small Apartment Building, Northern Germany; 16 unites



Datenbanken

- ÖKOBAUDAT
- Zusätzliche Datensätze
- Englischsprachige Datensätze

Die ÖKOBAUDAT (aktuelle Version: 2016-I vom 18.05.2016) wird im Rahmen des Bewertungssystems Nachhaltiges Bauen (BNB) als verbindliche Datenbasis adressiert. Alle ÖKOBAUDAT-Datensätze sind konform zur DIN EN 15804 und auf Basis von **GaBi-Hintergrunddaten** berechnet. Die EPD-Datensätze erfüllen die Anforderungen an die „Grundsätze zur Aufnahme von Ökobilanzdaten in die ÖKOBAUDAT“.

ÖKOBAUDAT -> 1. Mineralische Baustoffe -> 1.3 Steine und Elemente

- 1.3.01 Kalksandstein
- 1.3.02 Ziegel
- 1.3.03 Porenbeton
- 1.3.04 Leichtbeton
- 1.3.05 Betonfertigteile und Betonwaren
- 1.3.06 Steinzeug
- 1.3.07 Fliesen und Platten
- 1.3.08 Naturwerkstein

ÖKOBAUDAT

German Database for LCA Calculating

Administrative Information

Umweltindikatoren

Parameter zur Beschreibung des Ressourceneinsatzes und sonstige Umweltinformationen

Indikator	Richtung	Einheit	Herstellung A1-A3	Transport A4	Beseitigung C4	Recyclingpotential D
Erneuerbare Primärenergie als Energieträger (PERE)	Input	MJ	22.2	-	-	-
Erneuerbare Primärenergie zur stofflichen Nutzung (PERM)	Input	MJ	0	-	-	-
Total erneuerbare Primärenergie (PERT)	Input	MJ	22.2	0.599	0.749	-45.7
Nicht-erneuerbare Primärenergie als Energieträger (PENRE)	Input	MJ	817.2	-	-	-
Nicht-erneuerbare Primärenergie zur stofflichen Nutzung (PENRM)	Input	MJ	712.8	-	-	-
Total nicht erneuerbare Primärenergie (PENRT)	Input	MJ	1.53E+3	10.1	7.58	-477
Einsatz von Sekundärstoffen (SM)	Input	kg	0	0	0	-
Erneuerbare Sekundärbrennstoffe (RSF)	Input	MJ	0	0	0	0
Nicht-erneuerbare Sekundärbrennstoffe (NRSF)	Input	MJ	0	0	0	0
Einsatz von Süßwasserressourcen (FW)	Input	m³	0.257	0.000578	0.115	-0.071
Gefährlicher Abfall zur Deponie (HWD)	Output	kg	0.00866	0.0000233	0	0
Entsorgter nicht gefährlicher Abfall (NHWD)	Output	kg	0.191	0.002	0.41	-0.179
Entsorgter radioaktiver Abfall (RWD)	Output	kg	0.0167	0.000145	0.000442	-0.0272
Komponenten für die Wiederverwendung (CRU)	Output	kg	0	0	0	-
Stoffe zum Recycling (MFR)	Output	kg	0	0	0	-
Stoffe für die Energierückgewinnung (MER)	Output	kg	0	0	0	-
Exportierte elektrische Energie (EEE)	Output	MJ	0	0	95.7	-
Exportierte thermische Energie (EET)	Output	MJ	0	0	228	-

ÖKOBAUDAT

Data Example

Unfortunately most Data are only available for the 3 first Steps A1-A3

Parameter zur Beschreibung der Umweltwirkungen

Indikator	Einheit	Herstellung A1-A3	Transport A4	Beseitigung C4	Recyclingpotential D
Globales Erwärmungspotenzial (GWP)	kg CO ₂ -Äq.	52.5	0.74	59.5	-31.3
Abbau Potential der stratosphärischen Ozonschicht (O) (PC) (AF)	kg CFC11-Äq.	2.73E-7	1.54E-11	1.55E-10	-9.49E-9
Herstellung A1-A3	52.5	0.74	Beseitigung C4	59.5	Recyclingpotential D
52.5	0.74	59.5	-31.3		
Eutrophierungspotenzial (EP)	kg PO ₄ (3)-Äq.	0.0109	0.000462	0.000722	-0.00487
Potenzial für den abiotischen Abbau nicht fossiler Ressourcen (ADPE)	kg Sb-Äq.	0.0000202	3.4E-8	7.95E-7	-0.0000324
Potenzial für den abiotischen Abbau fossiler Brennstoffe (P) (AF)	MJ	1.49E+3	10.1	6.51	-411

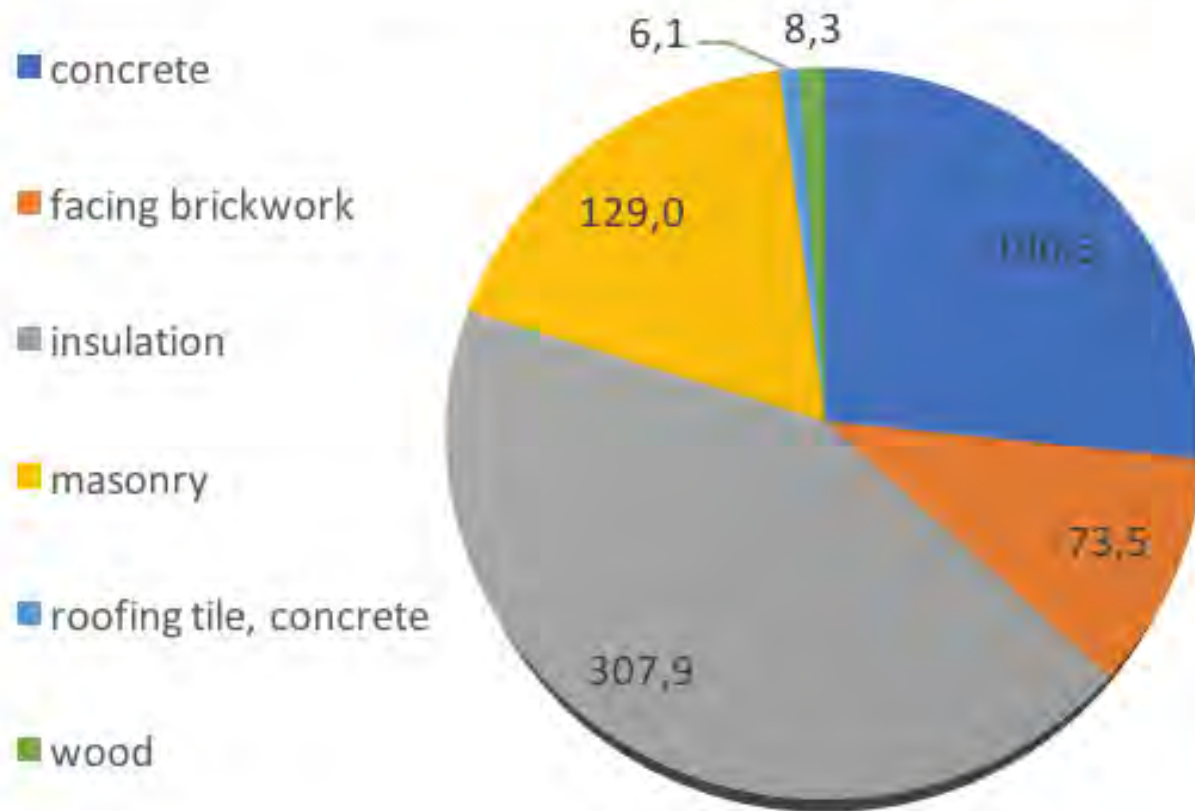
A1-A3 Product Stage

A4 Transport

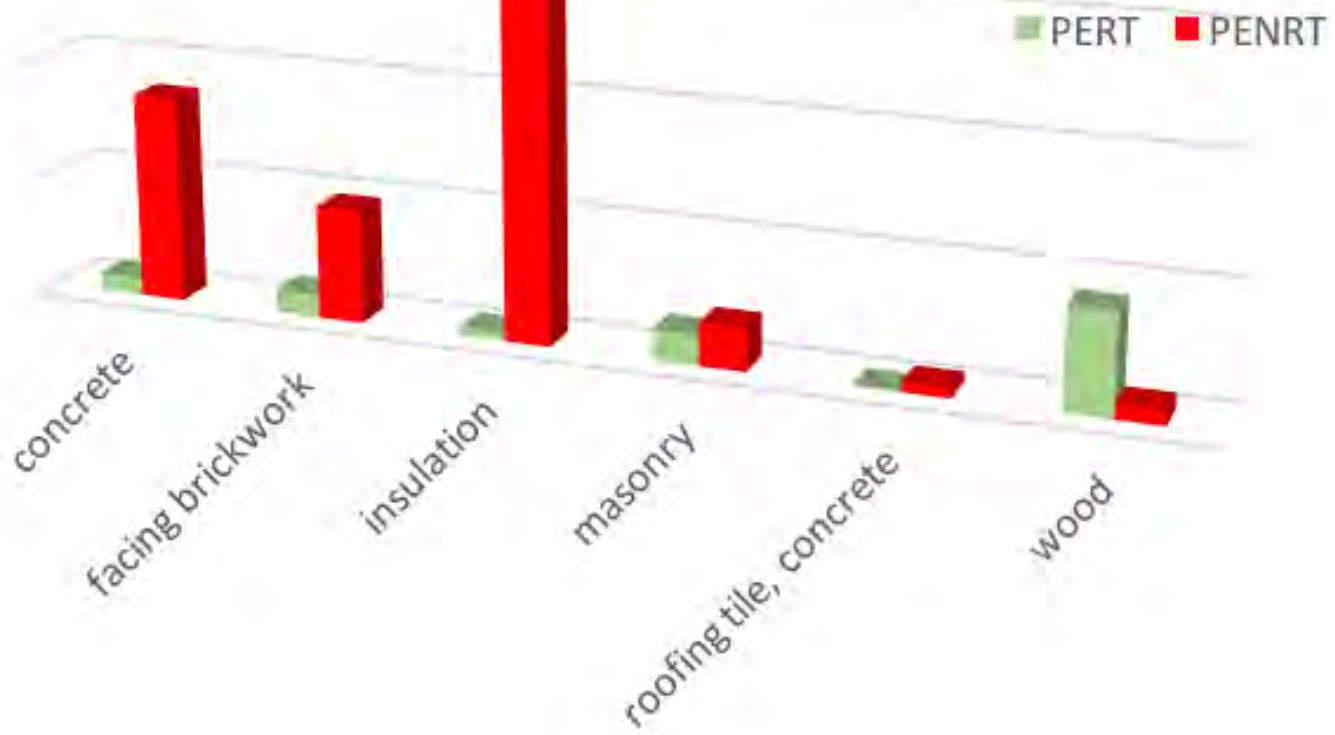
C4 End of Life

D Other Benefits

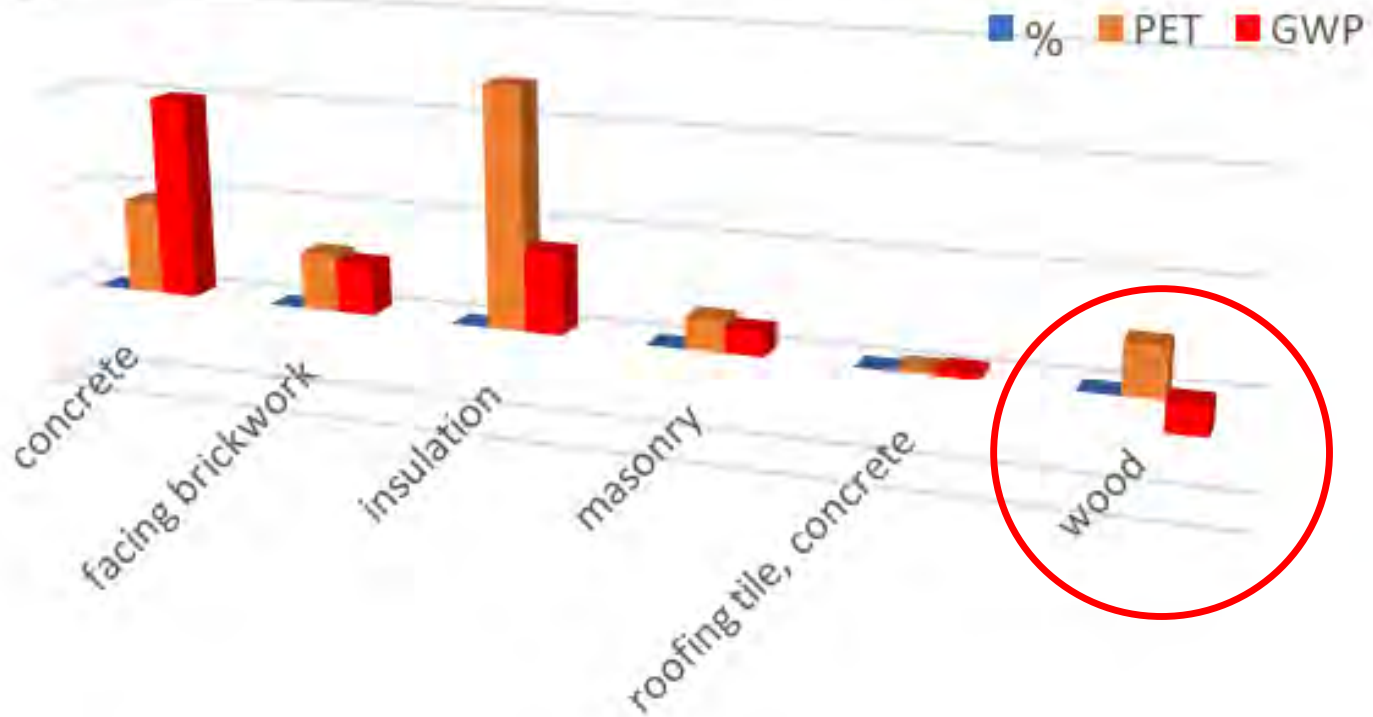
Material proportions, values in cbm



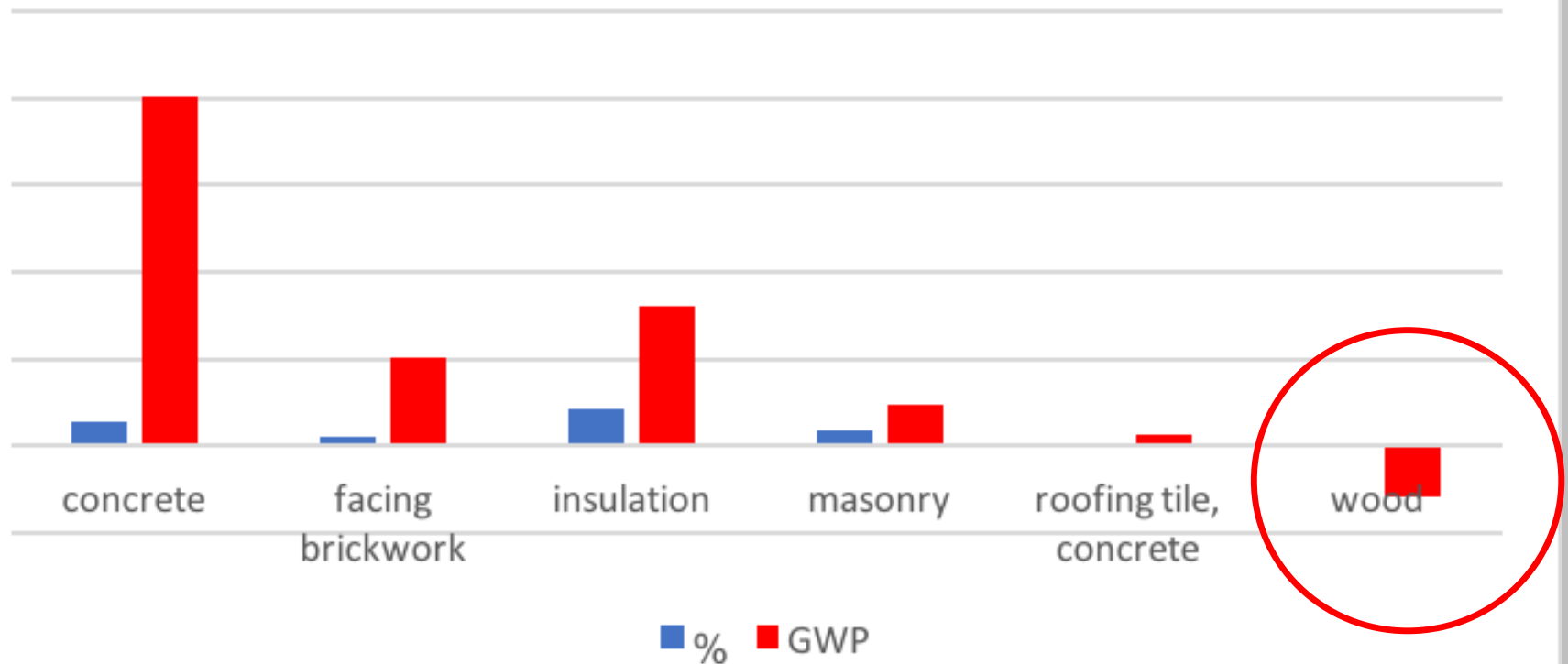
Primary energies (MJ) renewable - non renewable



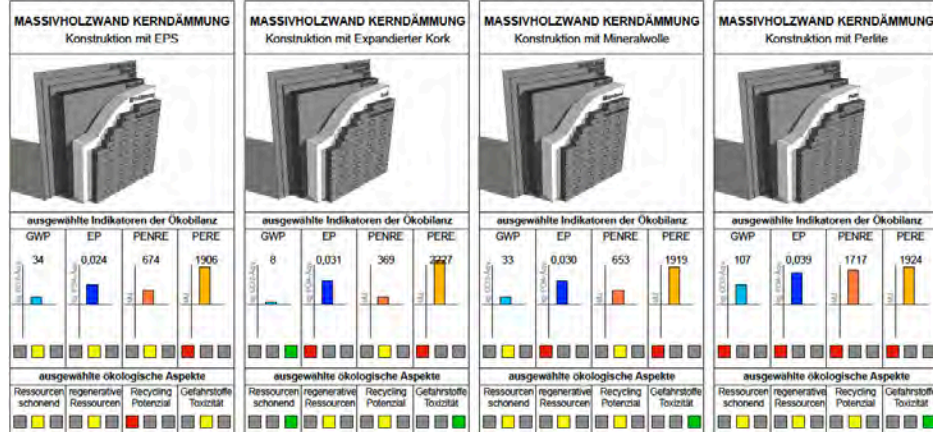
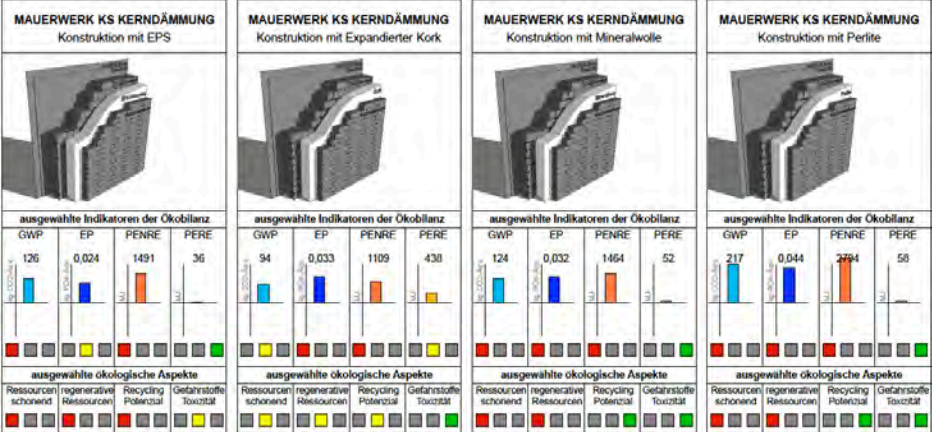
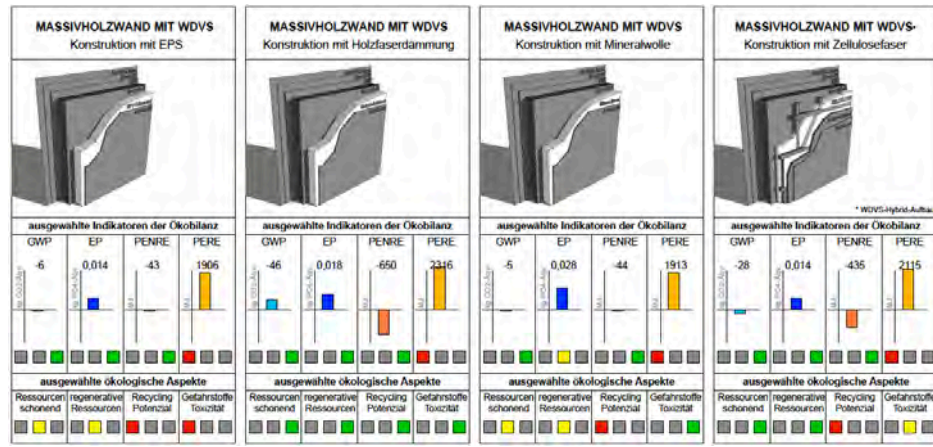
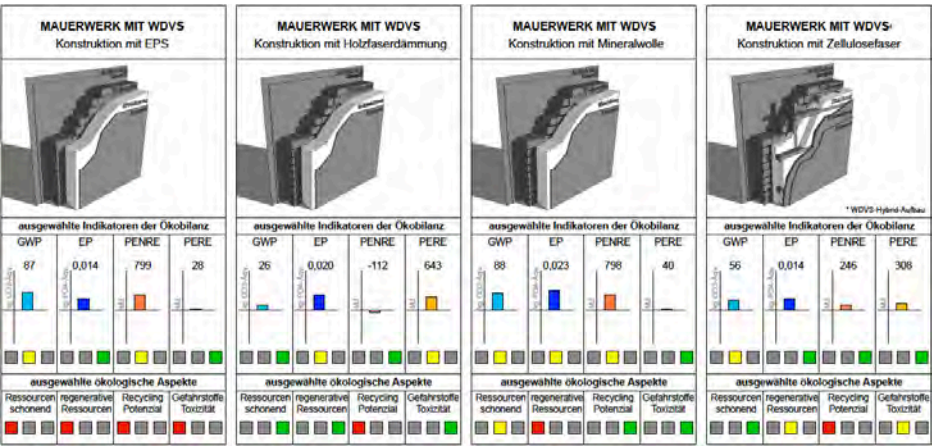
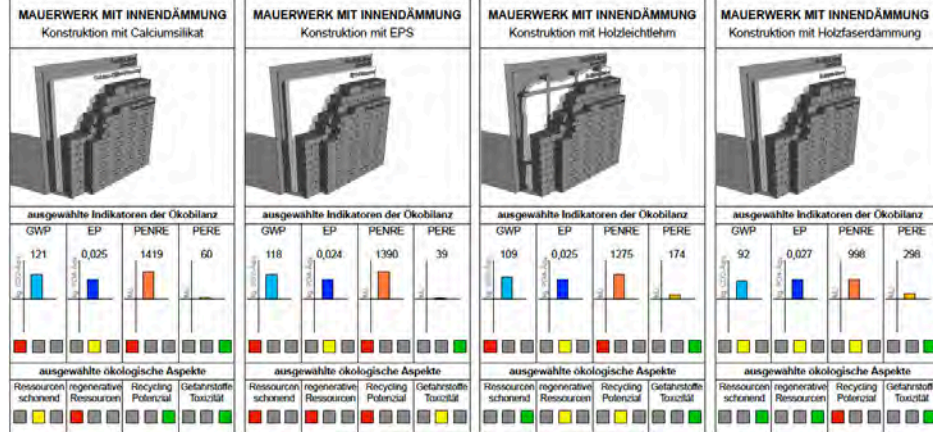
Total Primary Energies (MJ) and Global Warming Potential



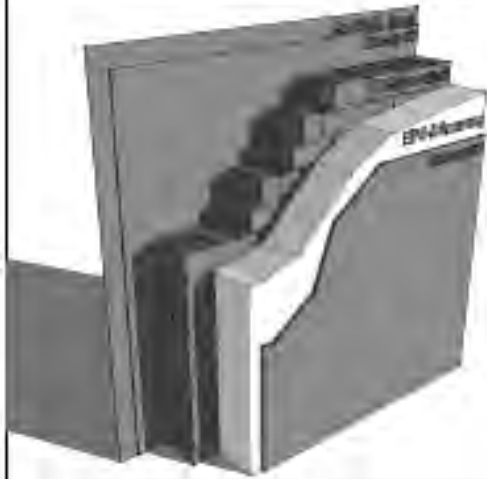
Percentage of Material (masse) and Global Warming Potential



5 different types of Walls with 4 different kinds of insulation each

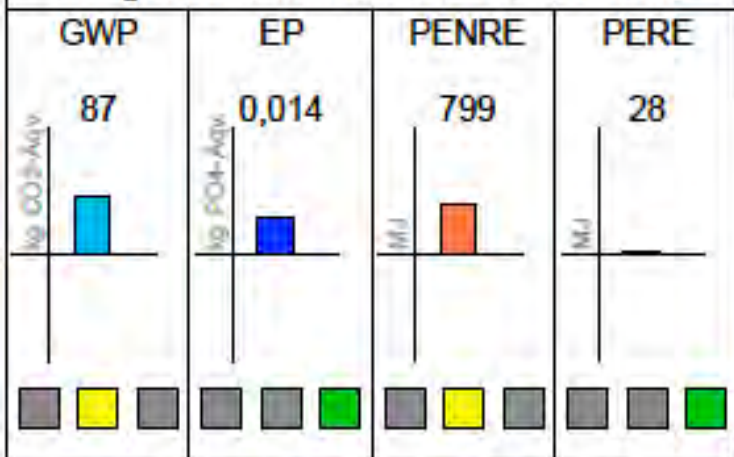


MAUERWERK MIT WDVS Konstruktion mit EPS



Polystyrene

ausgewählte Indikatoren der Ökobilanz



ausgewählte ökologische Aspekte



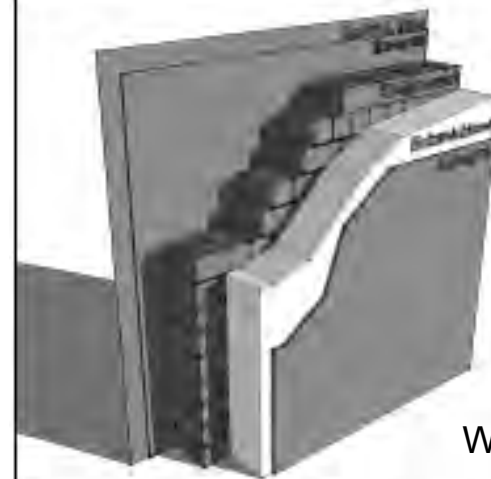
Way to insulate
Insulation material

Selected indicators



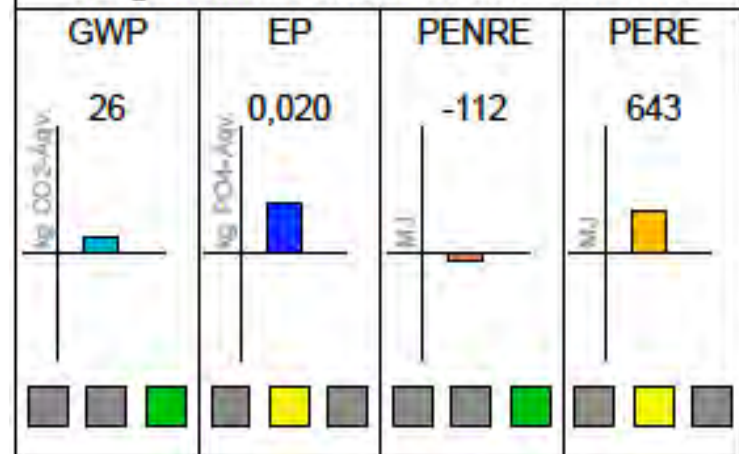
Selected
ecological aspects

MAUERWERK MIT WDVS Konstruktion mit Holzfaserdämmung

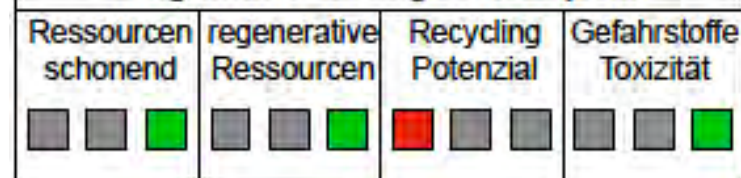


Wooden fibers

ausgewählte Indikatoren der Ökobilanz



ausgewählte ökologische Aspekte



5.2 Arten von EPD hinsichtlich der erfassten Phasen des Lebenszyklus

Die ökobilanzbasierten Informationen einer EPD können Folgendes enthalten (siehe Bild 1):

- Nur die Herstellungsphase. Eine solche EPD umfasst die Bereitstellung der Rohstoffe, den Transport, die Herstellung und damit verknüpfter Prozesse. Diese EPD wird als „von der Wiege bis zum Werkstor“ (cradle to gate) bezeichnet und wird eine EPD, die auf den Informationsmodulen A1 bis A3 beruht;
- die Herstellungsphase sowie weitere ausgewählte Phasen des Lebenszyklus. Eine solche EPD wird als „von der Wiege bis zum Werkstor mit Optionen“ bezeichnet und wird eine EPD, die auf den Informationsmodulen A1 bis A3 zuzüglich weiterer ausgewählter optionaler Module beruht, z. B. die die Entsorgung beschreibenden Module C1 bis C4. Das Informationsmodul D kann in diese EPD einbezogen werden;
- den Lebenszyklus eines Produkts entsprechend den Systemgrenzen (siehe 8.3.4). In diesem Fall umfasst die EPD die Herstellungsphase, den Einbau ins Gebäude, die Nutzung und Inspektion, Wartung und Reinigung, Austausch und Ersatz, Abriss, Abfallbehandlung für die Wiederverwendung, Rückgewinnung, Recycling und Beseitigung. Eine solche EPD wird als „von der Wiege bis zur Bahre“ (cradle to grave) bezeichnet und wird eine EPD für Bauprodukte, die auf einer Ökobilanz basiert, d.h. die alle Informationsmodule A1-C4 berücksichtigt. In diese EPD kann das Informationsmodul D einbezogen werden.



6

Data Claiming!











Amendements





1. Incorporate the validation of calculated EPC*s with **measured operational performance data**. Only validated EPCs should be used to underpin any financial instruments or performance contracting; (*Energy Performance Certificate)
2. Energy retrofits need to be incentivised and regulated as part of **overall functional and aesthetic upgrades of buildings** in order to speed up the energy efficiency of the existing building stock;
3. Recognise the need to target improvements across all four pillars of building performance: **consumption of natural resources, indoor environmental quality, occupant satisfaction and value over the life-cycle of a building**;
4. Energy efficiency of Buildings needs to be defined in a lifecycle perspective. **Life Cycle Costing (LCC)** and **Life Cycle Assessment (LCA)** methods need to be integrated in the cost efficiency and energy performance standards and benchmarks;
5. **Open Big Data** – Harmonise reporting metrics across nation states and between calculated and achieved performance and put in place disclosure requirements to ensure the rapid and continuous improvement of energy efficiency measures and technologies.



ARCHITECTS' COUNCIL OF EUROPE
CONSEIL DES ARCHITECTES D'EUROPE

1. **Reducing the consumption of natural resources**, including energy, water, materials, the creation of waste and environmental impacts;
2. **Improving indoor environmental quality** including indoor air quality, thermal comfort, daylight, acoustics, biophilia;
3. **Raising occupant satisfaction** including occupants' health and their perception of building functionality, indoor environmental quality and how the building meets their needs;
4. **Increasing value** as demonstrated by lower lifecycle cost, higher market value, greater adaptability and resilience to changes of use and climate.



professor heiner lippe – architekt BDB – B.A.U. –DVL
EUSEW – European Sustainability and Energy Week – Brussels
Energy Day 22. June 2017

Impressions













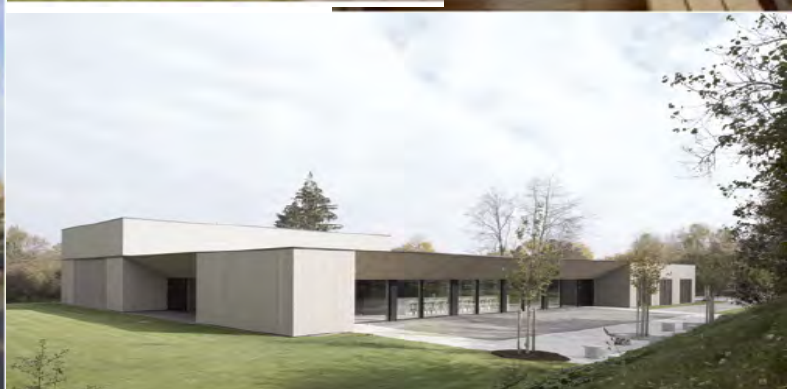






Deutscher
Holzbau
Preis **2017**





**... „we are responsible for every of our acts, but
also for not acting at all! ” ...**

Lao-Tse, (~3000 BC)

Voltaire (1694-1778)

Renewable Energies

#

Renewable Resources

#

Design

#

Functionality

#

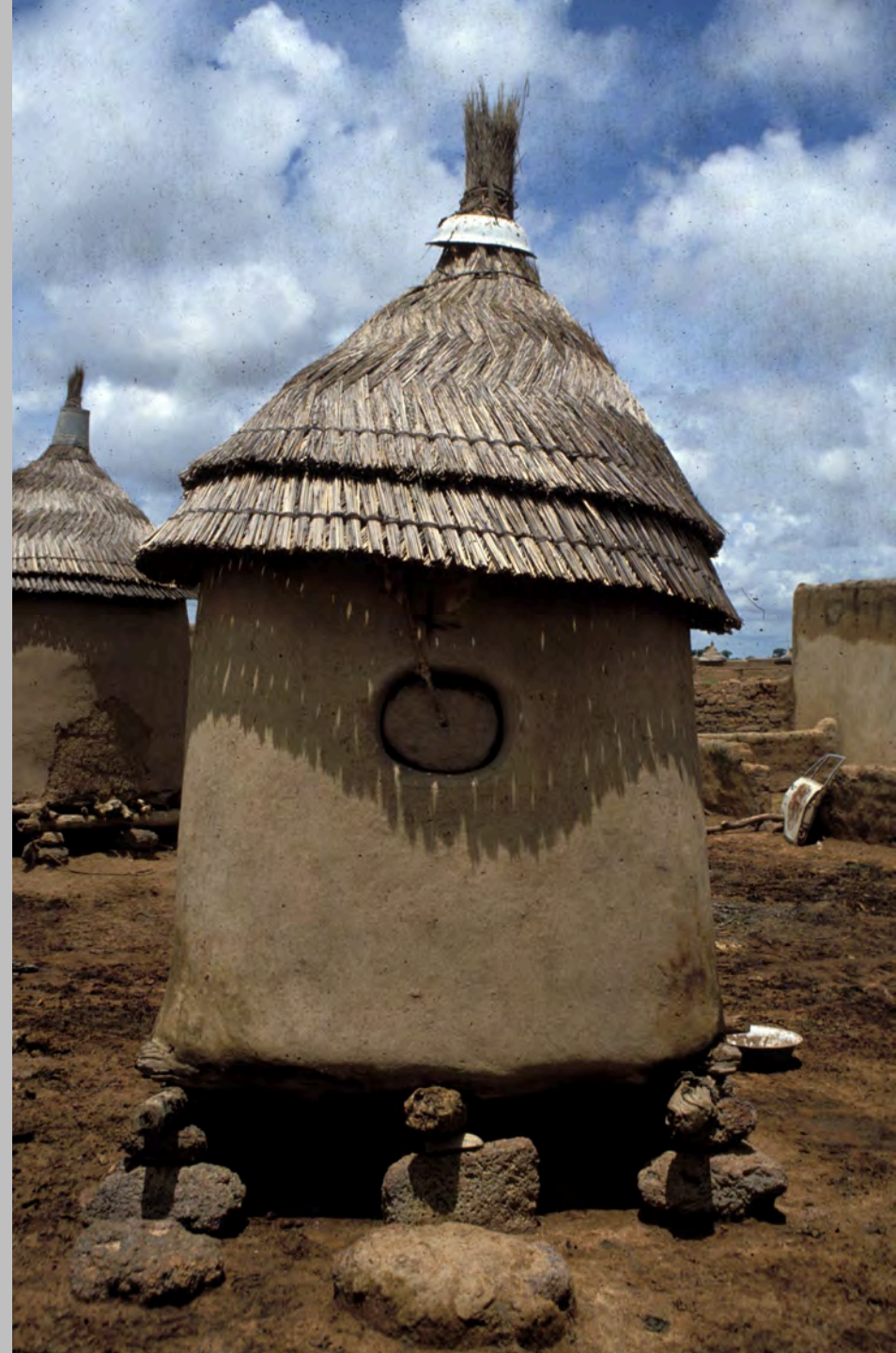
Affordability

#

Climate-friendliness

#

Sufficiency





(Children's university Tigerenten-Club FH Lübeck, 2002)



(Building period at Steiner School, Hannover-Bothfeld, 1992)



THINK + ACT
RENEWABLE

CHILDREN

GRAND
CHILDREN

**FOR THEM!
THANK YOU!**