



# Herausforderungen der Recyclbarkeit und Entsorgung von Baumaterialien durch den KlimHaus Standard in Südtirol





# Die Zukunft braucht Nachhaltigkeit!

## Ziel:

Behaglich und gesund wohnen, Energie intelligent nutzen, ökologisch handeln, um somit nachhaltig zu leben.

Auszug aus Brundtlandbericht 1987:

„Dauerhafte Entwicklung ist Entwicklung, die die Bedürfnisse der Gegenwart befriedigt, ohne zu riskieren, dass künftige Generationen ihre eigenen Bedürfnisse nicht befriedigen können.“

„Im wesentlichen ist dauerhafte Entwicklung ein Wandlungsprozess, in dem die Nutzung von Ressourcen, das Ziel von Investitionen, die Richtung technologischer Entwicklung und institutioneller Wandel miteinander harmonisieren und das derzeitige und künftige Potential vergrößern, menschliche Bedürfnisse und Wünsche zu erfüllen.“



# Dimensionen der Nachhaltigkeit





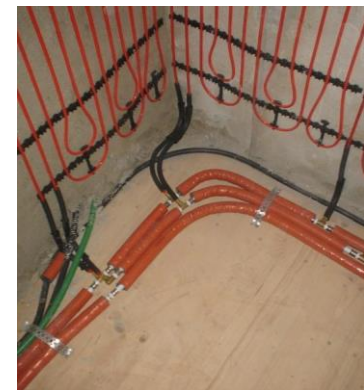
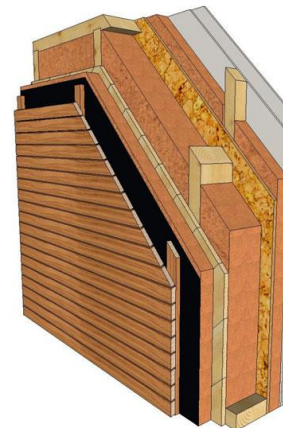
## Was gab es in Vergangenheit

- Wenig Materialien und Vorort
- Hohe Dauerhaftigkeit
- Leicht wiederverwendbar/recyclable
- Geringe (beheizte) Wohnfläche
- Geringe Konfortanforderungen



# Die Herausforderungen der Gegenwart

- Unzählige Materialien und Produkte
- Hoher Umwelteintrag mancher Materialien
- Sehr unterschiedliche Dauerhaftigkeit
- Oft schwierig wiederverwendbar/recyclbar
- Große (beheizte) Wohnfläche
- Hohe Komfortanforderungen
- Komplexe Anlagen

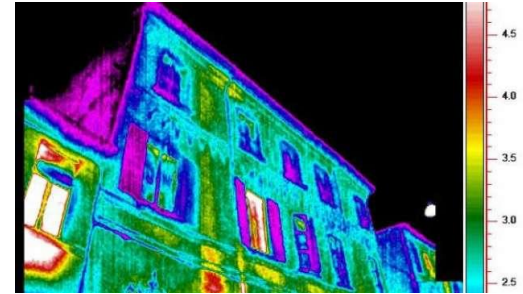


# Bausektor ist der Sektor mit den höchsten Umwelteinträgen!

## Gebäude in Europa:

- nutzen ca. 50% der gesamten extrahierten Materialien
- verbrauchen über 40% des gesamten Energieverbrauch
- produzieren ca. 36% aller CO<sub>2</sub> Emissionen
- produzieren ca. 30% aller Abfälle

Quelle: Smart 2020 Report/COM (2011) 571





Höhere energetische Anforderungen können für die gesamte Umweltbilanz höhere Einträge erzeugen!



Dämmmaterialien:  
Reduzieren in der Nutzungsphase den Energieverbrauch, können in Bezug des gesamten Lebenszyklus („von der Wiege bis zum Grab“) kritisch sein.



Also zurück zur Natur?



# EU-Ziele 2020 - 2030

## Energie- und Klimaschutzpolitik

**EU-Ziele 2020: -20% +20% +20%**



**EU-Ziele 2030: -40% +27% +27%**



# KlimaLand Strategie und KlimaHaus



südtirol  
KlimaLand





# BLR Nr. 362 vom 04.03.2013

## Normativer Hintergrund

- Richtlinie 2010/31/EU des europäischen Parlaments und des Rates vom 19. Mai 2010 über die **Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden**
- Ministerialdekret vom 26. Juni 2009, **nationale Richtlinien für die energetische Zertifizierung** von Gebäuden
- Grundsätze des Legislativdekretes Nr. 192 vom 19. August 2005, betreffend die **Energieeffizienz von Gebäuden**
- Richtlinie 2009/28/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 23. April 2009 zur Förderung der **Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen**
- Grundsätze des Legislativdekretes Nr. 28 vom 3. März 2011 zur Förderung der **Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen**
- Landesgesetz Nr. 13 vom 11. August 1997  
(Landesraumordnungsgesetz )

# BLR Nr. 362 vom 04.03.2013

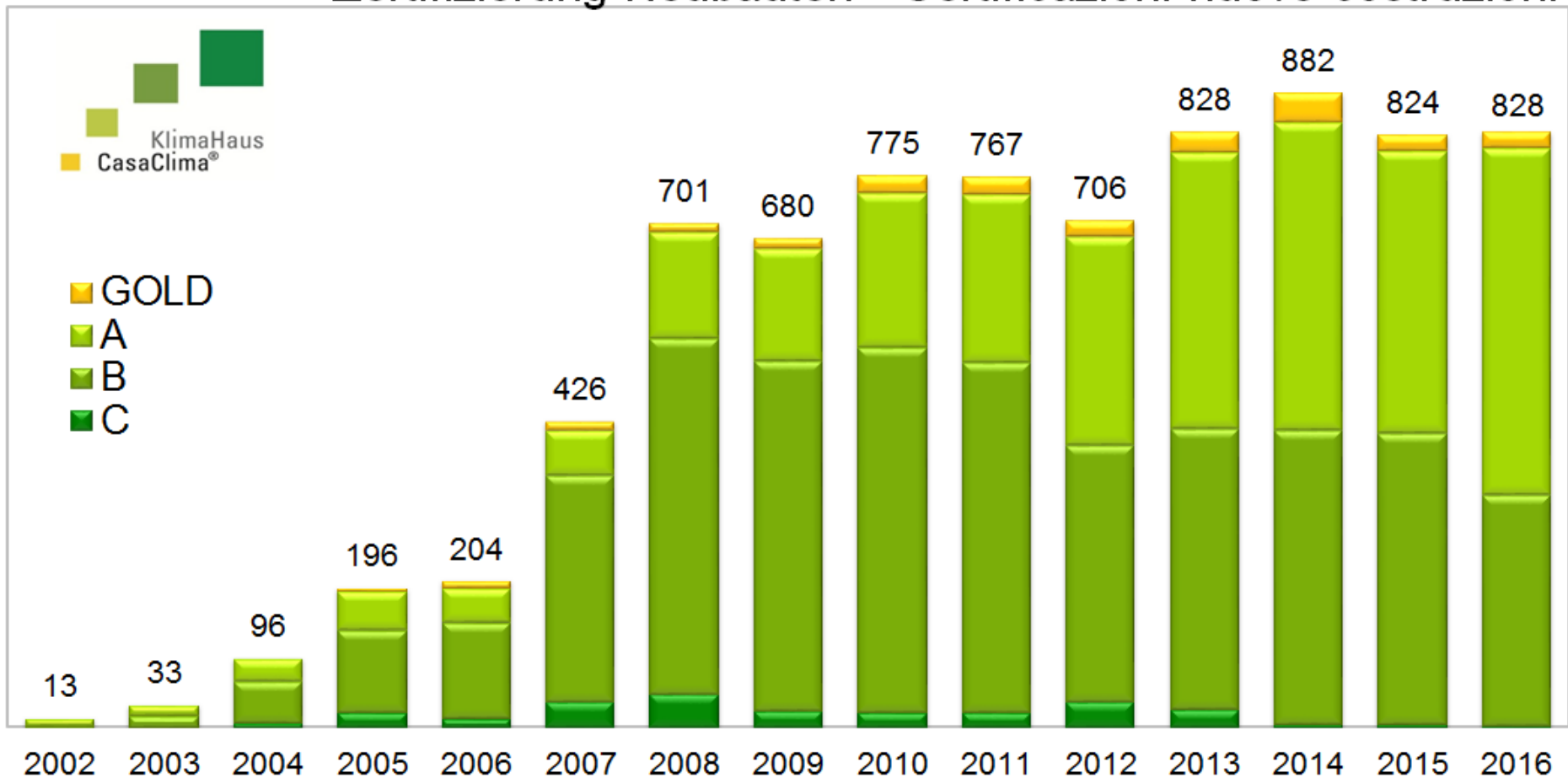
## Überarbeitung 2014

### Überarbeitung Energieeffizienzrichtlinie BLR Nr. 362 vom 04.03.2013

- Anpassung Mindestanforderungen
- Verwaltungsvereinfachungen
- Trennung technischer und urbanistischer Belange
- Gesamtenergieeffizienz:  
BLR 27.12.2013, Nr. 2012
- KlimaHaus Standard A (NZEB Definition)
- Abschluss des Notifizierungsverfahrens  
im Juni 2014
- Energiebonus: BLR 05.08.2014, Nr. 964
- Beide BLR sind am 20. August in Kraft getreten

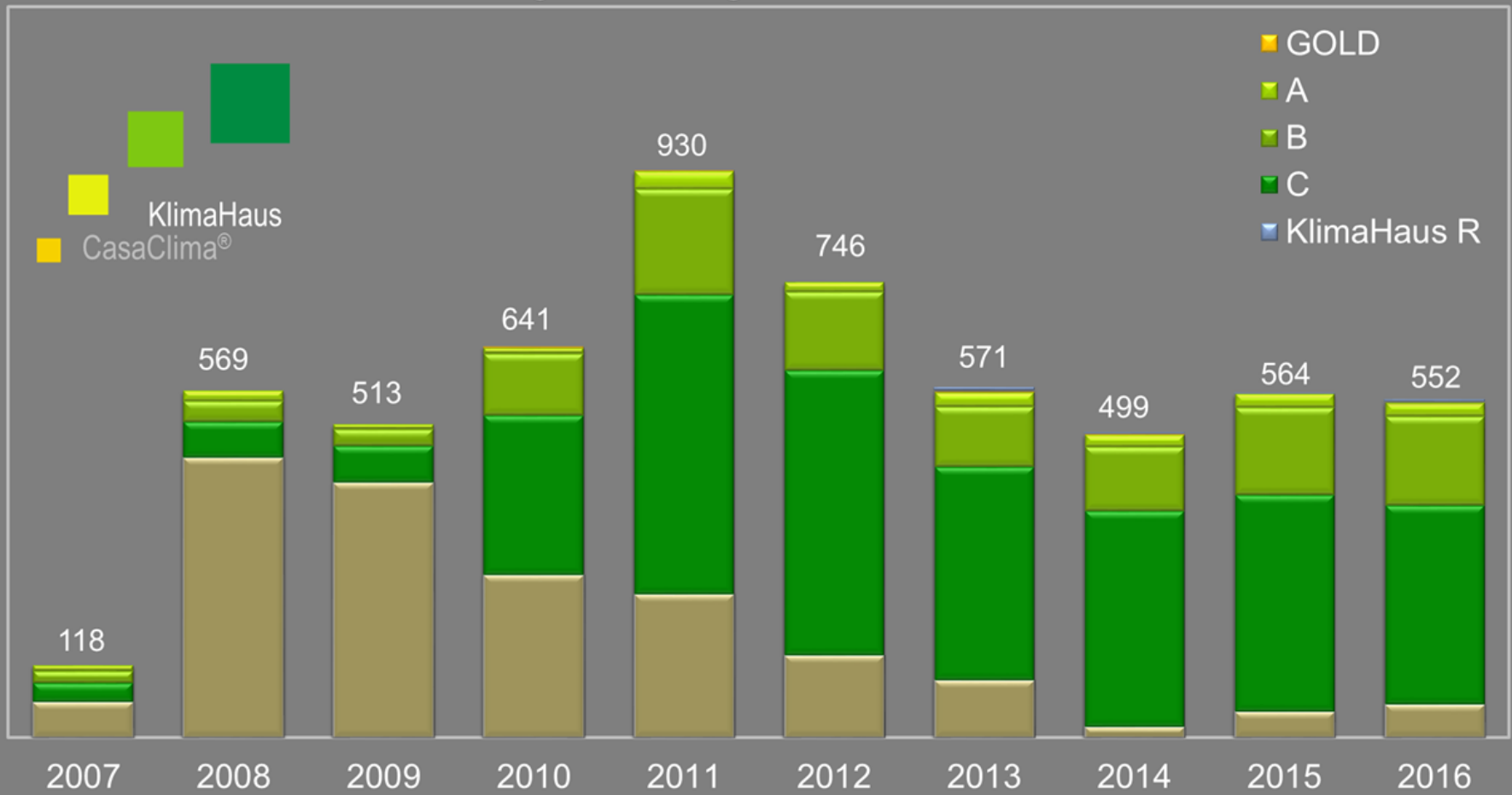


## Zertifizierung Neubauten - Certificazioni nuove costruzioni



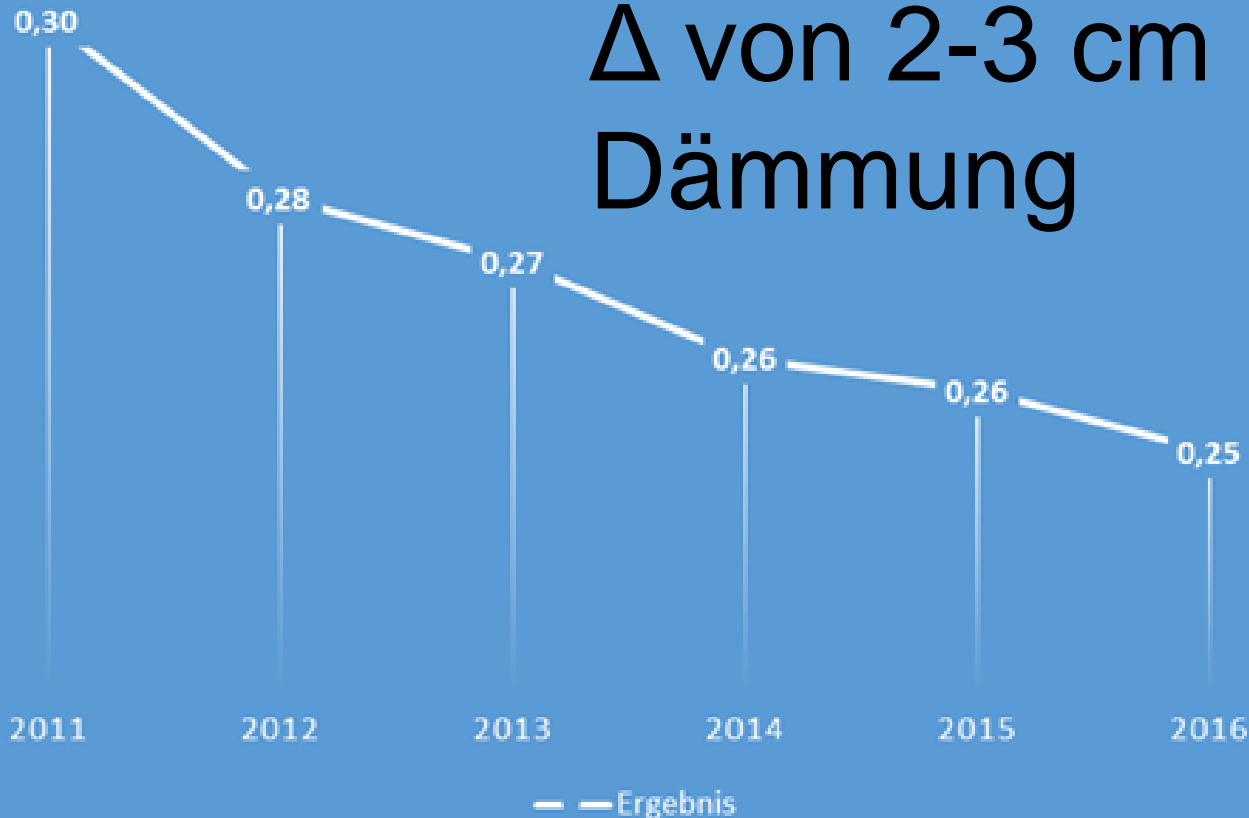


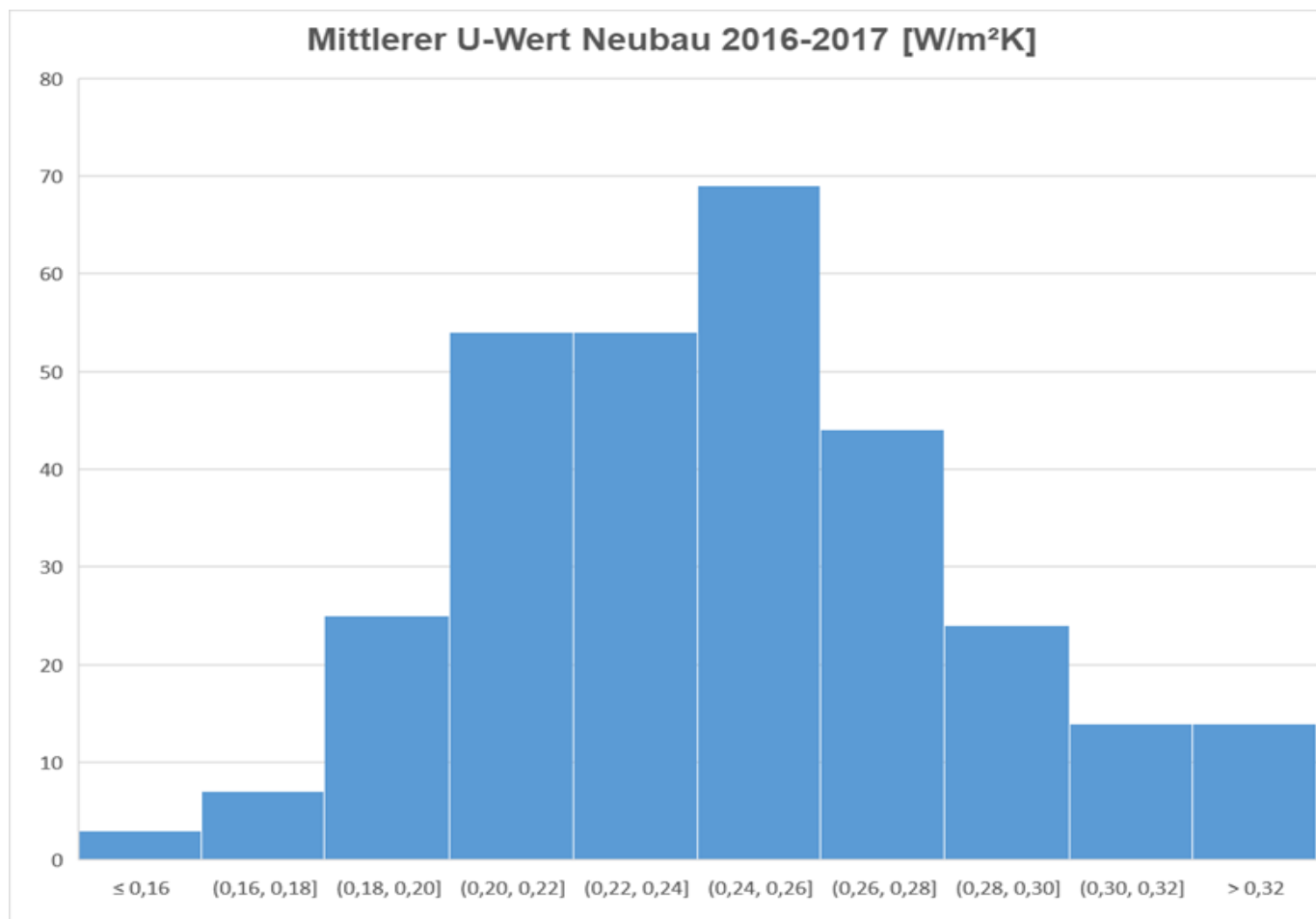
## Zertifizierung Sanierungen - Certificazioni risanamenti



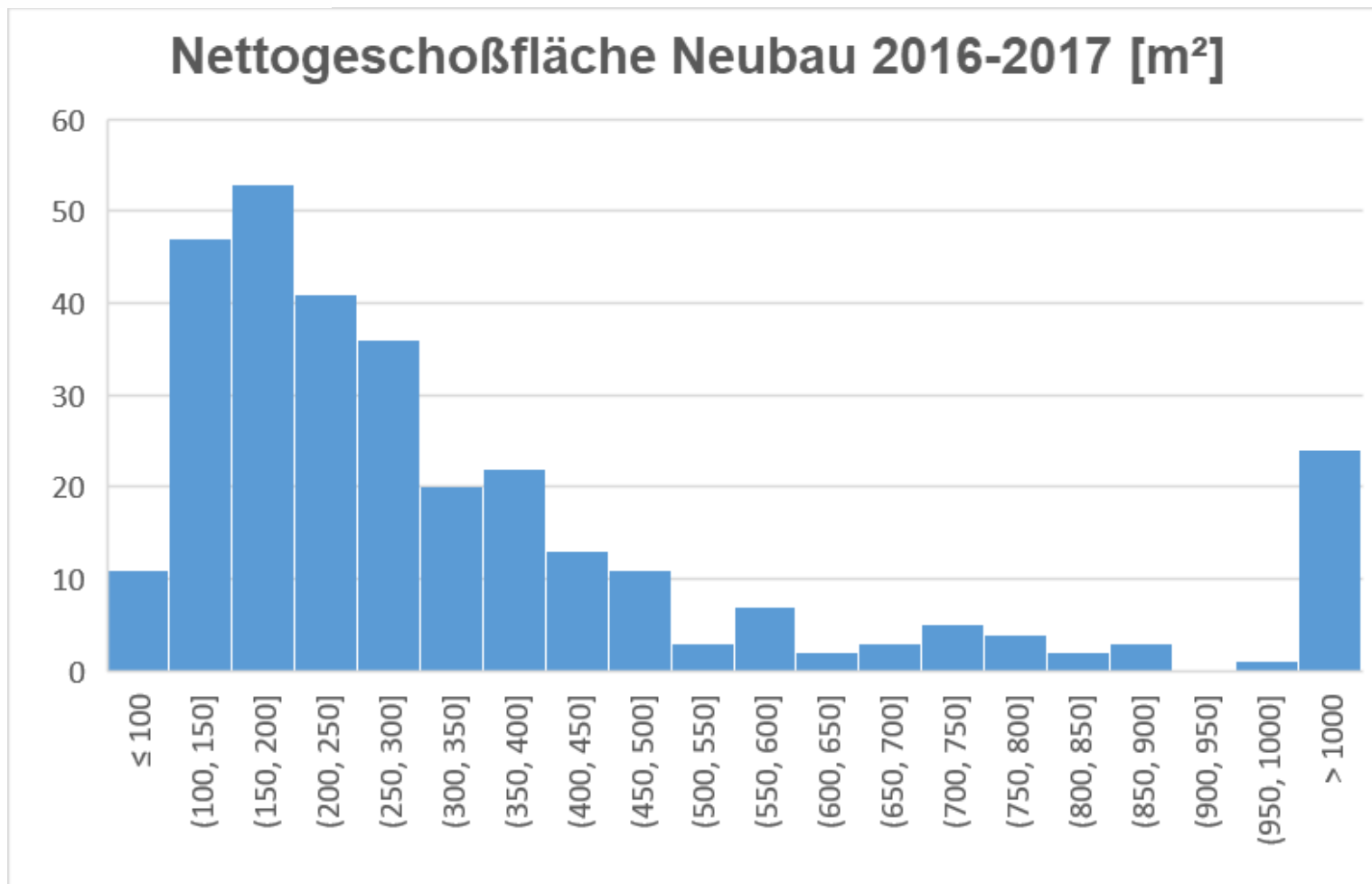
## VERLAUF U-WERT NEUBAUTEN

$\Delta$  von 2-3 cm  
Dämmung

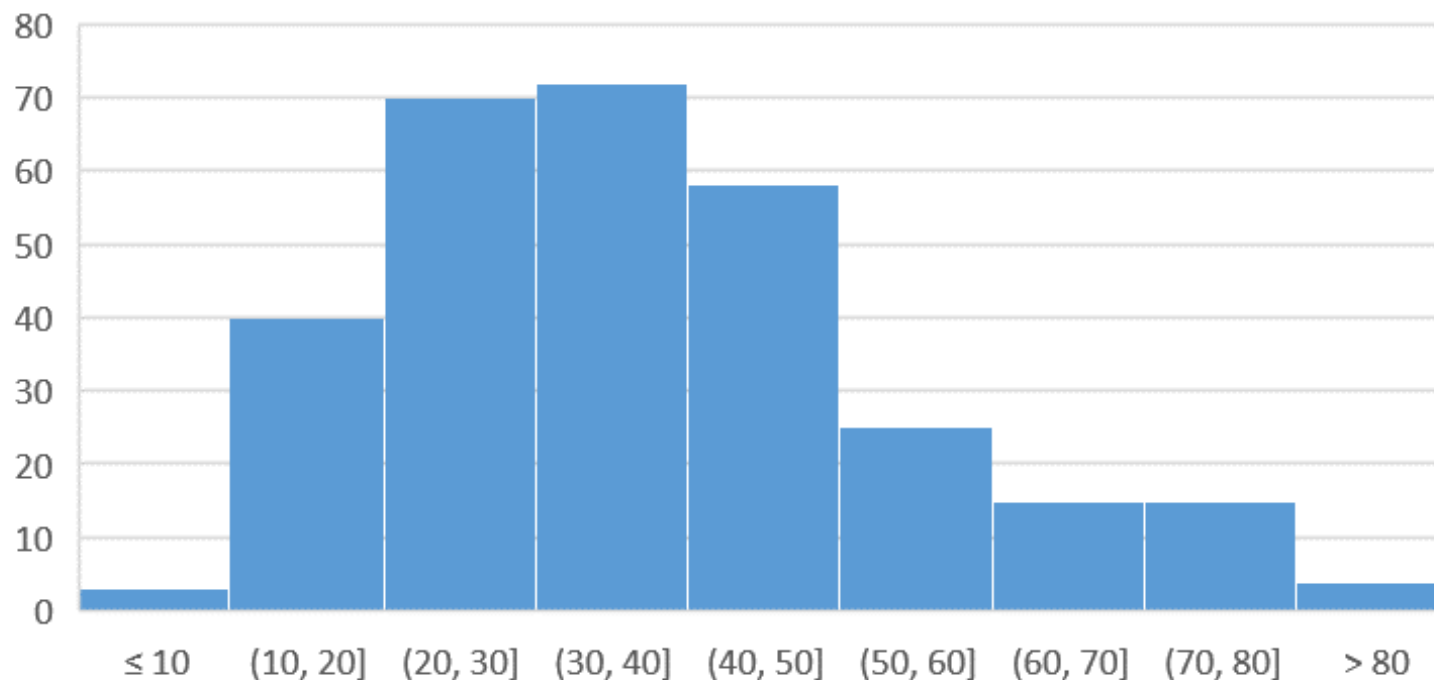




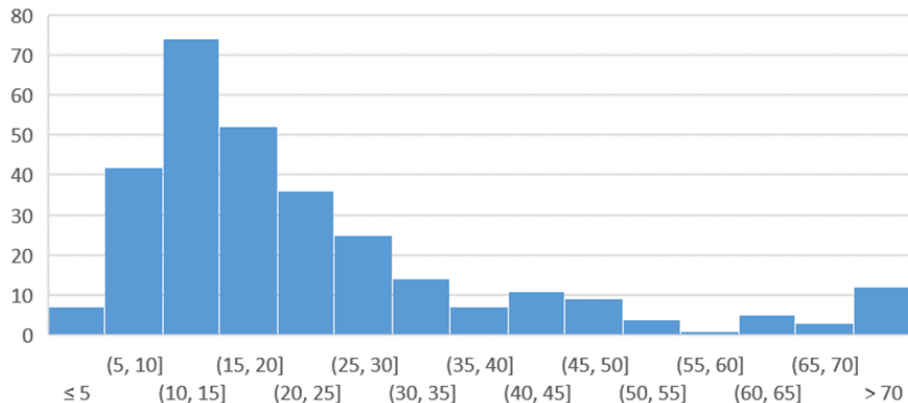




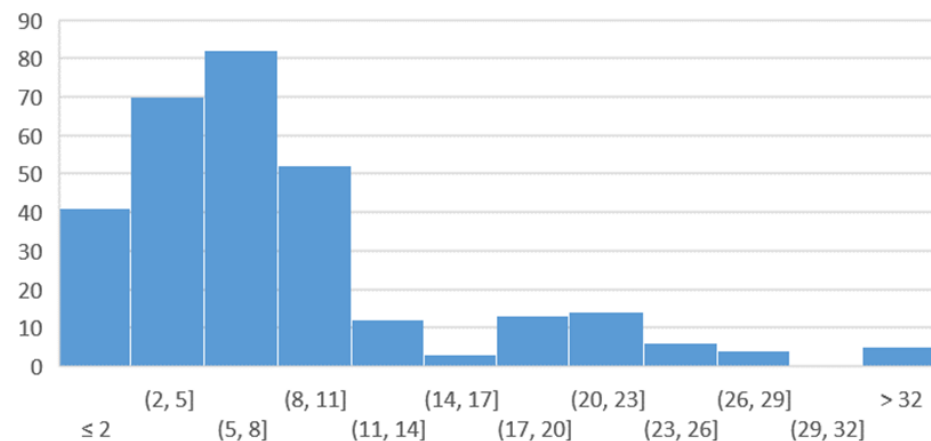
## Neubau 2016-2017 Effizienz Gebäudehülle Standort



**Neubau 2016-2017**  
spezifischer Primärenergie Heizung [kWh/m<sup>2</sup>a]

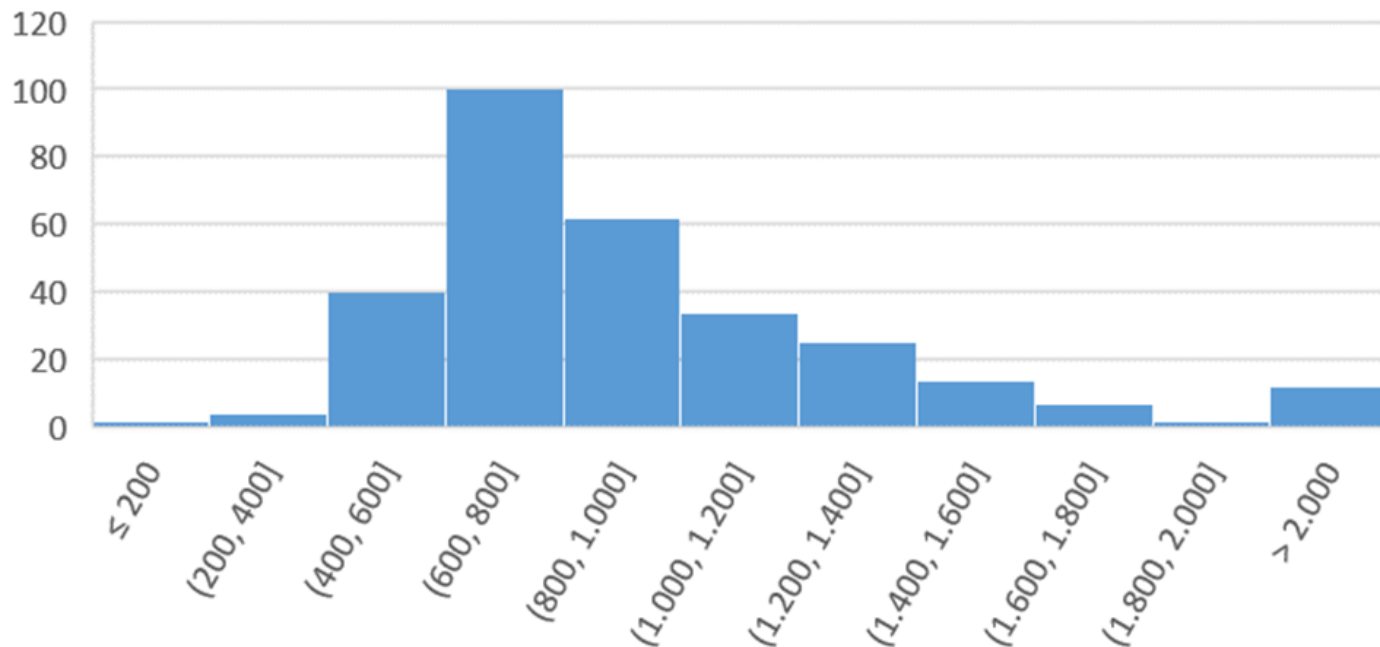


**Neubau 2016-2017**  
spezifische Primärenergie Warmwasser





## Neubau 2016-2017 Graue Energie [kWh/m<sup>2</sup>]



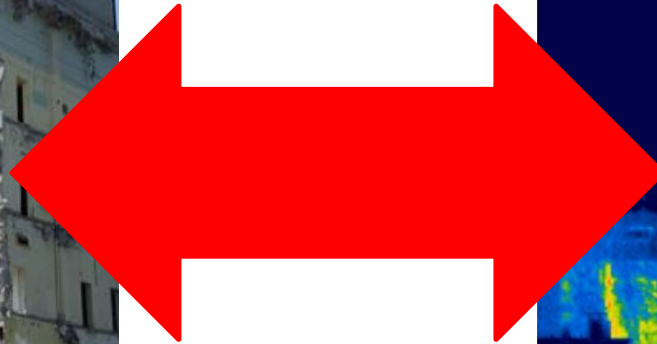
# Graue Energie



# Energie Gebäudenutzung



Quelle: Internet



Quelle: Internet

# Graue Energie

≧

# Energie Gebäudenutzung

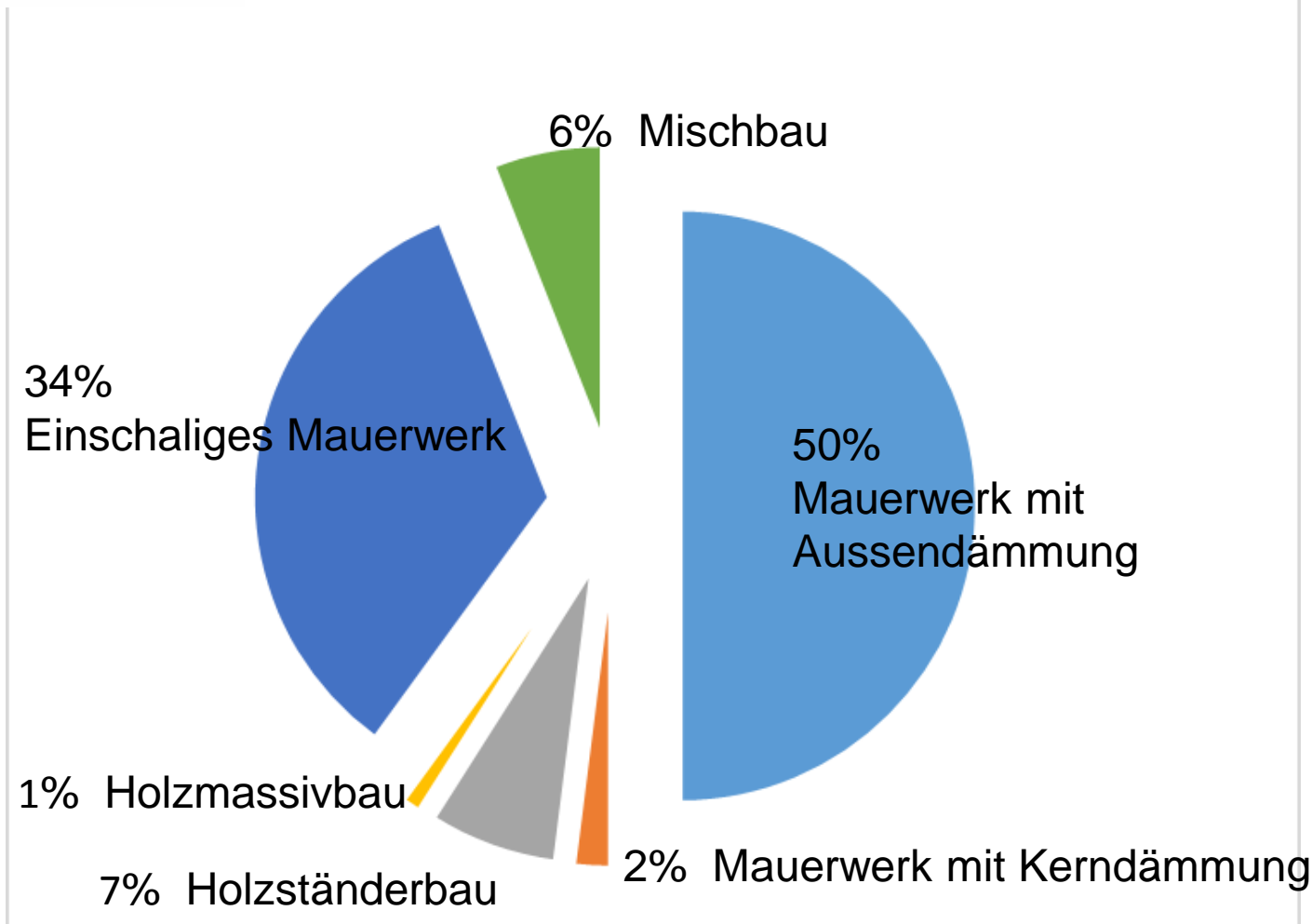


Quelle: Internet



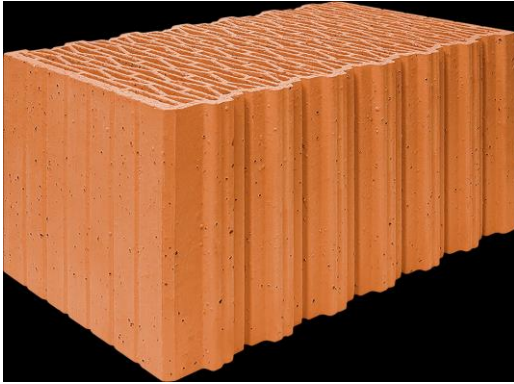
Quelle: Internet

# Ausführung der Aussenwände





# Einschaliges Mauerwerk



[ulrich.klammsteiner@klimahausagentur.it](mailto:ulrich.klammsteiner@klimahausagentur.it)

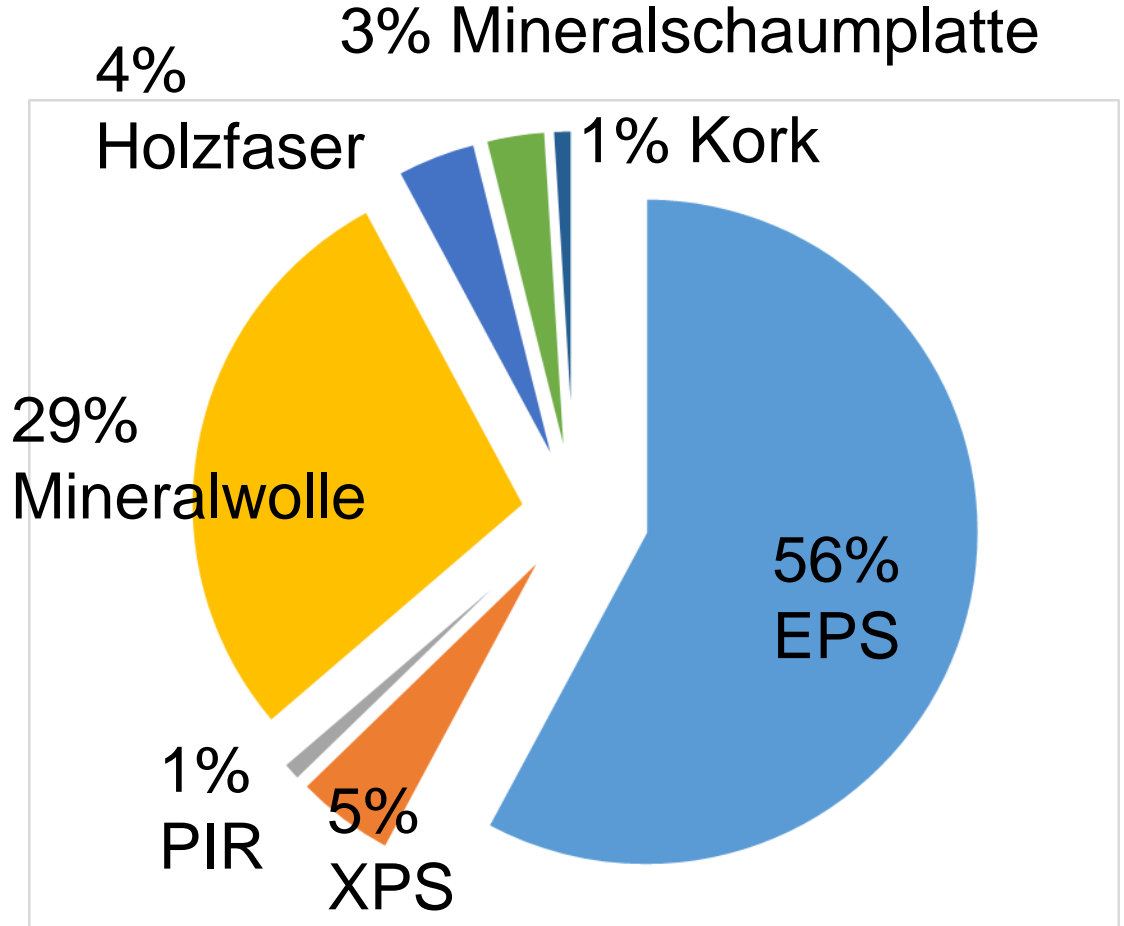
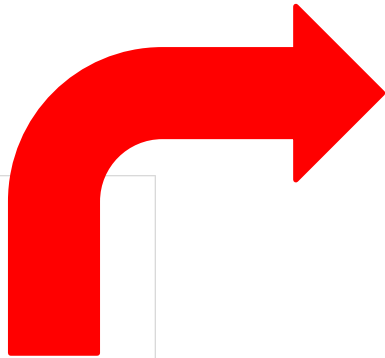
Agenzia per l'Energia Alto Adige – CasaClima  
Agentur für Energie Südtirol – KlimaHaus

# Einschaliges Mauerwerk



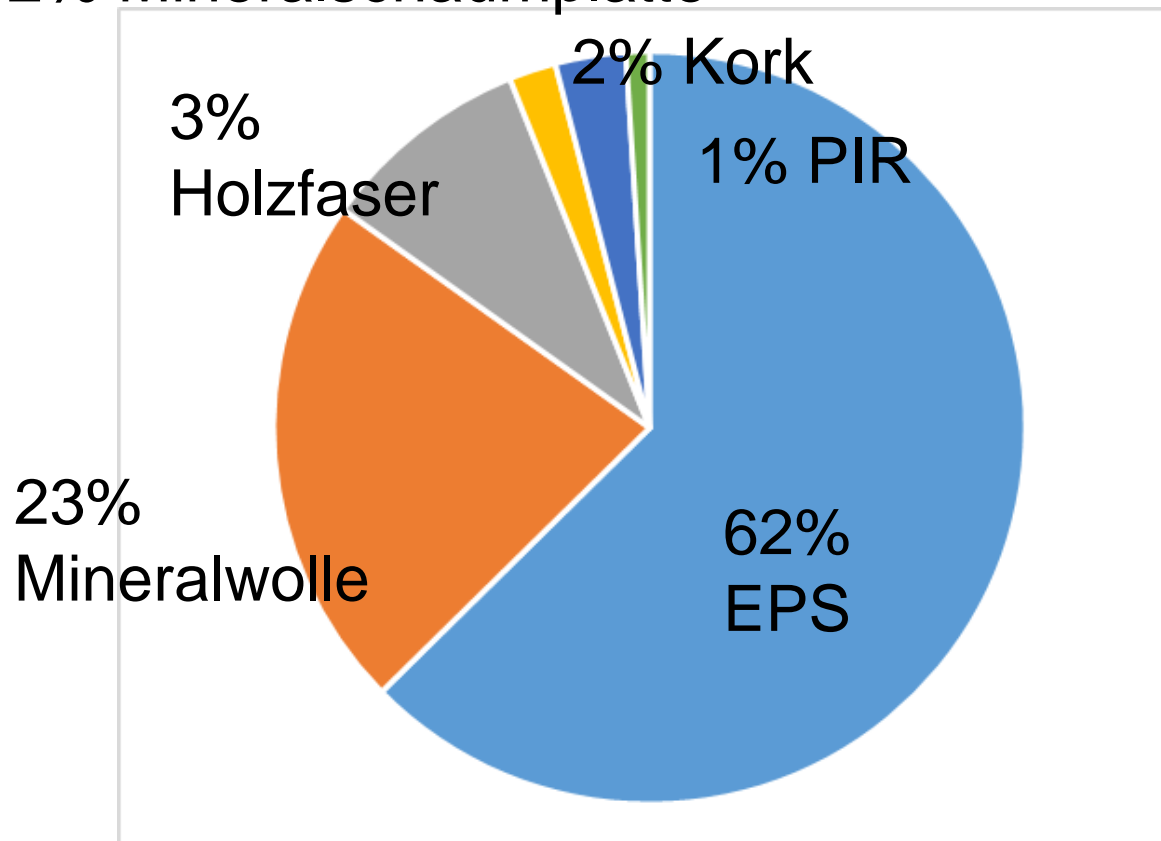
# Verwendete Dämmmaterialien für Aussenwand

50%  
Mauerwerk mit  
Aussendämmung



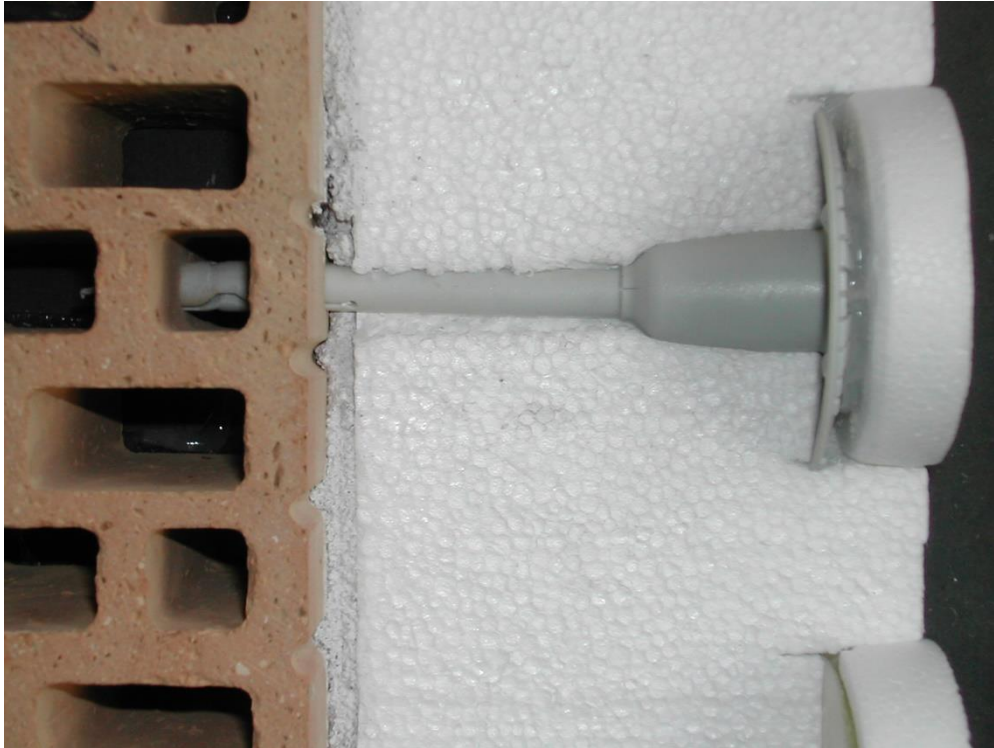
# Verwendete Dämmmaterialien für Aussenwand (SANIERUNG!)

2% Mineralschaumplatte



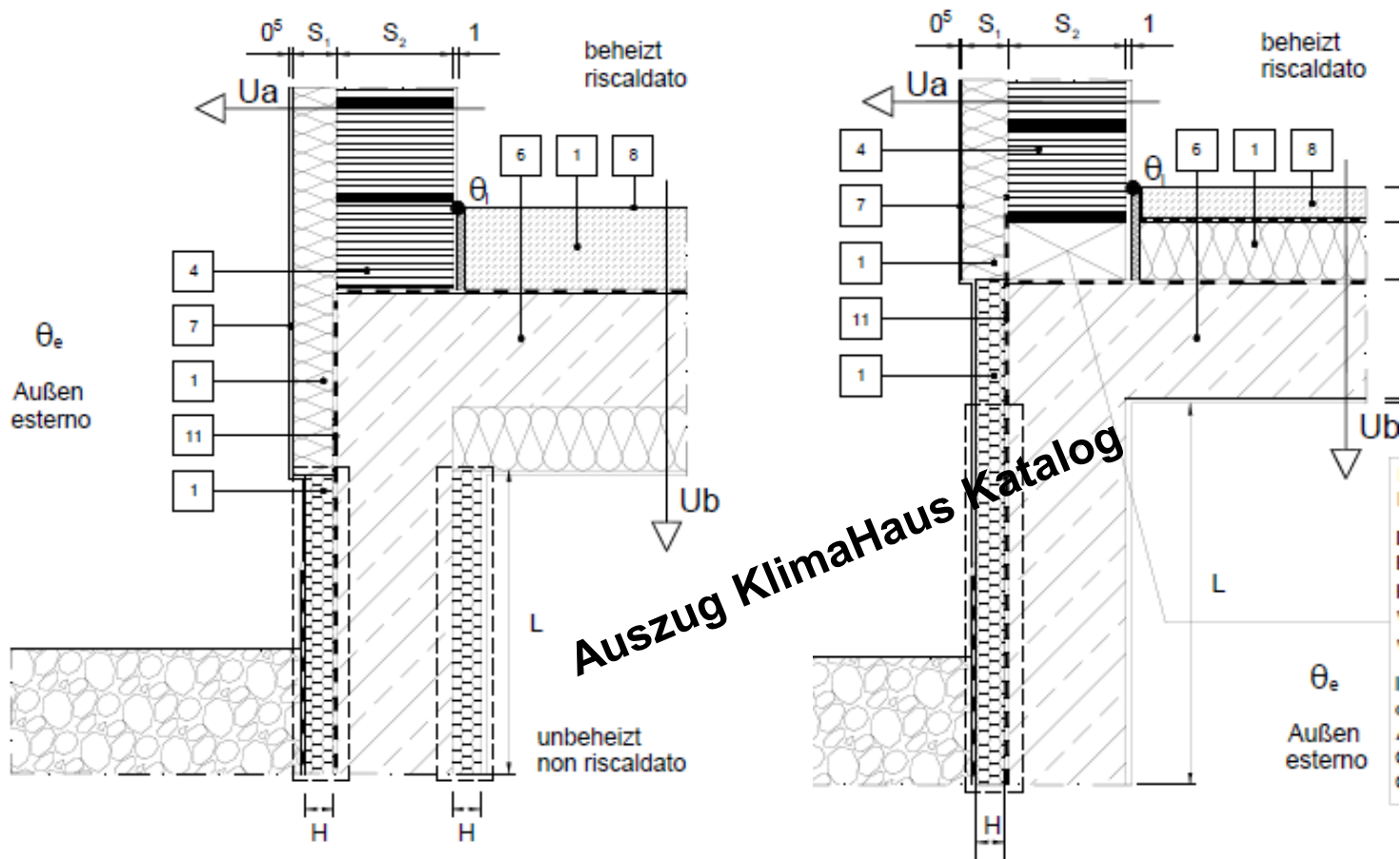


# Verwendete Dämmmaterialien für Aussenwand

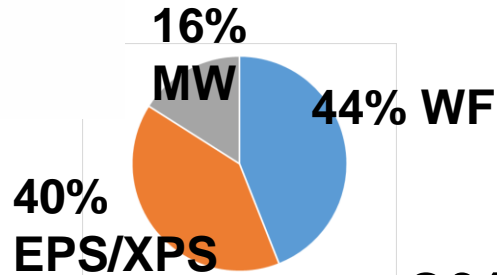


# Verwendete Bausysteme:

z.B. Anschluss Aussenwand mit WDVS – Kellerdecke

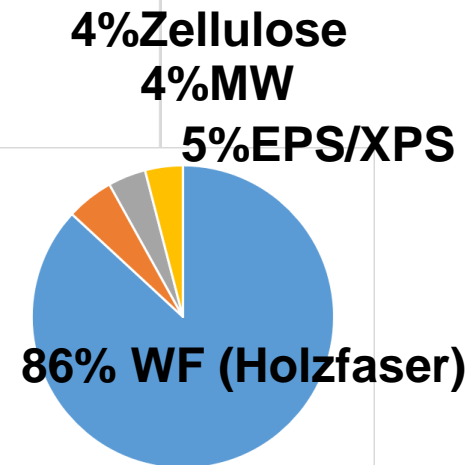
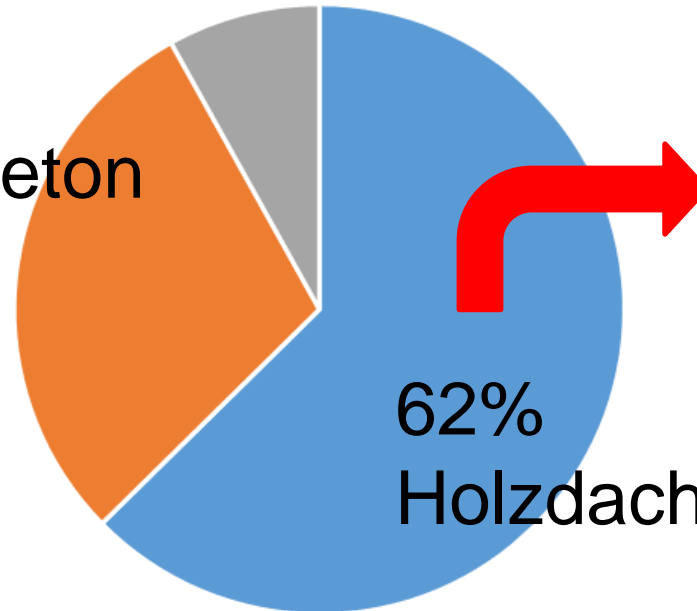
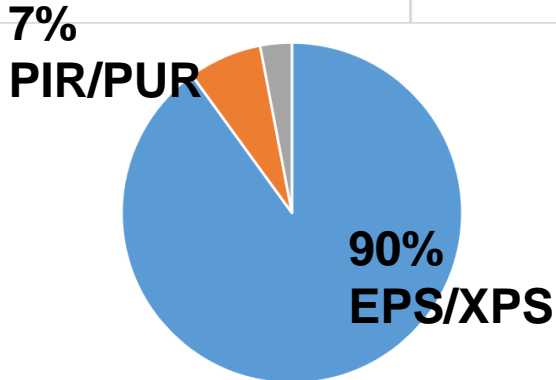


# Ausführung und Dämmung Dach/letzte Decke



8% Dämmung letzte Decke

29%  
Stahlbeton



## Ansatz KlimaHaus Nature:

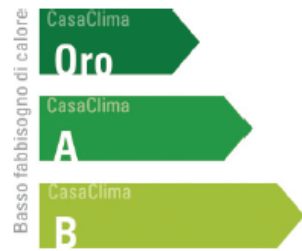
Nicht ein «natürliches Gebäude» (zero impact) zu bauen, sondern möglichst in bezug des gesamten Lebenszyklus die Umweltbilanz so niedrig wie möglich zu halten.



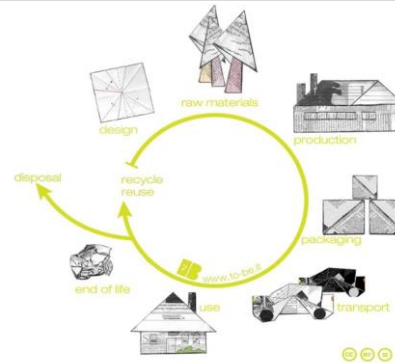


# KlimaHaus Nature Kriterien

## Energieeffizienz



## Ökologische Bewertung Materialien



## Innenraumluft Qualität und Radon



## Wasserverbrauch



## Schallschutz



## Tageslicht





# Kriterien

Energieeffizienz	Energieeffizienz der Gebäudehülle	≤ 50 kWh/m <sup>2</sup> a
	Gesamtenergieeffizienz in CO <sub>2</sub> Emissionen	≤ 20 kg/m <sup>2</sup> a
Ökologische Bewertung der Materialien	Nature Punktebewertung	< 300 Punkte
Wasserverbrauch	Relativer Index für Verbrauch W <sub>kw</sub>	≥ 35%
Innenraumlufthqualität und Radonschutz	Installation einer kontrollierten Lüftungsanlage und/oder Verwendung von Materialien mit geringen Emissionsgrenzwerten VOC und Formaldehyd in den Innenräumen	Einhaltung Grenzwerte laut Nature -Richtlinie
	Radonkonzentration Rn-222 in den Innenräumen	< 200 Bq/m <sup>3</sup> neue Gebäude < 400 Bq/m <sup>3</sup> bestehende G.
Tageslicht	Gemessener Tageslichtfaktor	≥ 2% ≥ 3% für Schulen
Schallschutz	Messung der Einhaltung der Schallschutzgrenzwerte	Einhaltung Grenzwerte laut Nature - Richtlinie

# Wie verläuft die KlimaHaus Berechnung für die ökologische Bewertung der Materialien?

KlimaHaus Software → Ökologische Punktebewertung der Materialien des Gebäudes



IBO Baustoffdatenbank  
Italien



LCA  
Life Cycle Assessment



## **LCA-Life Cycle Assessment ?**

Eine Lebenszyklusanalyse (auch bekannt als Ökobilanz) ist eine systematische Analyse der Umwelteinwirkungen von Produkten während des gesamten Lebensweges (from cradle to grave ‚von der Wiege bis zur Bahre‘) oder bis zu einem bestimmten Zeitpunkt der Verarbeitung (from cradle to factory gate ‚von der Wiege bis zum Fabriktor‘).

Referenznormen:

ISO 14040:2006

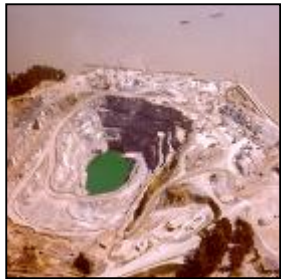
Environmental management- Life Cycle Assessment- Principles and framework

ISO 14044: 2006

Environmental management- Life Cycle Assessment- Requirements and guidelines

## **LCA Struktur**

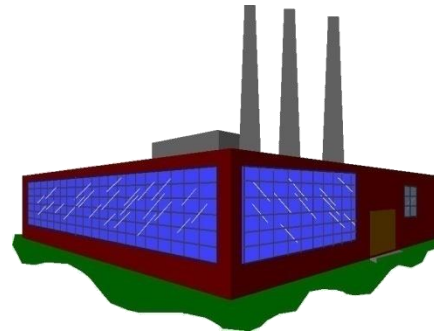
- 1. Definition der Ziele**
- 2. Inventaranalyse (LCI)**
- 3. Bewertung der Belastung (LCIA)**
- 4. Interpretationen der Ergebnisse**



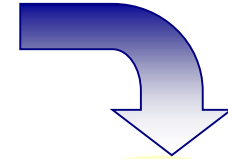
RAW MATERIAL  
OBTAINING



RAW MATERIAL  
TRANSPORT

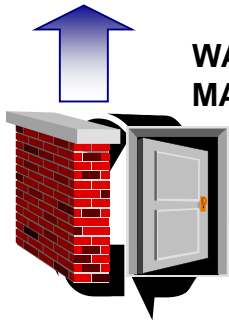


PRODUCT  
MANUFACTURING



PRODUCT  
DISTRIBUTION

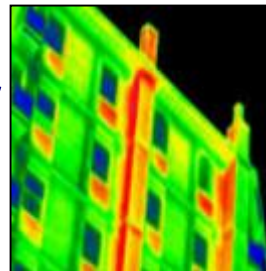
# LIFE CYCLE



WASTE  
MANAGEMENT



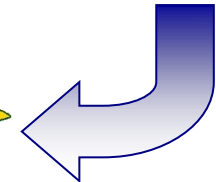
END OF LIFE



USE PHASE



CONSTRUCTION





# Analyse der Ökobilanz (LCIA Life Cycle Impact Assessment)

<b>Treibhauseffekt /Erderwärme</b>	global	CO <sub>2</sub> N <sub>2</sub> O CH <sub>4</sub> FCKW CH <sub>3</sub> Br	Globales Erwärmungspotenzial (GWP)
<b>Schädigung der stratosphärischen Ozonschicht /Ozonloch</b>	global	FCKW CH <sub>3</sub> Br Halogen-Kohlenwasserstoffe	Abbaupotenzial der stratosphärischen Ozonschicht (ODP)
<b>Versäuerung des Bodens «saurer Regen» Waldsterben</b>	regional/ lokal	SO <sub>x</sub> NO <sub>x</sub> HCl HF NH <sub>3</sub>	Versäuerungspotential für Wasser und Boden (AP)
<b>Eutrofierung</b>	lokal	Phosphate PO <sub>4</sub> NO NO <sub>2</sub> Nitrate NH <sub>3</sub>	Eutrophierungspotential (EP)
<b>Smog (fotochemischer Herkunft)</b>	lokal	Kohlenwasserstoffe	Bildungspotential von troposphärischen Ozon (POCP)
<b>Toxizität für biologische und menschliche Organismen</b>	lokal	Chemische Stoffe mit toxischen Eigenschaften in Bezug der Organismen und der nötigen Dosis	LC <sub>50</sub>

# Die KlimaHaus Nature Zertifizierung



## KlimaHaus Nature Profil für die Ökobilanz der Baumaterialien

Primärenergie nicht erneuerbar (PEI)

Versäuerungspotential (AP)

Dauerhaftigkeit (Nutzung)des Materials  $t_u$

Erwärmungspotential (GWP<sub>100</sub>)

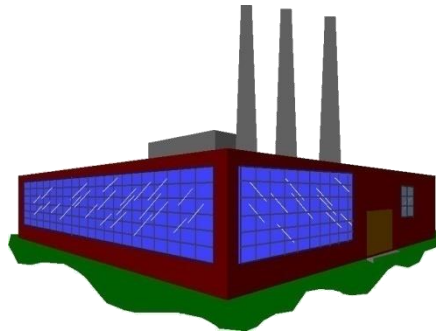
Bewertungszeitraum : 100 Jahre

**Funktionelle Einheit** (Messeinheit des Indikators): **kg Material**

materiale	$\lambda$	$\rho$	c	$\mu$	$\kappa$	tempo di utilizzazi	GWP	GWP process	AP	PEI
	W/(mK)	kg/m <sup>3</sup>	kJ/kgK	-	kg/kg	anni	kg CO <sub>2</sub> e/kg	kg CO <sub>2</sub> e/kg	kg SO <sub>2</sub> e/kg	MJ eq
mattone forato	0,500	1200	0,9	5	0,04	100	0,18	0,18	0,0005	2,3

## Primärenergie („graue Energie“ PEI):

Energie



Baumaterial



$d[m]$  : Schichtdicke Material

$A[m^2]$ : Oberfläche Material

$\rho[kg/m^3]$ : Materialdichte

%: prozentueller Anteil Schichtdicke ( falls inhomogenes Bauteil)

AP Material: AP pro kg Material aus Datenbank KlimaHaus

$$PEI_{strato} = d[m] * A[m^2] * \rho[kg/m^3] * \% PEI_{specifico}$$

# Die KlimaHaus Nature Zertifizierung



## Vergleich Dämmstoffe

Material	Dichte	Wärmeleitfähigkeit	Dicke	U-Wert	Fläche	PEI	AP	GWP100
	kg/m <sup>3</sup>	W/mK	cm	W/m <sup>2</sup> K	m <sup>2</sup>	MJ	kg SO <sub>2</sub> equ	kg CO <sub>2</sub> equ
EPS	18	0,04	10	0,37	1	481,18	0,066	18,300
<b>Stroh</b>	<b>150</b>	<b>0,064</b>	<b>16</b>	<b>0,37</b>	<b>1</b>	<b>38,50</b>	<b>0,04</b>	<b>-27,3</b>
PUR	40	0,03	7,5	0,37	1	613,68	0,106	25,110
Mineralwolle	130	0,04	10	0,37	1	768,07	0,459	56,470
Glaswolle	50	0,04	10	0,37	1	513,07	0,150	24,690
Holzfaser	140	0,04	10	0,37	1	376,87	0,170	-1,790
Zellulose	55	0,04	10	0,37	1	83,78	0,033	0,720
Kork	120	0,04	10	0,37	1	174,16	0,048	-7,330
Schaumglas	105	0,04	10	0,37	1	419,62	0,059	24,300



**UMWELT-PRODUKTDEKLARATION**  
nach ISO 14025 und EN 15804


Deklarationsinhaber	Dow Deutschland GmbH & Co. OHG
Herausgeber	Institut Bauen und Umwelt (IBU)
Programmhalter	Institut Bauen und Umwelt (IBU)
Deklarationsnummer	EPD-DOW-2013111-D
Ausstellungsdatum	01.05.2013
Gültigkeit	30.04.2018

XENERGY™ XPS Dämmplatte  
Dow Deutschland GmbH & Co. OHG

[www.bau-umwelt.com](http://www.bau-umwelt.com)



Institut Bauen  
und Umwelt e.V.



KlimaHaus Nature:  
Produktbezogene Bewertung der  
Umweltbilanz über **Öko-Zertifikat**  
oder **EPD des Produktes.**

**EPD = Ecological Produkt**  
**Declaration**  
nach ISO 14025 und/oder  
EN 15804.

Parameter die eingegeben werden können:

GWP- AP- PENRT

Prozessphase : A1-A3 (“cradle to gate”)

Ergebnisse der Ökobilanz: Umweltauswirkungen: 0,1 m<sup>3</sup> XENERGY™: Szenario 1 & 2

		Produktion	Transport zur Baustelle	Installation	Transport zum EoL	100% therm. Verwertung (Szenario1)		100% Deponie (Szenario 2)	
	Unit	A1-A3	A4	A5	C2	C3	D	C4	D
GWP	[kg CO <sub>2</sub> -Äq.]	1,02E+01	4,17E-01	2,25E-01	9,59E-02	1,18E+01	-8,19E+00	2,01E-01	-1,18E-01
ODP	[kg CFC11-Äq.]	1,63E-09	7,28E-12	9,18E-13	1,68E-12	4,82E-11	-8,06E-10	3,75E-11	-4,39E-09
AP	[kg SO <sub>2</sub> -Äq.]	3,78E-02	2,01E-03	1,45E-05	4,63E-04	7,61E-04	-4,15E-02	2,98E-04	-2,80E-04
EP	[kg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -Äq.]	2,23E-03	4,68E-04	2,73E-06	1,08E-04	1,43E-04	-1,27E-03	4,57E-05	-1,92E-05
POCP	[kg Ethen Äq.]	7,93E-03	-6,74E-04	1,69E-06	-1,55E-04	8,84E-05	-2,36E-03	7,75E-05	-2,34E-05
ADPE	[kg Sb Äq.]	3,60E-06	1,55E-08	9,90E-10	3,58E-09	5,19E-08	-5,45E-07	1,75E-08	-9,21E-09
ADPF	[MJ]	2,86E+02	5,77E+00	2,67E-02	1,33E+00	1,40E+00	-1,08E+02	6,84E-01	-2,00E+00
Legende	GWP = Globales Erwärmungspotenzial; ODP = Abbau Potential der stratosphärischen Ozonschicht; AP = Versauerungspotenzial von Boden und Wasser; EP = Eutrophierungspotenzial; POCP Bildungspotenzial für troposphärisches Ozon; ADPE = Potenzial für den abiotischen Abbau nicht fossiler Ressourcen; ADPF = Potenzial für den abiotischen Abbau fossiler Brennstoffe								

Ergebnisse der Ökobilanz: Ressourceneinsatz: 0,1 m <sup>3</sup> XENERGY™: Szenario 1 & 2									
Parameter	Einheit	Produktion	Transport zur Baustelle	Installation	Transport zum EoL	100% therm. Verwertung (Szenario1)		100% Deponie (Szenario 2)	
		A1-A3	A4	A5	C2	C3	D	C4	D
PERE	[MJ]	5,07E+00	-	-	-	-	-	-	-
PERM	[MJ]	0	-	-	-	-	-	-	-
PERT	[MJ]	5,07E+00	2,26E-01	2,03E-03	5,21E-02	1,07E-01	-6,05E+00	5,07E-02	-1,43E-01
PENRE	[MJ]	1,46E+02	-	-	-	-	-	-	-
PENRM	[MJ]	1,40E+02	-	-	-	-	-	-	-
<b>PENRT</b>	[MJ]	2,86E+02	5,77E+00	2,67E-02	1,33E+00	1,40E+00	-1,08E+02	6,84E-01	-2,00E+00
SM	[kg]	-	-	-	-	-	-	-	-
RSF	[MJ]	2,77E-03	3,65E-05	1,05E-06	8,40E-06	5,5E-05	-1,47E-03	1,20E-03	-2,75E-05
NRSF	[MJ]	2,91E-02	3,82E-04	1,04E-05	8,79E-05	5,48E-04	-1,54E-02	2,84E-03	-2,88E-04
FW	[m <sup>3</sup> ]	5,69E-02	2,51E-04	4,28E-04	5,78E-05	2,24E-02	-2,59E-02	-1,29E-03	-4,02E-04
Legende	PERE = Erneuerbare Primärenergie als Energieträger; PERM = Erneuerbare Primärenergie zur stofflichen Nutzung; PERT = Total erneuerbare Primärenergie; PENRE = Nicht-erneuerbare Primärenergie als Energieträger; PENRM = Nicht-erneuerbare Primärenergie zur stofflichen Nutzung; <b>PENRT</b> = Total nicht erneuerbare Primärenergie; SM = Einsatz von Sekundärstoffen; RSF = Erneuerbare Sekundärbrennstoffe; NRSF = Nicht erneuerbare Sekundärbrennstoffe; FW = Einsatz von Süßwasserressourcen								

# Ergebnisse Ökobilanz KlimaHaus Nature


Punteggio Nature - Impatto ambientale dei materiali	
oggetto:	Example 1
	Siena

area delle strutture	
superfici rilevanti $AB = \sum A_i$	$A_B = 376 \text{ m}^2$
compatezza	$A / V = 0,78 \text{ 1 / m}$
superficie di riferimento	

	Nat
fabbisogno di energia primaria n.r.	
PEI	
potenziale di effetto serra	
GWP	
effetto serra processi	
GWPprocessi	
acidificazione	
AP	

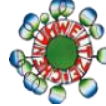
ICC	costruzione ciclo di vita		
Picc,PEI <sub>ne</sub>			
$Picc,PEI_{ne} = (1/20)(x-1000)$	$PI_{cc,PEI_{ne}} = 92$	204	punti
Picc,GWP			
$Picc,GWP = (1)*(x)$	$Picc,GWP = 149$	315	punti
Picc,AP			
$Picc,AP = (200)*(x-0,3)$	$Picc,AP = 145$	321	punti

ICC	costruzione ciclo di vita		
Punteggio Nature senza bonus points			
$PI_{3cc,BF}$	$PI_{3cc} = 129$	280	punti

Punteggio Nature senza bonus points	
 <b>B</b>	<b>280 punti</b>



## Bonuspunkte:



- für Naturstein innerhalb des 200 km Radius Extraktion - Baustelle
- für Ziegel innerhalb des 500 km Radius Extraktion - Baustelle
- für Holz innerhalb des 500 km Radius Extraktion - Baustelle o mit FSC/PEFC
- für Bauprodukte mit Öko-Zerifikat (Ökolabel Typ 1 - ISO 14024)

Material	Referenzorte für	Maximale Entfernung zwischen Baustelle und Referenzort	Notwendige Dokumentation
<b>Naturstein</b>	Extraktion, Bearbeitung, Transport	200 km	Ursprungserklärung und Lieferschein
<b>Ziegel</b>	Extraktion Lehm, Produktion und Bearbeitung	500 km	Ursprungserklärung und Lieferschein
<b>Holz</b>	Holzschlägerung, Holzbearbeitung	500 km	Ursprungserklärung und Lieferschein oder FSC / PEFC Zertifikat

## Zusammenfassung:

- Ein energieeffizientes Gebäudes ist auch aus ökologischer Sicht (Gesamtbilanz) nachhaltig
- Für energieeffiziente Gebäude (Klimahaus A) ist die ökologische Bilanz («graue Energie») mindestens genau so wichtig wie die Energieeffizienz bzw. Energieverbrauch während der Gebäudenutzung.
- Nur durch einen höheren Anteil von recycelten Material kann die ökologische Bilanz noch mehr verbessert werden.
- Der Sektor Bau benötigt neue Technologien für Rück-und Abbau (not green jobs, but job greening)



**Ulrich Klammsteiner**

**Agentur für Energie Südtirol - KlimaHaus**

**Agenzia per l'Energia Alto Adige - CasaClima**