Ricola Kräuterzentrum

Fachtagung Low-Tech | No-Tech

09. November 2017

Transsolar

Low-Tech | No-Tech - Ricola Kräuterzentrum, Laufen CH

09. November 2017

Transsolar KlimaEngineering

Architektur

Herzog & de Meuron, Basel CH

Stampflehmexperte

Lehm Ton Erde, Martin Rauch, Vorarlberg, A

Tobias Fiedler

Transsolar KlimaEngineering, Stuttgart

www.transsolar.com

HIGH COMFORT LOW IMPACT

selbstregulierendes Klima

- ursprünglich keine technischen Installationen für Heizen oder Kühlen geplant, Ausführung mit Bodenheizung zur Sicherheit der Kräuter (Wochenende)
- das Gebäude „atmet“: selbstregulierende Be- & Entfeuchtung des Raumklimas
- Lagerung der Kräuter erfordert besondere klimatische Raumbedinungen:
  Raumtemperatur 5-28°C
  rel. Luftfeuchte 50-55%

Tragkonstruktion

- gute Druckbelastbarkeit ähnlich Beton
- geringe Zugbelastbarkeit führte zu runden Fenstern
- selbsttragende Fassade allein aus Stampflehmziegeln, Lehmmörtel & Ankerschienen
- Europas größtes Stampflehmgebäude
  10,80m hoch / 111m lang / 28,90m breit
- Lehm quillt u. schwindet, was eine Herausforderung für die Tragkonstruktion darstellte

Herstellungsprozess

- Vorfertigung der 5t schweren Stampflehmblöcke in nahegelegener Bestandshalle
- Bauzeit nach der Vorfertigung nur 3 Monate (insg. 15 Monate)
- vergleichweiße geringste CO_2-Produktion

Hygiene

- ursprünglich geplanter Holzbau war aus hygienischen Gründen nicht möglich
- Hygiene-Audit durch Swissmedic

STAMPFLEHM

„Die Kräuter aus der Schweizer Bergwelt kehren dahin zurück, wo sie herkommen - in die Erde.“

Gestaltungsmöglichkeiten

- Ansprechen aller Sinne:
  visuell, haptisch, olfaktorisch
- hauptsächlich monolithische Gestaltung
- viel Handarbeit gegenüber konventioneller Bauten

Regionalität

- Lehmabbau in Laufen seit über 2.000 Jahren
- Ortidentifikation; „dem Boden entwachsen“
- zusätzliche Minderung der grauen Energie durch kurze Transportwege

Materialität

- sehr langlebig
- Erosion exakt kalkulierbar (2-3cm)
- additive Erosionsfugen aus Trasskalk
- Erosion verdichtet zusätzlich die Fassade
- sehr geringe graue Energie überzeugte trotz der Problematik der Wärmeleitfähigkeit
- lange Sanierungsintervalle

Rückbau & Wiederverwendbarkeit

- einzelne Blöcke können jederzeit zwischengelagert werden
- unter Zugabe von Wasser wieder formbar
- Möglichkeit des Zurückführens in die Natur:
  „dem Ort zurückgeben“

Wieviel Technik braucht das Haus?

Transsolar KlimaEngineering

selbstregulierendes Klima

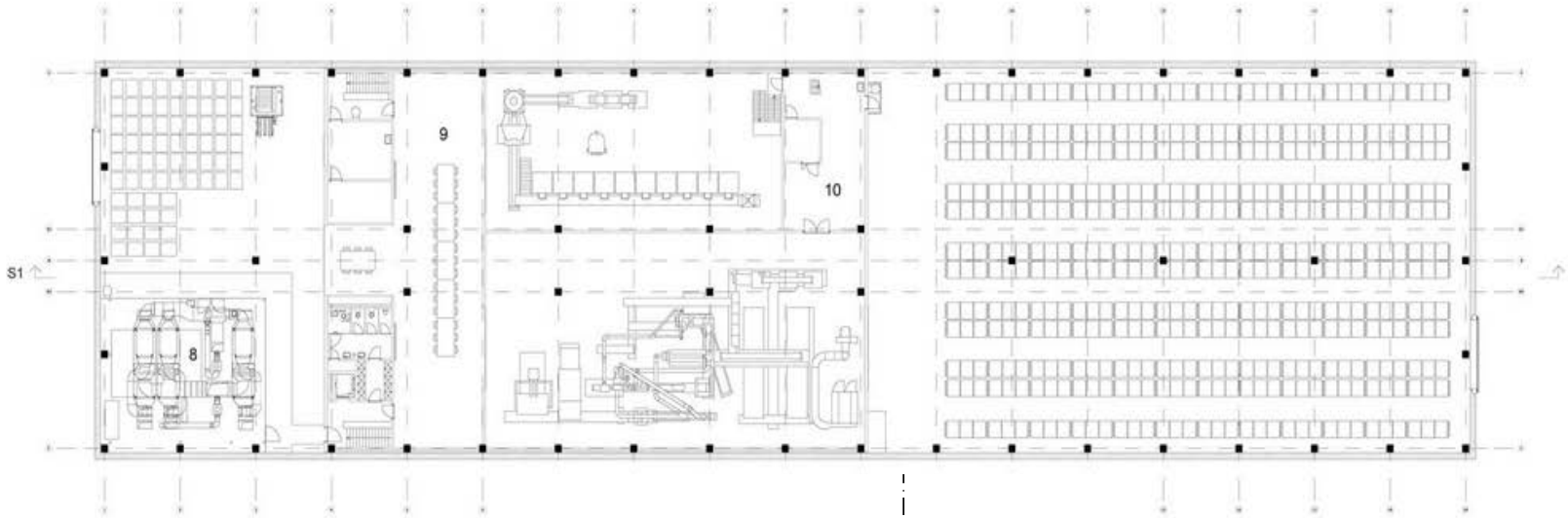
- ursprünglich keine technischen Installationen für Heizen oder Kühlen geplant, Ausführung mit Bodenheizung zur Sicherheit der Kräuter (Wochenende)
- das Gebäude „atmet“: selbstregulierende Be- & Entfeuchtung des Raumklimas
- Lagerung der Kräuter erfordert besondere klimatische Raumbedinungen:

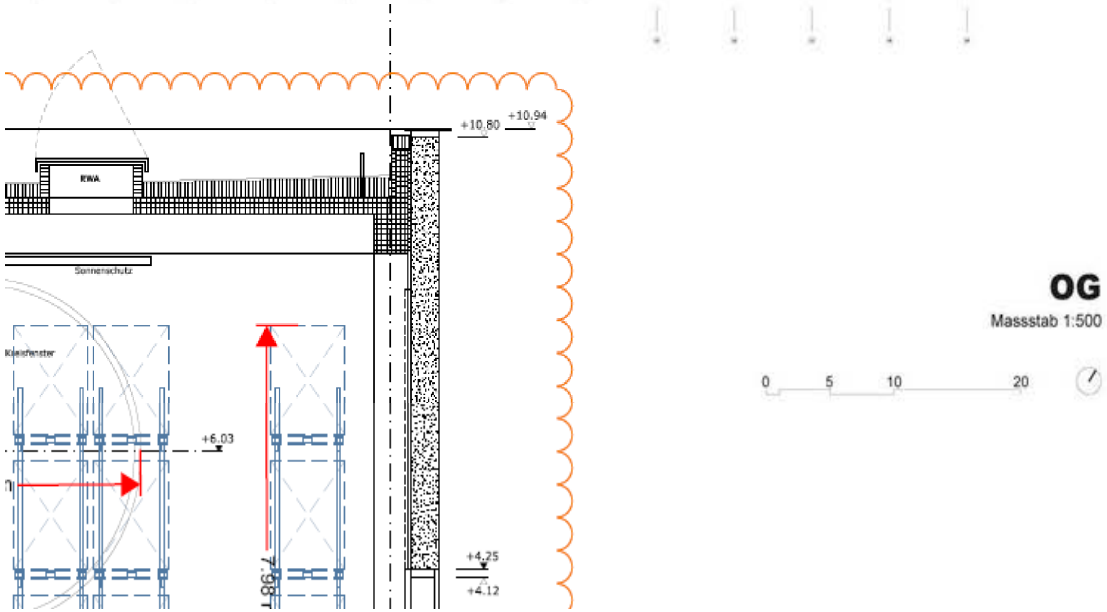
  Raumtemperatur 5-28°C

  rel. Luftfeuchte 50-55%

1'600 m² Kräuterlager der Höhe vom 11 m mit 45 cm dicken Stampflehm-Außenwänden

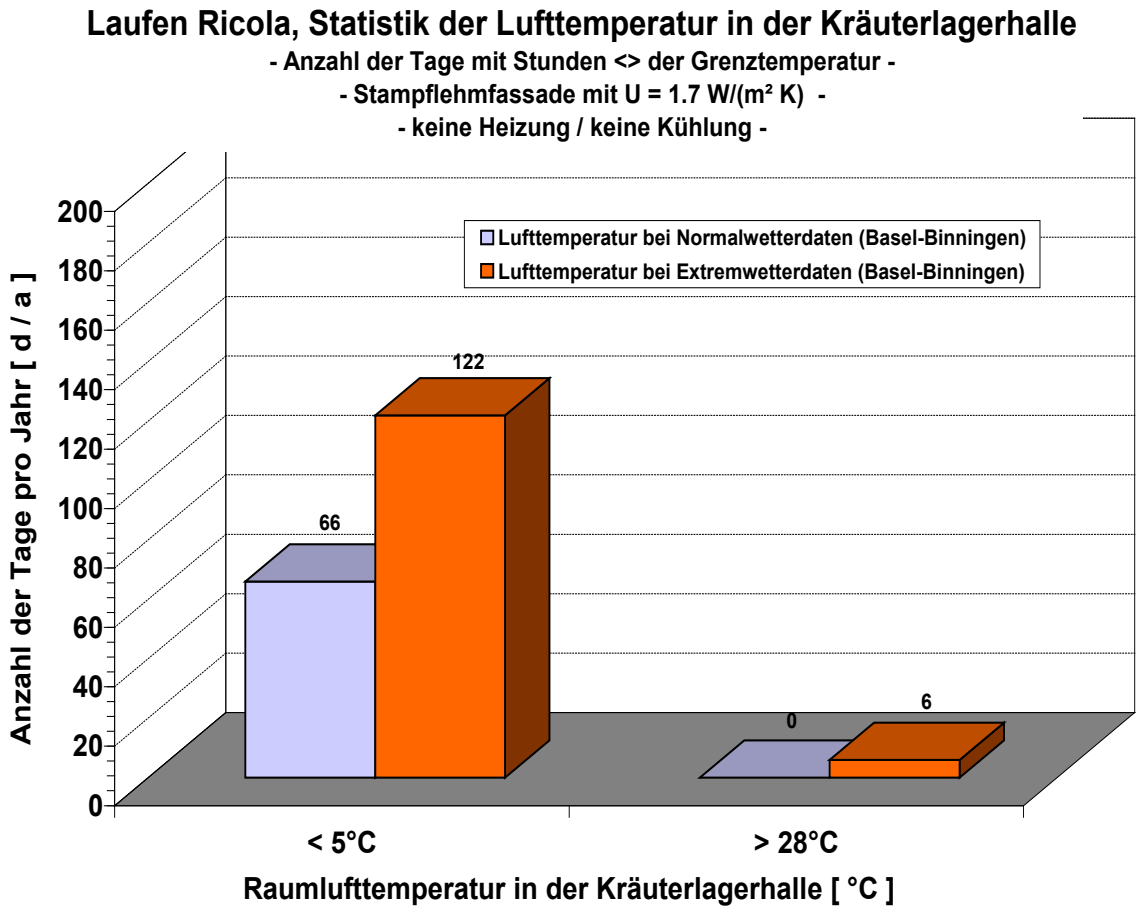
Transsolar KlimaEngineering





Wieviel Technik braucht das Haus? – Heizen, Kühlen

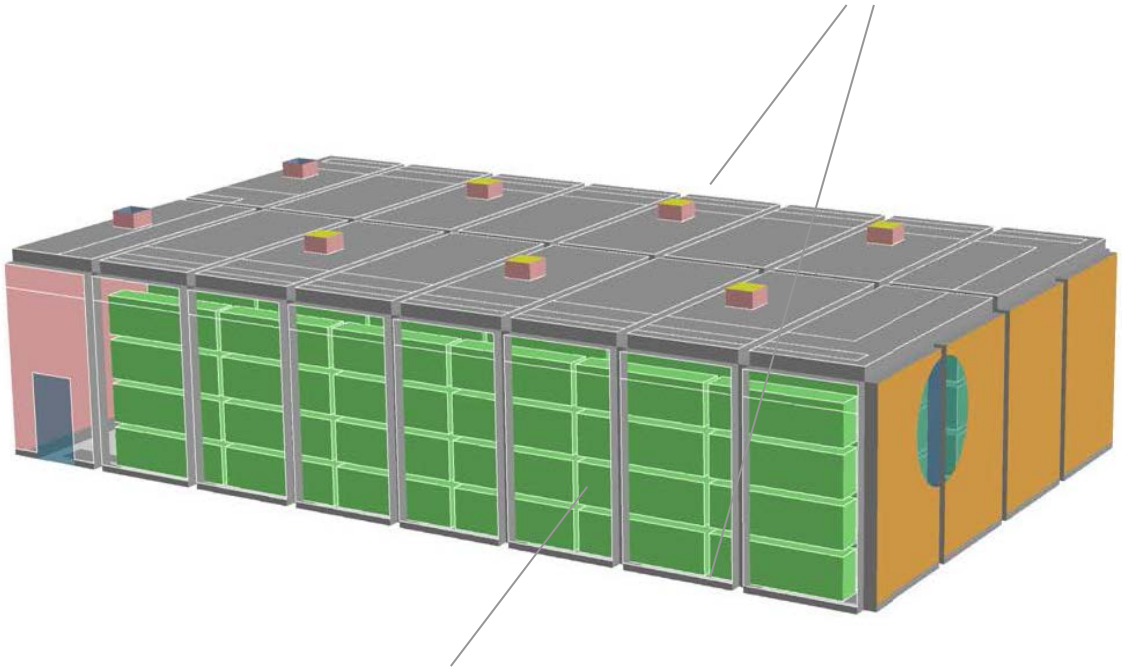
Transsolar KlimaEngineering



Wieviel Technik braucht das Haus? – Heizen, Kühlen

Transsolar KlimaEngineering

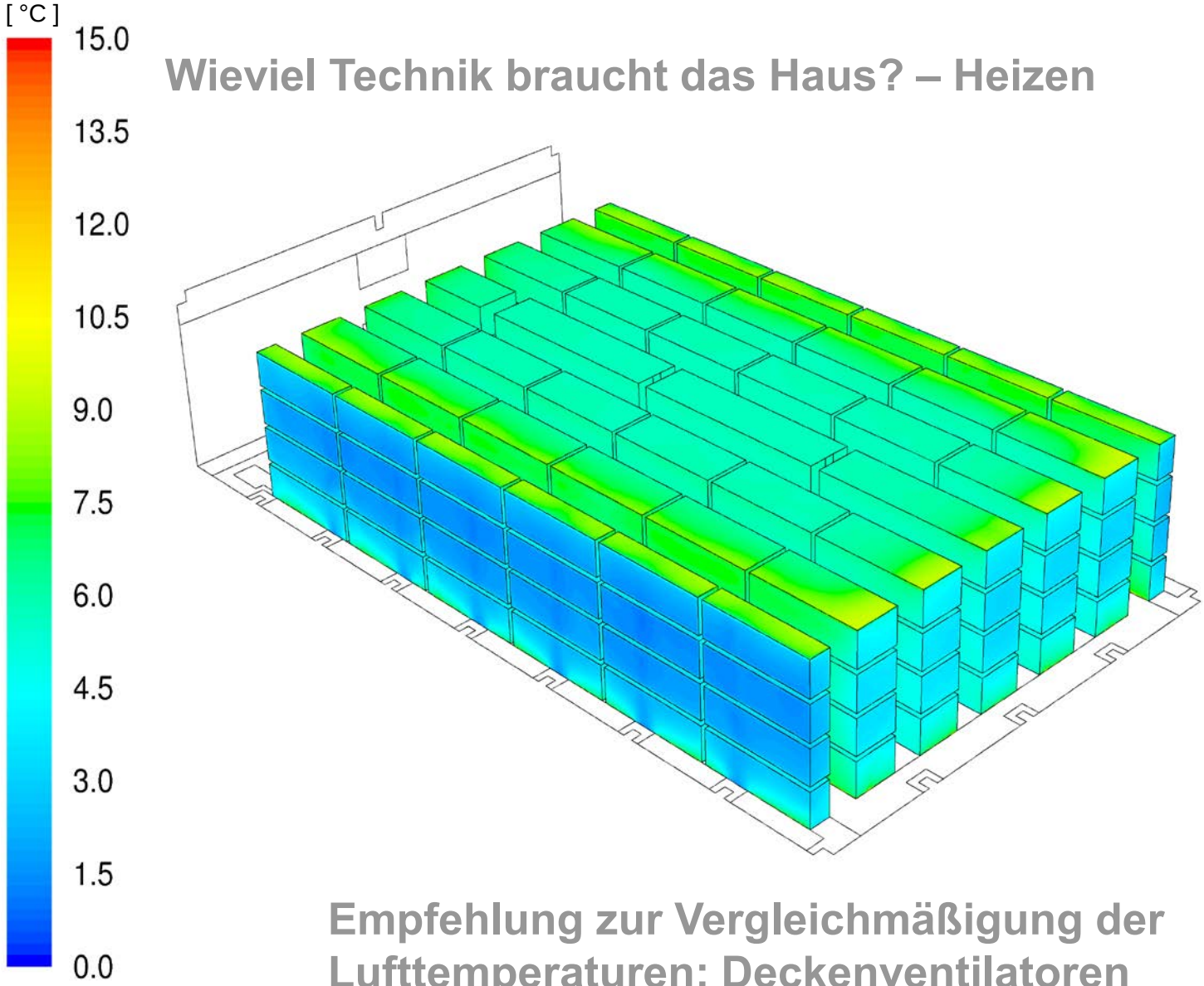
Strömungsmodell:
Thermisch aktivierte Randstreifen im Boden und Dach



Kräuterballen in den Regalen

Wieviel Technik braucht das Haus? – Heizen

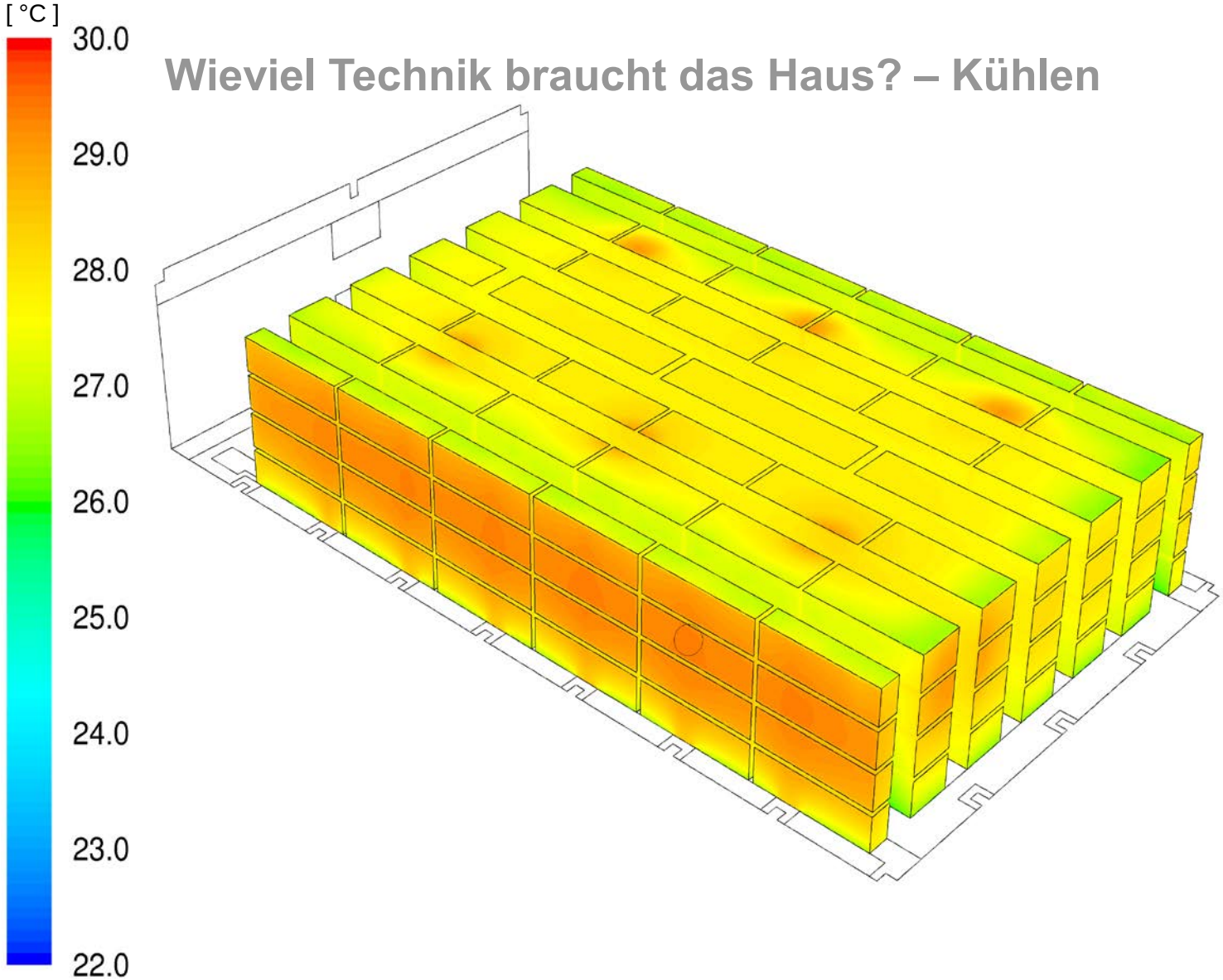
Transsolar KlimaEngineering



Empfehlung zur Vergleichmäßigung der Lufttemperaturen: Deckenventilatoren

Wieviel Technik braucht das Haus? – Kühlen

Transsolar KlimaEngineering



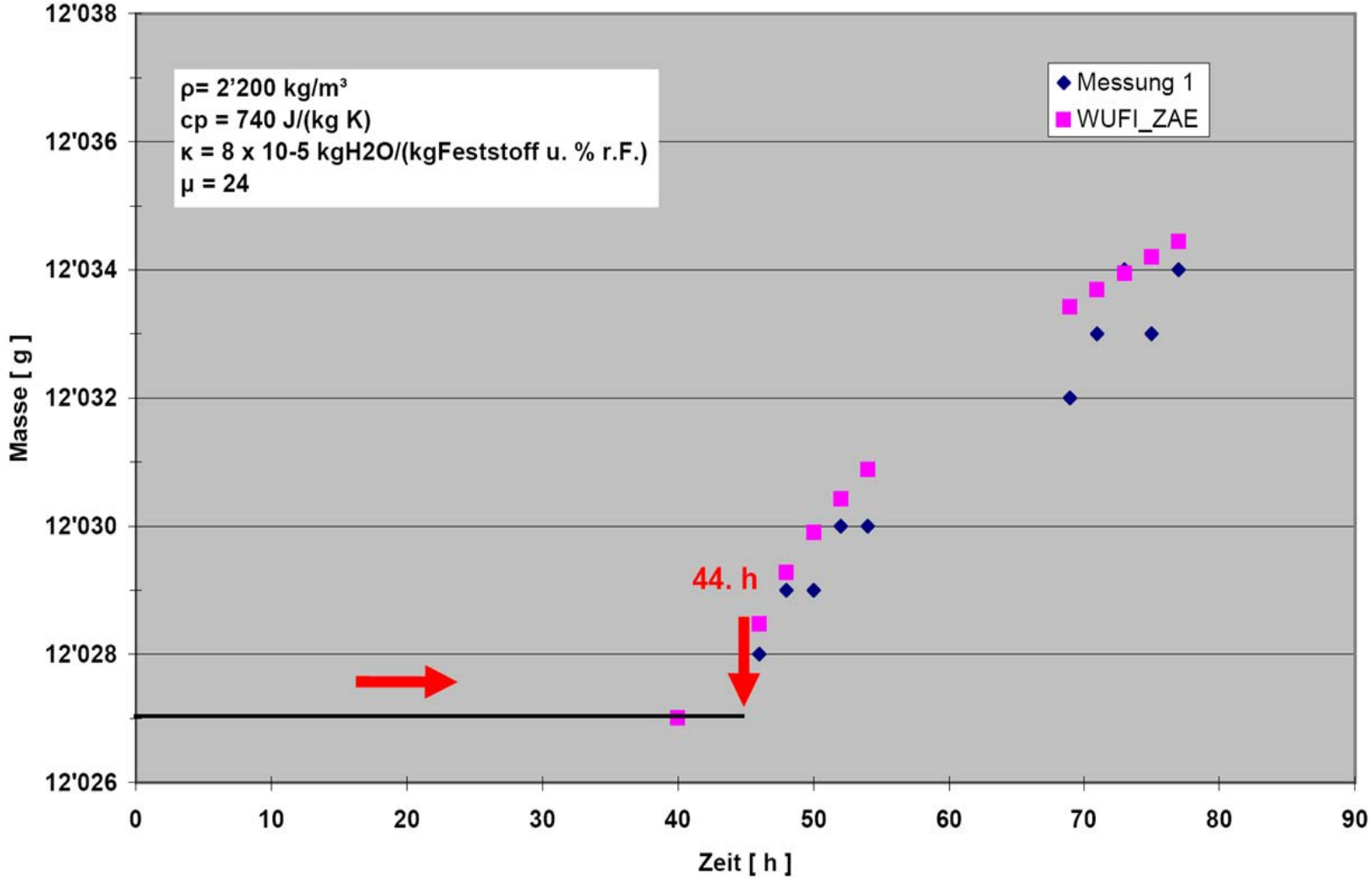
Wieviel Technik braucht das Haus? – Entfeuchten

Transsolar KlimaEngineering

- **Wärmeleitfähigkeit λ= 1.1 W/(m K)**
  (mit geringem Feuchteeinfluss im Bereich 30 % r.F. - 50 % r.
- **Dichte ρ= 2’200 kg/m³**
- **Spez. Wärmekapazität cp = 740 J/(kg K)**
- **die Sorptionsisothermensteigung**
  κ = 8 kgH_2O/(m³ Feststoff)
  im Bereich zwischen 35 % r.F und 45 % r.F.
- **Diffusionswiderstandszahl μ = 24**

Massenänderung durch Feuchteadsorption über die Zeit

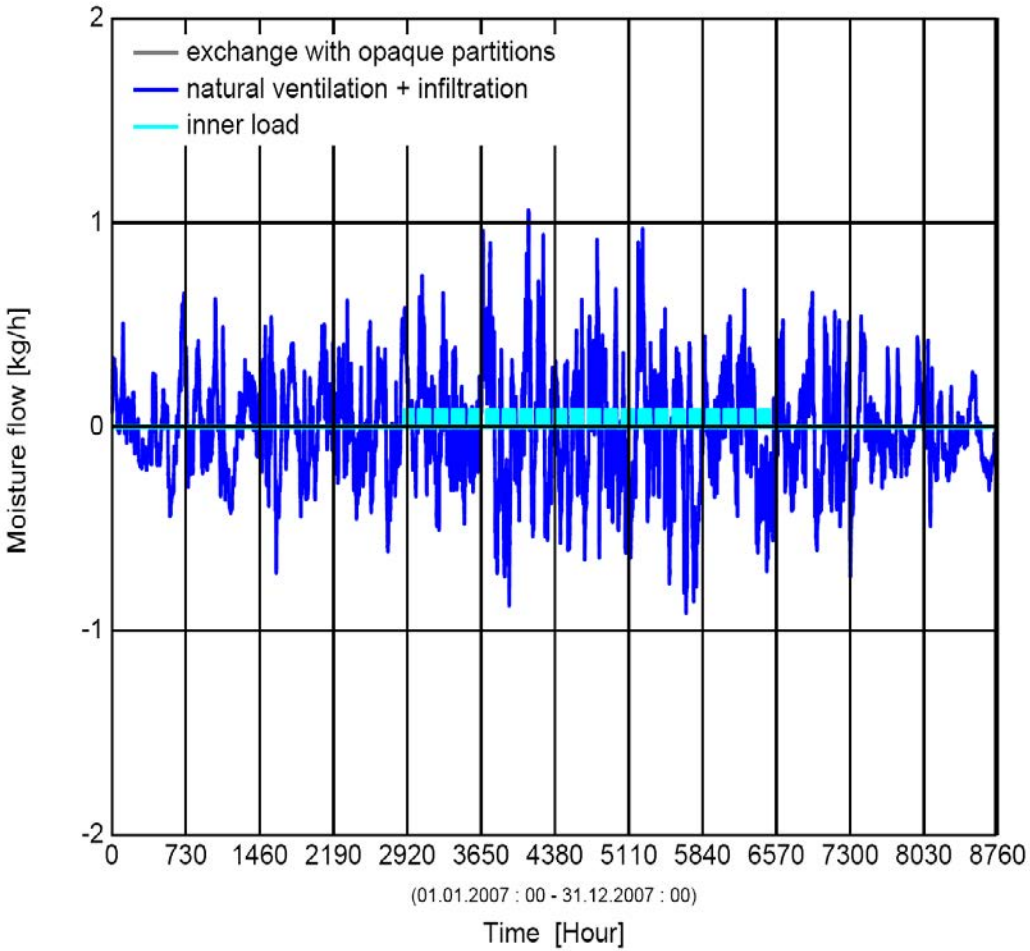
- zur Zeit 44. h wird die rel. Luftfeuchte von 30 % r.F. auf 50 % r.F. erhöht -
- Raumtemperatur konstant 20°C -

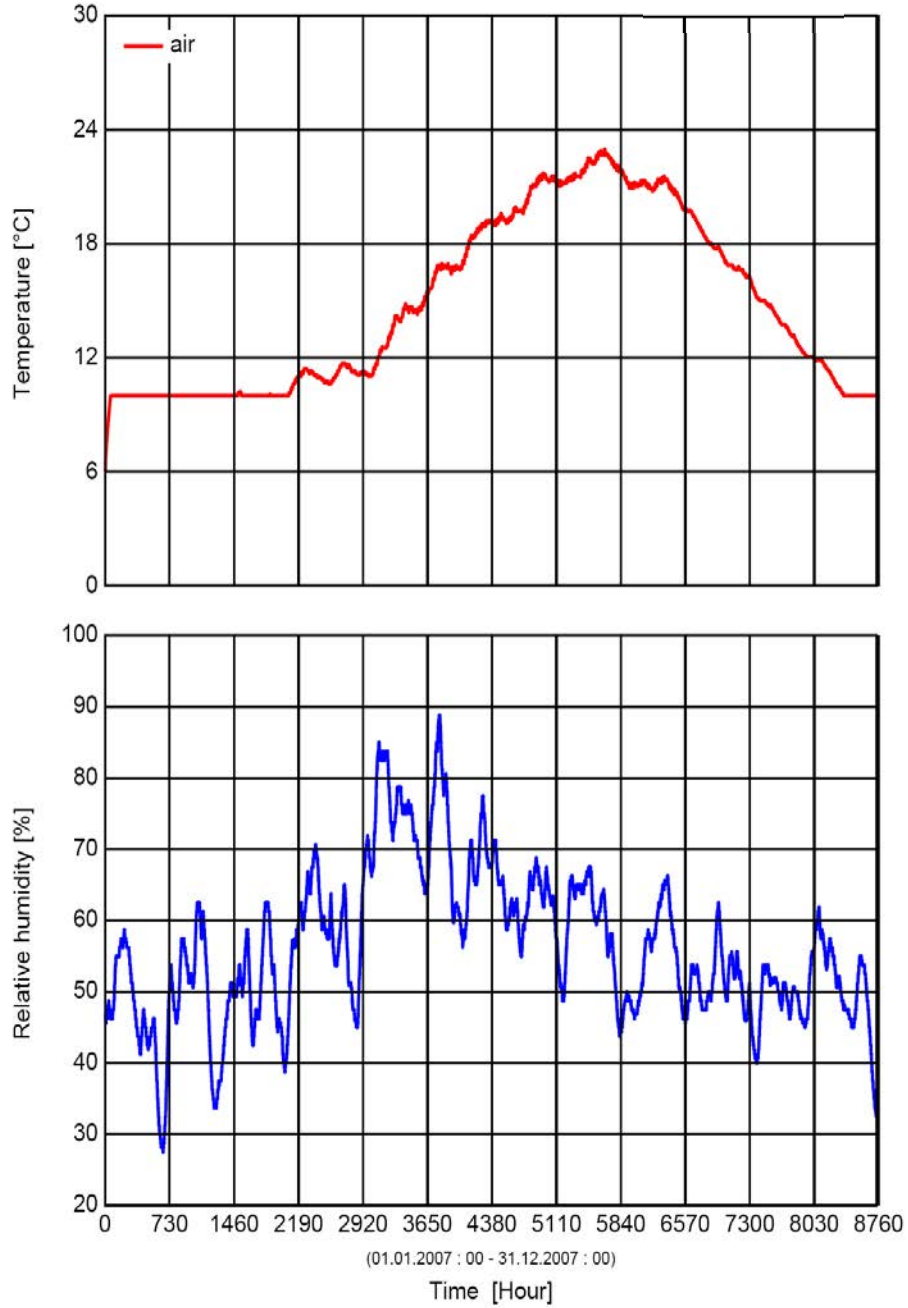


Wieviel Technik braucht das Haus? – Entfeuchten

Aufbau gemäß Wärmeschutz Basel-Lanc

Kalksandsteinfassade mit U = 0.5 W/(m² K)

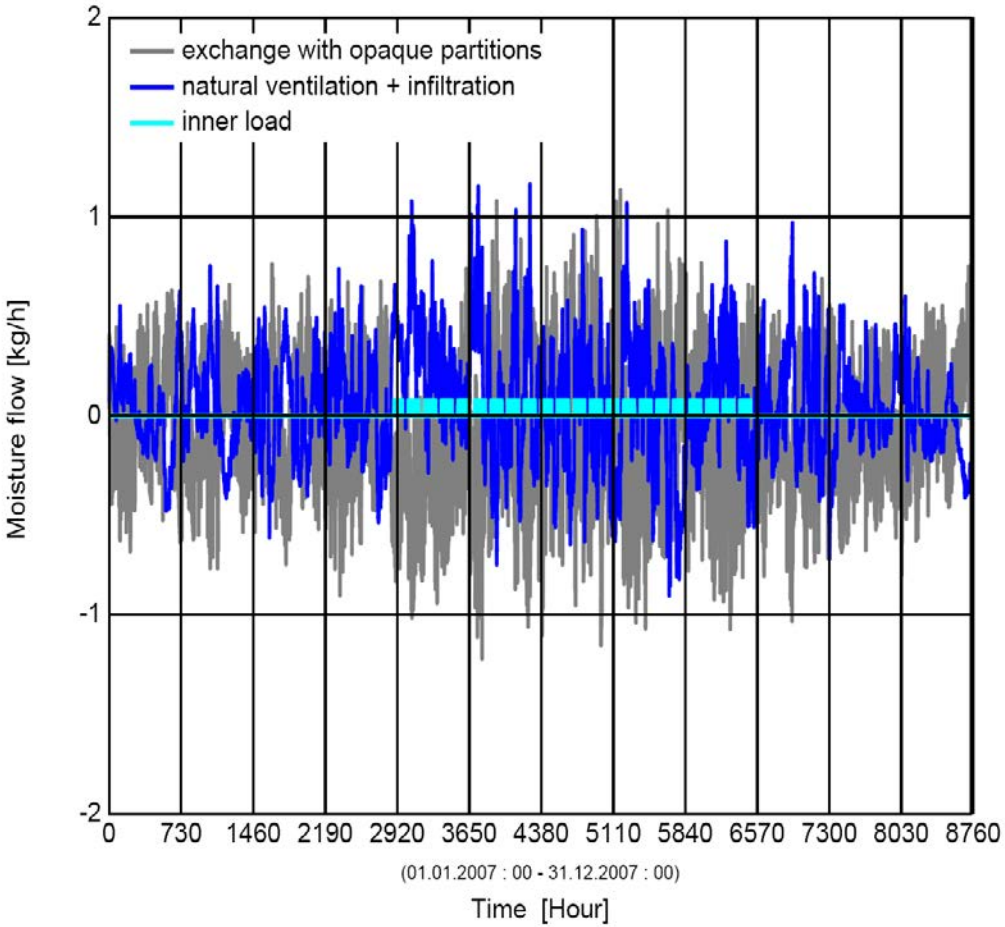


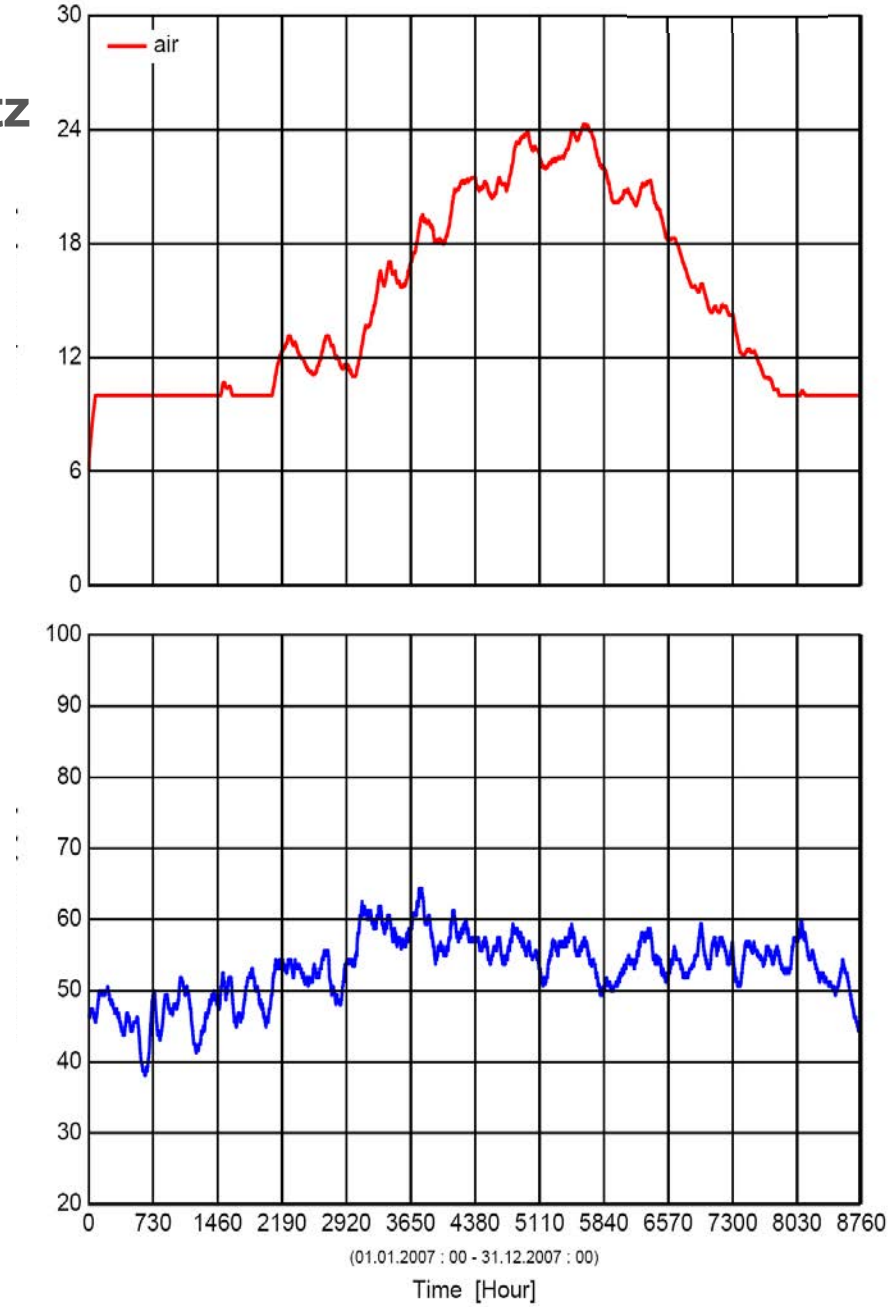


Wieviel Technik braucht das Haus? – Entfeuchten

Aufbau im Widerspruch zum Wärmeschutz

Stampflehmfassade mit U = 1.7 W/(m² K)

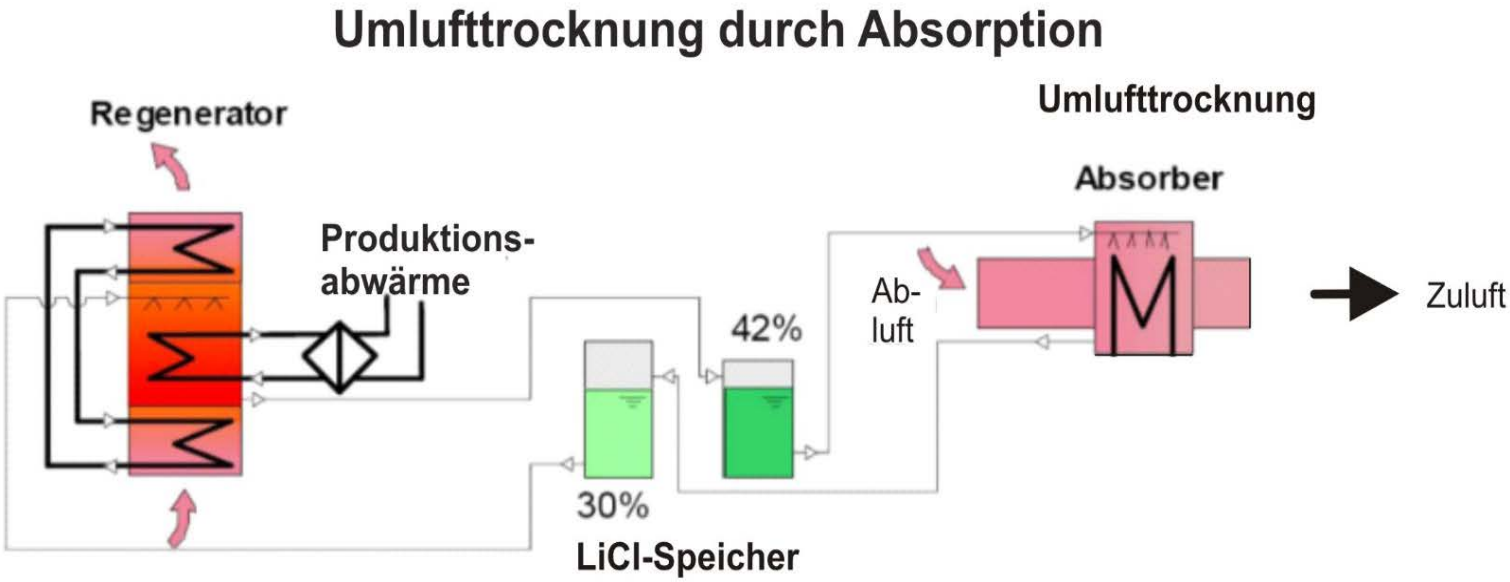




Wieviel Technik braucht das Haus?

Transsolar KlimaEngineering

- Produktionsabwärme zur Beheizung über Flächenheizung im Boden und Dach
- Produktionsabwärme zur Umlufttrocknung
- Freie Nachtkühlung über Verdunstung zur Kühlung des Bodens und des Daches
- PV-Paneele auf dem Dach zur Abschattung der Dachflächen



ean50
blower-door-tests

Transsolar
KlimaEngineering

Zertifikat

über die Luftdichtheit

des Gebäudes

Ricola AG - Kräuterzentrum
Wahlenstr. 114
4242 Laufen
SCHWEIZ

hat bei der Luftdichtheitsmessung nach DIN EN 13829

Verfahren A am

08.04.2014

folgende Luftwechselrate erzielt

n50 = 0,19 1/h

Der zulässige Grenzwert der Luftdurchlässigkeit nach DIN 4108-7 und
Energieeinsparverordnung (EnEV) beträgt
für das Gebäude mit Fensterlüftung

n50 = 3,0 1/h

für Gebäude mit mechanischer Lüftung

n50 = 1,5 1/h

für Gebäude nach den Kriterien des Passivhausinstituts Darmstadt

n50 = 0,6 1/h

Die Anforderungen der Vorschrift wurden erfüllt

Stuttgart	14.04.2014	Harald Kornek	
Ort	Datum	Prüfer	Unterschrift

ELIB Zertifizierter Prüfer
der Gebäude-Luftdichtheit
im Sinne der Energieeinsparverordnung
Harald Kornek
zertifiziert am 18.11.2010 - Nr. 213

ean50
Industriestraße 4
70565 Stuttgart
Tel. 0711 - 49 067 800
www.blower-door-test.de

Energiekennzahlen für die Konditionierung der Kräuterhalle	Entfeuchtung	Heizung (T_Umgebung < 0°C)	Heizung (T_Umgebung >= 0°C)	Kühlung
1. Designmodell **Kräuterhalle mit Stampflehmfassade, Entfeuchtung auf L-DCS-Basis und Heizbedarf tw. aus Produktionsabwärme abgedeckt**				
Wärmebedarf aus Produktionsprozessen [kWh/(m² a)]	1.9		2.2	
Wärmebedarf von Erdgas-Dampfkessel [kWh/(m² a)]		4.7		
Bedarf an elektrischem Strom [kWh/(m² a)]				
nicht erneuerbarer Primärenergiebedarf [kWh/(m² a)]	0.0	7.3	0.0	
Summe nicht erneuerbare Primärenergie [kWh/(m² a)]	7.3			
2. Referenzmodell **Kräuterhalle mit konventioneller, hygrisch nicht aktiver Fassade, thermischer Entfeuchtung und Heizbedarf über Erdgas-Dampfkessel abgedeckt**				
Wärmebedarf aus Produktionsprozessen [kWh/(m² a)]				
Wärmebedarf von Erdgas-Dampfkessel [kWh/(m² a)]		1.3		
Bedarf an elektrischem Strom [kWh/(m² a)]	0.3			
nicht erneuerbarer Primärenergiebedarf [kWh/(m² a)]	0.9	2.0		
Summe nicht erneuerbare Primärenergie [kWh/(m² a)]	2.9			

Konversionsfaktoren

Wärme aus Produktionsprozessen:	0.0
Wärme von Erdgasdampfkessel:	1.55
elektrischer Strom:	2.53

Materialität

- sehr langlebig
- Erosion exakt kalkulierbar (2-3cm)
- additive Erosionsfugen aus Trasskalk
- Erosion verdichtet zusätzlich die Fassade
- sehr geringe graue Energie überzeugte trotz der Problematik der Wärmeleitfähigkeit
- lange Sanierungsintervalle

Life Cycle Impact Assessment – Bauphase, Nutzungsphase mit Sanierungen, Rückbau – from cradle to grave

LCIA - Indikator*	Unit
Global Warming Potential (GWP)	[kg CO_2-Äqv.]
Ozone Depletion Potential (ODP)	[kg R11-Äqv.]
Acidification Potential (AP)	[kg SO_2-Äqv.]
Eutrophication Potential (EP)	[kg Phosphat-Äqv.]
Summer Smog Potential (POCP)	[kg Ethen-Äqv.]
Abiotic Consumption of Resources (fossil)	[MJ]
Abiotic Consumption of Resources (elemental)	[kg Sb.Äqv.]

Ricola – LCIA-Indicator

Ricola – LCIA

Transsolar KlimaEngineering

Stampflehmfassade
U_{res} = 1.7 W/(m² K)

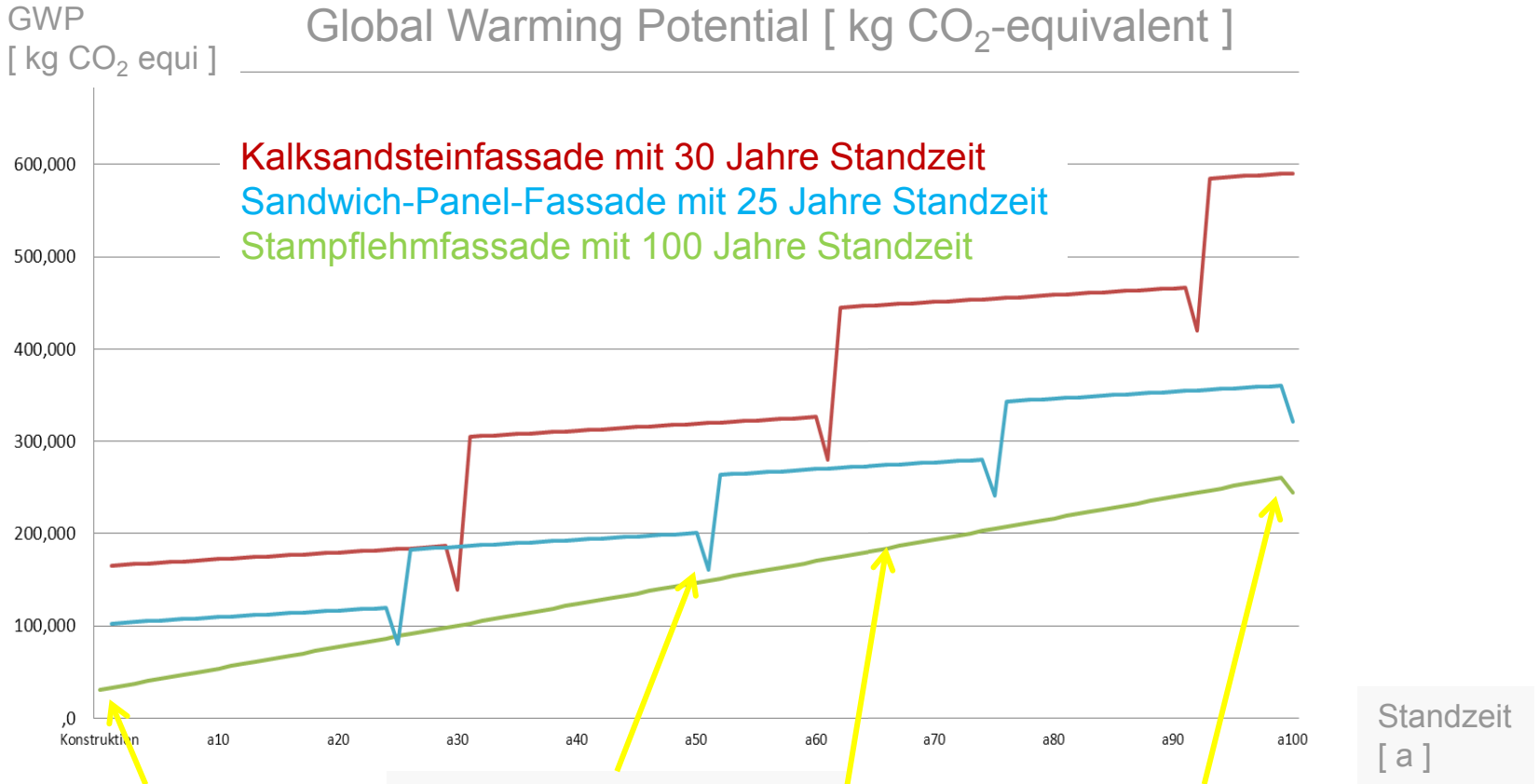
Kalksandsteinfassade
U_{res} = 0.5 W/(m² K)

Sandwich-Panel-Fassade
U_{res} = 0.5 W/(m² K)

Fassadenelemente	kg je Gesamtfläche Fassade
Stampflehmfassade	
Lehme	612.935
lehmhaltiger Mergel	581.681
Aushubmaterial	698.018
Trasskalkzementmörtel	56.876
Stahlnetzeinlage verzinkt	6.765
Halfenschiene zur Verankerung	1.649
Gesamtgewicht Fassade	1.957.923
Kalksandsteinfassade	
Kunstharz-Beschichtung	1.168
Kalksandstein	700.884
Dämmung (Steinwolle)	9.345
Unterkonstruktion Stahl verzinkt	9.028
VM Anthra-Zink, Titanzink anthrazitfarbig vorbewittert	13.628
Schutzfolie für VM Anthra-Zink	214,16
Gesamtgewicht Fassade	734.267
Sandwichelement mit PUR-Kern	
Unterkonstruktion Stahl verzinkt	9.028
Lack	656
Stahl verzinkt	7.576
PUR Dämmung	4.632
Stahl verzinkt	10.606
Lack	656
Schutzfolie innen	212,31
Schutzfolie aussen	212,31
Gesamtgewicht Fassade	33578

Ricola – LCIA-Indicator – GWP
Global Warming Potential [kg CO_2-equivalent]

Transsolar KlimaEngineering



0/0 – Graue Energie

Sanierung: Credits für Recycling + Wiederverwendung

End of Life Credits für Recycling

Resultate beziehen sich auf die Gesamtfassadenfläche der Kräuterhalle

Gradient repräsentiert den Energiebedarf für Heizung und Entfeuchtung (TRNSYS, WUFI plus)

By courtesy of PE INTERNATIONAL

s. auch: Graue Energie von Neubauten – Ratgeber für Baufachleute

https://www.energieschweiz.ch/page/de-ch/graue-energie-ratgeber-fuer-baufachleute-und-bauherrschaften