



SOS'09 Congrès Internacional

## Congrès Internacional de Baubiologie

INSTITUT TECNOL GIC DE LLEIDA

**27. November 2009**



### Der Baubiologe in der Praxis Teil II

am Beispiel der Alte Schule Murrhärle



Alte Schule Murrhärle

Dämmschilf in der Praxis

  Rolf Canters, Murrhardt  
Ing.-Büro Bau PLUS Energie



SOS'09 Congrès Internacional

## SOS'09 Congrès Internacional de Baubiologie

### Der Baubiologe in der Praxis II

- Historisches und Grundlagen
- Brandschutz von nachwachsenden Rohstoffen
- Projektbericht: Dämmen mit Schilf, Kork und Lehm
- Ausblick
- CO<sub>2</sub>-neutrale Energiekonzepte mit Holz und Sonne



Alte Schule Murrhärle

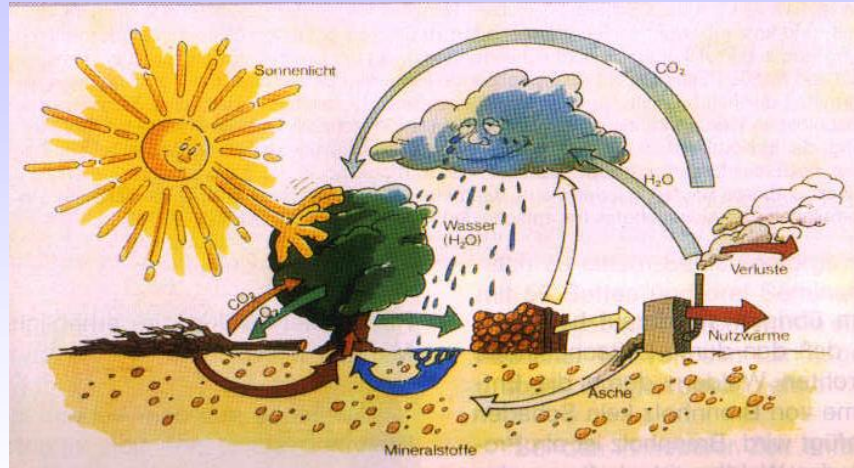
Dämmschilf in der Praxis

  Rolf Canters, Murrhardt  
Ing.-Büro Bau PLUS Energie

## Ökosystem Wald



SOS'09 Congrès Internacional



- Verbrennung entspricht Verrottung
- Wald ist Kohlenstoffspeicher
- Ab-fall ist besser als M ll
- Wald ist Sauerstoffproduzent



Alte Schule Murrhärle

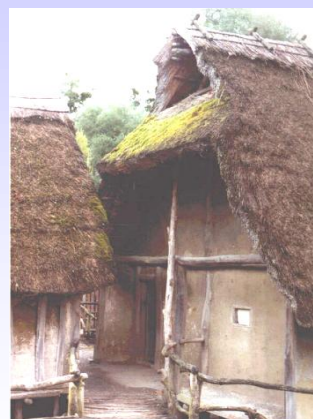
Dämmschilf in der Praxis

  Rolf Canfers, Murrhardt  
Ing.- Büro Bau PLUS Energie

## Vor 2500 Jahren lebten wir zwischen Schilf und Lehm, und schmiedeten Bronze ...



SOS'09 Congrès Internacional



- **Ausschließliche Verwendung von Naturmaterialien**
- **offenes Feuer konserviert Baumaterialien**



Alte Schule Murrhärle

Dämmschilf in der Praxis

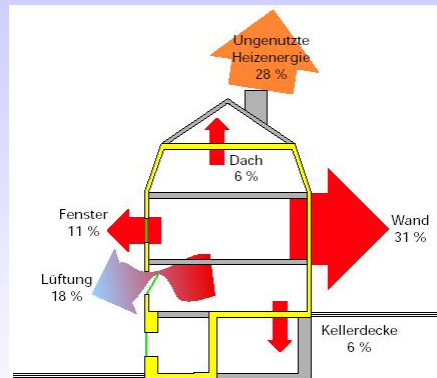
  Rolf Canfers, Murrhardt  
Ing.- Büro Bau PLUS Energie

## Energiebilanz Beispiel Fachwerk

### Altes Herrenhaus Bj. 1750



Energieeffiziente Hausschwammsanierung  
2003 in Hausach im Kinzigtal



Heizenergiebedarf:  
von 180 bis 400 kWh/m<sup>2</sup>a



Alte Schule Murrhärle

Dämmschilf in der Praxis

  Rolf Canters, Murrhardt  
Ing.- Büro Bau PLUS Energie

## Die Nachwachsenden Rohstoffe



Alte Schule Murrhärle

Dämmschilf in der Praxis

  Rolf Canters, Murrhardt  
Ing.- Büro Bau PLUS Energie

## Vorteile von Baustoffen aus Nachwachsenden Rohstoffen



SOS'09 Congrès Internacional

- nachhaltige, dezentrale Erzeugung
- Schonung fossiler Ressourcen
- CO<sub>2</sub> – Minderung und Speicherung
- gut für die Gesundheit (geringe Emissionen)
- wiederverwendbar und kompostierbar
- Entschärfung der Abfallproblematik
- Stärkung regionaler Wirtschaftskreisläufe
- meist geringer Energiebedarf



Alte Schule Murrhärle

Dämmschilf in der Praxis

  Rolf Canfers, Murrhardt  
Ing.- Büro Bau PLUS Energie

## Baustofftechnische Eigenschaften



SOS'09 Congrès Internacional

<b>Wärmeleitfähigkeit <math>\lambda</math> in W/mK:</b>	<b>zwischen 0,040 und 0,075 W/mK</b>
<b>Rohdichte <math>\rho</math> in kg/m<sup>3</sup>:</b>	<b>zwischen 20 und 270 kg/m<sup>3</sup></b>
<b>Wärmekapazität c in J/kgK:</b>	<b>zwischen 1300 und 2700 J/kgK</b>
<b>Diffusionswiderstandszahl <math>\mu</math>:</b>	<b>zwischen 1 und 10</b>
<b>Baustoffklasse:</b>	<b>B1 schwer entflammbar B2 normal entflammbar</b>



Alte Schule Murrhärle

Dämmschilf in der Praxis

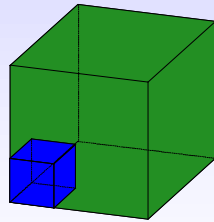
  Rolf Canfers, Murrhardt  
Ing.- Büro Bau PLUS Energie



## Sorptionsfähigkeit

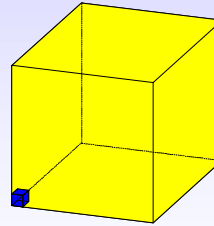


30% = 30 Liter



**Zellulose**  
100 kg/m<sup>3</sup>

2% = 0,5 Liter



**Mineralfaser**  
25 kg/m<sup>3</sup>

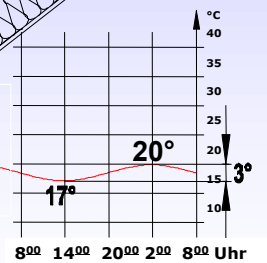
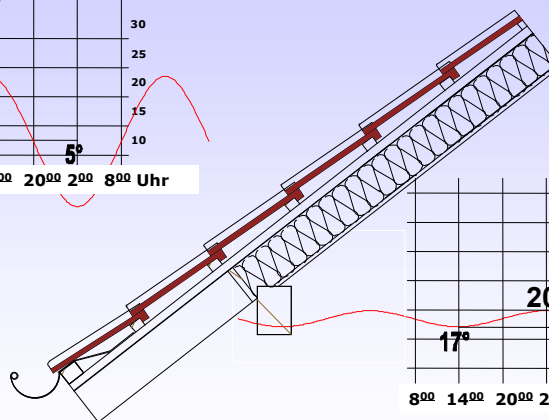
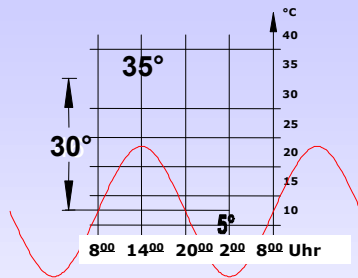


Alte Schule Murrhärle

Dämmschilf in der Praxis

© Rolf Canters, Murrhardt  
Ing.- Büro Bau PLUS Energie

## Sommerlicher Wärmeschutz



Phasenverschiebung = 12 Stunden

Temperaturamplitudenverhältnis = TAV = 10

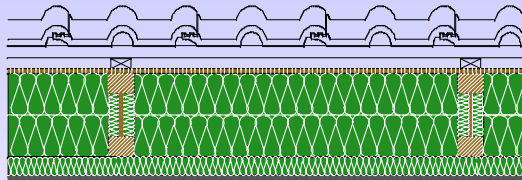


Alte Schule Murrhärle

Dämmschilf in der Praxis

© Rolf Canters, Murrhardt  
Ing.- Büro Bau PLUS Energie

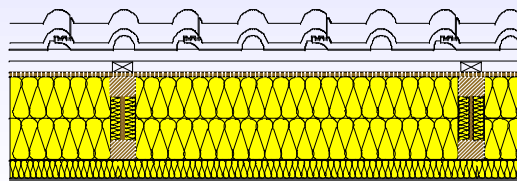
## Sommerlicher Wärmeschutz



**Beispieldach Zellulosedämmung**

U-Wert: 0,21 W/(m²K)  
TAV (Dämpfung): 14  
Phasenverschiebung: 12 h

U-Wert: 0,21 W/(m²K)  
TAV (Dämpfung): 5  
Phasenverschiebung: 6 h



**Beispieldach Mineralfaserdämmung**



Alte Schule Murrhärle

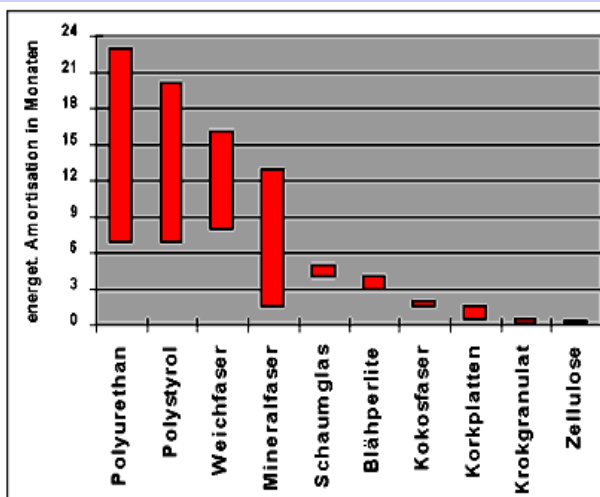
Dämmschilf in der Praxis

© Rolf Canters, Murrhardt  
Ing.- Büro Bau PLUS Energie

## Ökologische Amortisation



- Kurze energetische Amortisation
- Energie für ihre Herstellung wesentlich geringer als die Energieeinsparung während der Nutzungsphase.
- grundsätzlich sinnvoll da kurze Amortisationszeit
- Alle Natur-Dämmstoffe sind diffusionsfähig.
- Kapillaraktivität erhöht Feuchtetransport



Bildnachweis:  
(1) Photo: W. Mück  
(2) Rant F.; DBZ 10/96

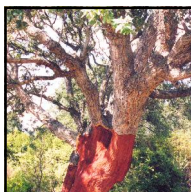
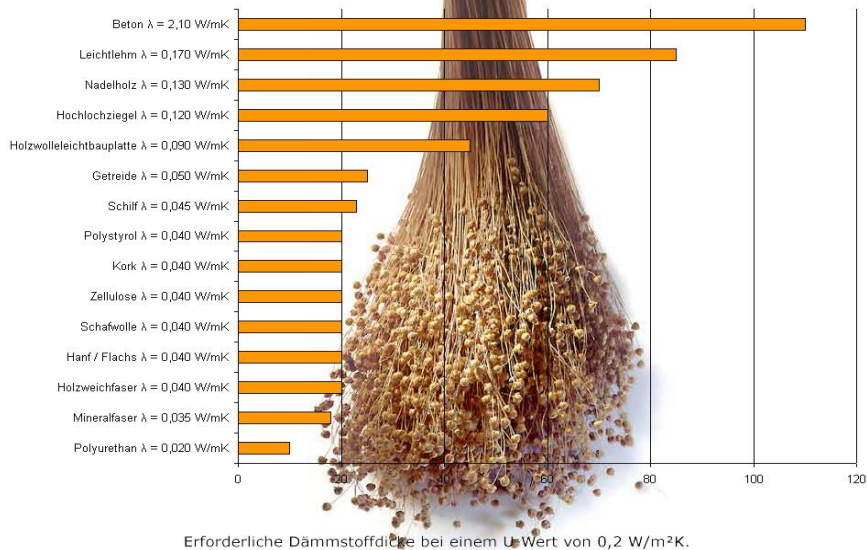


Alte Schule Murrhärle

Dämmschilf in der Praxis

© Rolf Canters, Murrhardt  
Ing.- Büro Bau PLUS Energie

## Vergleich Dämmstoffdicke



## Kennwerte Kork



### Baustoffkennwerte:

Wärmeleitfähigkeit  $\lambda$ : 0,040 - 0,045 W/mK

Diffusionswiderstandsfaktor  $\mu$ : 5-10

Rohdichte  $\rho$ : 100 - 180 kg/m³

Brandklasse nach DIN 4102: B2

### Produktpalette:

Dämmplatten, Putzträger

Bei zu hohen Backtemperaturen Schadstoffe (PAK)



Alte Schule Murrh hle

Dämmschilf in der Praxis

  Rolf Canters, Murrhardt  
Ing.-Büro Bau PLUS Energie



## Kork

**Einsatzmöglichkeiten:**





**Wärmedämm-  
verbundsystem**

Fa. Hasit



**Schüttung**



**Trittschalldämmung**

Dämmschilf in der Praxis

© Rolf Canters, Murrhardt  
Ing.- Büro Bau PLUS Energie



Alte Schule Murrhärle



## Kennwerte Schilf



**Baustoffkennwerte:**

Wärmeleitfähigkeit $\lambda$ :	0,045 - 0,055 W/mK
Diffusionswiderstandsfaktor $\mu$ :	1 - 5
Rohdichte $\rho$ :	150 - 220 kg/m <sup>3</sup>
Brandklasse nach DIN 4102:	B2

**Produktpalette:**

Dämmplatten, Putzträger

Noch keine bauamtliche Zulassung

**Doch seit Jahrtausenden bewährt!**





Alte Schule Murrhärle

Dämmschilf in der Praxis

© Rolf Canters, Murrhardt  
Ing.- Büro Bau PLUS Energie



## Schilfernte



SOS'09 Congrès Internacional



Schilfernte im MurrtaI im Winter 04/05



Alte Schule Murrhärle

Dämmschilf in der Praxis

  Rolf Canfers, Murrhardt  
Ing.- Büro Bau PLUS Energie

## Schilfernte



SOS'09 Congrès Internacional



Transport nach Murrhärle



Alte Schule Murrhärle

Dämmschilf in der Praxis

  Rolf Canfers, Murrhardt  
Ing.- Büro Bau PLUS Energie



## Versuche mit Wasserglas

**Natronwasserglas ist**

extrem guter **Brandverhinderer**

Kristallwasser kocht vor dem Brennen auf

### Aber

Das Salz des Natronwasserglases ist spröde und

**haftet zu wenig** auf dem Schilf.



Alte Schule Murrhärle

Dämmschilf in der Praxis



SOS'09 Congrès Internacional



  Rolf Canfers, Murrhardt  
Ing.- Büro Bau PLUS Energie

## Brandschutz mit Wasserglas

### Zweite Versuchsreihe im Herbst 2005

Zur Optimierung wurde **Kaliwasserglas** verwendet.

### und Erkenntnisse

Material haftet gut, aber geringerer Brandschutz!

**Entscheidung:**  
**Lehmputz als Brandschutz**

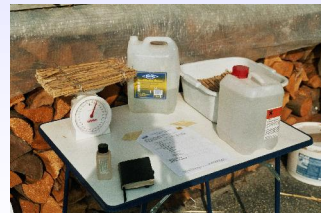


Alte Schule Murrhärle

Dämmschilf in der Praxis



SOS'09 Congrès Internacional



  Rolf Canfers, Murrhardt  
Ing.- Büro Bau PLUS Energie

## Herstellung der Schilfmatten



SOS'09 Congrès Internacional



Alte Schule Murrhärle

Dämmschilf in der Praxis

  Rolf Canfers, Murrhardt  
Ing.- Büro Bau PLUS Energie

## Herstellung der Schilfmatten



SOS'09 Congrès Internacional



Alte Schule Murrhärle

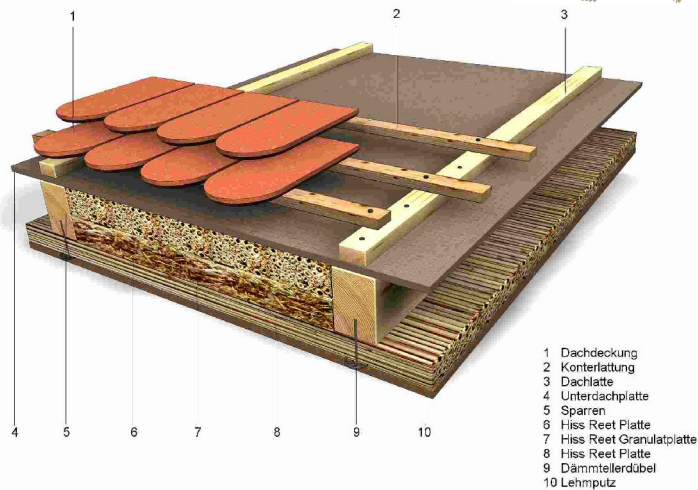
Dämmschilf in der Praxis

  Rolf Canfers, Murrhardt  
Ing.- Büro Bau PLUS Energie

## Vorschlag Dachaufbau



HISS REET 1833



Alte Schule Murrhärle

Dämmschilf in der Praxis

© Rolf Canters, Murrhardt  
Ing.- Büro Bau PLUS Energie

## Die Alte Schule Murrhärle

- 1857 erbaut
- 1966 letzte Schulkasse
- bis 2001 Lehrer-  
wohnung vermietet
- Schulsaal war  
Wahlbüro, Kinder-  
krippe und Kirche
- 2002 Stadt Murrhardt  
verkauft Dorfschule
- Seit 2003 Sanierung
- Am 07.07.2007:  
Wiedereröffnung des  
historischen Saals



Alte Schule Murrhärle

Dämmschilf in der Praxis

© Rolf Canters, Murrhardt  
Ing.- Büro Bau PLUS Energie



## Bauablauf

### Abdecken der Westseite

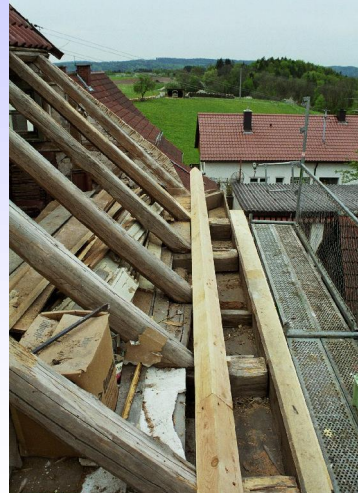


Alte Schule Murrhärle



SOS'09 Congrès Internacional

### Das Fußholz ist montiert



Dämmschilf in der Praxis

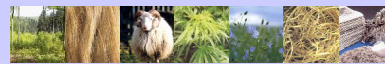
© Rolf Canthers, Murrhardt  
Ing.- Büro Bau PLUS Energie

## Bauablauf

### Neue Kehlbalken aus Douglasie



Alte Schule Murrhärle



SOS'09 Congrès Internacional

### Die Aufschieblinge wurden entfernt, die Sparren sind weitgehend in Ordnung



Dämmschilf in der Praxis

© Rolf Canthers, Murrhardt  
Ing.- Büro Bau PLUS Energie

## Bauablauf



SOS'09 Congrès Internacional

Die ersten 12 cm Matten  
liegen

Es geht zügig voran



Alte Schule Murrhärle

Dämmschilf in der Praxis

  Rolf Canters, Murrhardt  
Ing.- Büro Bau PLUS Energie

## Bauablauf



SOS'09 Congrès Internacional

Das letzte Bild vom alten Schornsteinkopf

Die UV-beständige **winddichte Ebene**  
wird mit den neuen Sparren gehalten



Alte Schule Murrhärle

Dämmschilf in der Praxis

  Rolf Canters, Murrhardt  
Ing.- Büro Bau PLUS Energie



## Dämmschilf 2. Lage



SOS'09 Congrès Internacional

Der Meister bei der Arbeit

Der Flugsparren ist montiert



Alte Schule Murrhärle

Dämmschilf in der Praxis

  Rolf Canfers, Murrhardt  
Ing.- Büro Bau PLUS Energie

## Unterdach

Die Holzfaser-Unterdachplatten werden  
reihenweise eingebaut



SOS'09 Congrès Internacional



Wir warten auf den ersten Regen



Alte Schule Murrhärle

Dämmschilf in der Praxis

  Rolf Canfers, Murrhardt  
Ing.- Büro Bau PLUS Energie

## Dämmschilf

Es ist vollbracht, die Wetterseite ist fertig

20 m<sup>3</sup> Schilf, 4 m<sup>3</sup> Holz und 3 m<sup>3</sup> Holzfaser pro Dachseite



SOS'09 Congrès Internacional



Alte Schule Murrhärle

Dämmschilf in der Praxis

  Rolf Canfers, Murrhardt  
Ing.- Büro Bau PLUS Energie

## Abendstimmung

am 5. Tag Lehmputz zur Holzkonservierung an der Nordwand



SOS'09 Congrès Internacional



Alte Schule Murrhärle

Dämmschilf in der Praxis

  Rolf Canfers, Murrhardt  
Ing.- Büro Bau PLUS Energie



## Weiter geht's im Osten



SOS'09 Congrès International

Die Grundschwelle ist montiert  
und winddicht eingepackt



Alte Schule Murrhärle

Dämmschilf in der Praxis

© Rolf CanTERS, Murrhardt  
Ing.- Büro Bau PLUS Energie

## Luft- und Regendicht



SOS'09 Congrès International

Die Unterdachbahn wird gespannt. Das Dach ist regensicher !



Alte Schule Murrhärle

Dämmschilf in der Praxis

© Rolf CanTERS, Murrhardt  
Ing.- Büro Bau PLUS Energie

## Fast Fertig

Die Latten sind montiert



Alte Schule Murrhärle

An der Nordfassade

werden die  
Restplatten  
angedübelt



Dämmschilf in der Praxis

© Rolf CanTERS, Murrhardt  
Ing.- Büro Bau PLUS Energie

## Details Luftdichtung

Korkplatten klemmen die Winddichtung  
zusätzlich zwischen die Balken



SOS'09 Congrès Internacional

Die luftdichte Ebene an der  
Turmverwahrung



Alte Schule Murrhärle

Dämmschilf in der Praxis

© Rolf CanTERS, Murrhardt  
Ing.- Büro Bau PLUS Energie



# Einsichten



SOS'09 Congrès Internacional

Der Platz für den Turm



Die Aufsparrendämmung von innen



Alte Schule Murrhärle

Dämmschilf in der Praxis

  Rolf Canters, Murrhardt  
Ing.- Büro Bau PLUS Energie

# Schilf und Lehm



SOS'09 Congrès Internacional



Alte Schule Murrhärle

Dämmschilf in der Praxis

  Rolf Canters, Murrhardt  
Ing.- Büro Bau PLUS Energie



## Innenputz auf Schilf

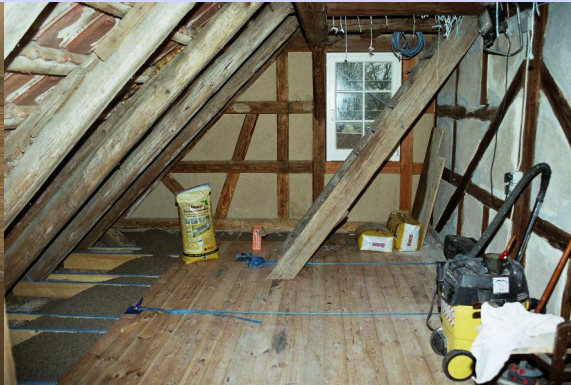


SOS'09 Congrès Internacional

### Lehmputz auf Schilf



### Kork und Blähton zwischen den Balken



Alte Schule Murrhärle

Dämmschilf in der Praxis

  Rolf Canters, Murrhardt  
Ing.- Büro Bau PLUS Energie

## Empfehlung für wohn- gesunde Sanierungen

- Grundsätzlich diffusionsfähigen Materialien verwenden  
+ Bauphysik beachten
- Natürliche, regionale Materialien verwenden
- Recycling ist angewandte Ökologie
- High-End-Stoffe möglichst vermeiden
- CO-2 neutrale Heizung mit Sonnenkraft
- Strahlungswärme schafft Behaglichkeit



SOS'09 Congrès Internacional



Alte Schule Murrhärle

Dämmschilf in der Praxis

  Rolf Canters, Murrhardt  
Ing.- Büro Bau PLUS Energie

## Der Kachelofen bringt Behaglichkeit und sorgt für frische Luft



SOS'09 Congrès Internacional



Der Sockel aus altem Sandstein



Alte Schule Murrhärle

Dämmschilf in der Praxis

  Rolf CanTERS, Murrhardt  
Ing.- Büro Bau PLUS Energie

## Innendämmung auf Fachwerk



SOS'09 Congrès Internacional



Der Gips- und Kalkputz wurde komplett entfernt.

Nach der Grundierung mit Lehm Schlämme wird die erste  
Lage Kork mit Lehmm rtel angeklebt.



Alte Schule Murrhärle

Dämmschilf in der Praxis

  Rolf CanTERS, Murrhardt  
Ing.- Büro Bau PLUS Energie

## Innendämmung mit Kork und Lehm



SOS'09 Congrès Internacional



**Die Leiste trägt die 2. Lage Kork wärmebrückenfrei**  
**Die 5 cm Platten werden nach dem Verkleben verdübelt**



Alte Schule Murrhärle

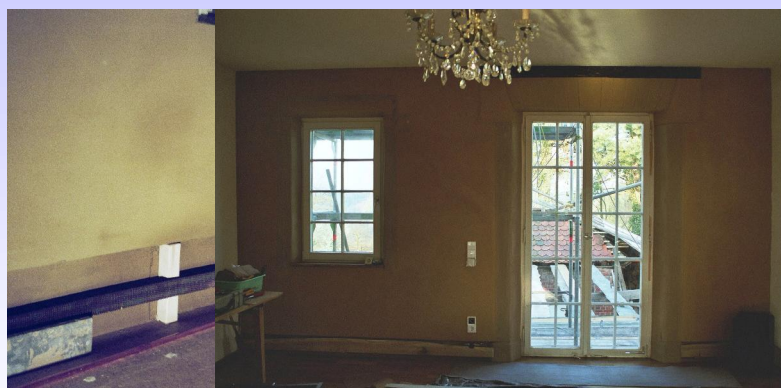
Dämmschilf in der Praxis

© Rolf CanTERS, Murrhardt  
 Ing.- Büro Bau PLUS Energie

## Sockelheizleiste und Lehmfeinputz



SOS'09 Congrès Internacional



**Ein Glasfasergewebe ist im oberen Drittel des Lehmgrundputzes eingebettet. Im Sockel wird die Kupfer-Heizleiste montiert**  
**Die Wand mit dem Lehmfeinputz ist an allen Kanten abgerundet**



Alte Schule Murrhärle

Dämmschilf in der Praxis

© Rolf CanTERS, Murrhardt  
 Ing.- Büro Bau PLUS Energie



## Effizienz von Kork im Alten Schulsaal Murrhärle



### Energie- Einsparung!

Fachwerkwand  
mit Kork + Schilf

4 cm = ca. 50%  
8 cm = ca. 66%  
12 cm = ca. 75%



Das Ergebnis überzeugt durch Behaglichkeit und Flair!

Die Wand mit Lehmfeinputz auf 8 cm Kork-Lehm Dämmung



Alte Schule Murrhärle

Dämmschilf in der Praxis

© Rolf Canters, Murrhardt  
Ing.- Büro Bau PLUS Energie

## Zukünftige Entwicklung



Strohballenbau

Das neue  
Zeichen  
für mehr  
Verbraucherschutz



R fossil

R mineralisch  
metallisch

R nachwachsend



Holzfaser mit Lehm

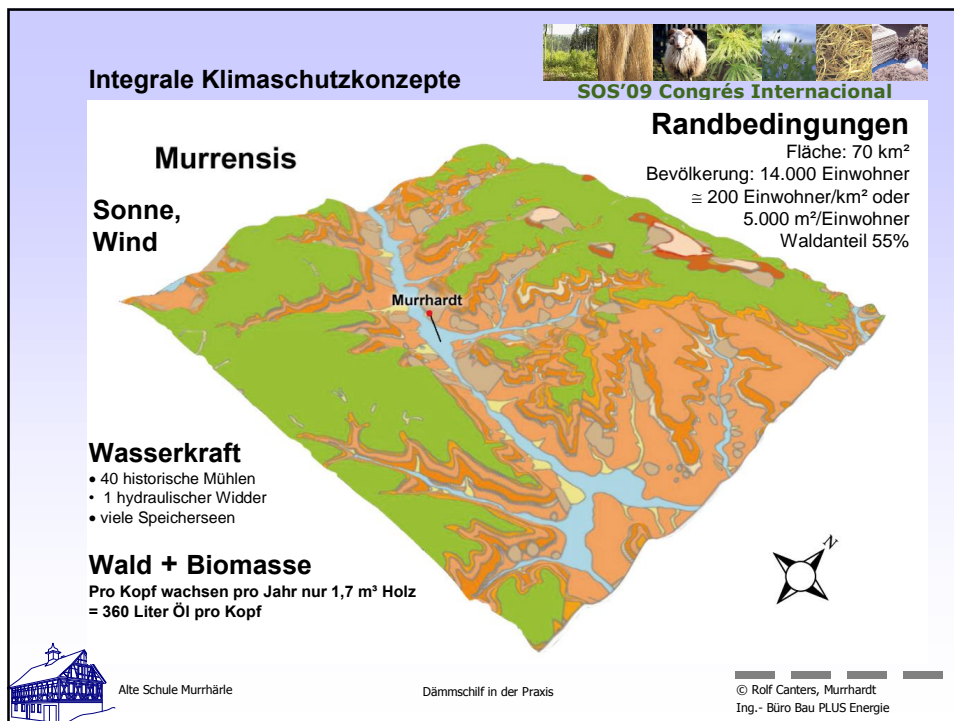


Dämmschilf



Alte Schule Murrhärle


© Rolf Canters, Murrhardt  
Ing.- Büro Bau PLUS Energie



  
 SOS'09 Congrès Internacional

## Plusenergie Sanierungen:

### Anbau + Sanierung Heilbronn



**Low-Cost Enff Sanierung 100**

### Sanierung in Herrenberg



**EnEV -30, Pellets mit Solar**

**Low-E Häuser mit 50% und mehr solarer Heizung sind möglich!**



Alte Schule Murrhärle

D mmschiff in der Praxis

  Rolf Canters, Murrhardt  
Ing.- Büro Bau PLUS Energie



## Plus-Cost-House:



**> 3 Liter Haus, 100% Erneuerbare Energie:  
CO<sub>2</sub>- und Stromneutral mit Sonne und Holzvergaser**



**Fertiggestellt 2009 im Burgstetten**



Alte Schule Murrhärle

Dämmschilf in der Praxis

  Rolf Canters, Murrhardt  
Ing.- Büro Bau PLUS Energie

## Veranstaltungen in der Alten Schule



- Forum Murrensis, Vortragsprogramm für nachhaltige Entwicklung
- Veranstaltungen mit kulinarischen Köstlichkeiten im historischen Ambiente
- Seminare, Workshops und Events

### Vorschau 2010

- VHS Murrhardt: Schulung zur Nachhaltigkeit in Kindergärten
- Wasserkraft im Wald Fr hling 2010
- Solar Energy: Sommerenergie Workshop 2010
- Erneuerbare Energietage im Herbst 2010



Alte Schule Murrhärle

Dämmschilf in der Praxis

  Rolf Canters, Murrhardt  
Ing.- Büro Bau PLUS Energie

## Aktuelle Vorträge im FORUM MURRENSIS



- Schimmel vermeiden und baubiologisch sanieren
- Die Glorreichen Sieben: Welche der erneuerbaren Energieträger helfen uns in die nachhaltige Zukunft?
- Fördermittel von Staat und Land für Holz und Sonne
- Baubiologisch sanieren für Generationen
- Fördermittel und effiziente Energietechnik für Unternehmer!
- Vom Niedrigenergie zum PLUS+ENERGIE Haus:  
Wege zum ökonologischen EnergieGEWINNhaus

Schauen Sie mal rein: [www.bauplusenergie.de](http://www.bauplusenergie.de)



Alte Schule Murrhärle

Dämmschilf in der Praxis

© Rolf Canters, Murrhardt  
Ing.- Büro Bau PLUS Energie

### Kontakt:

**Eva und Rolf Canters**  
**[www.canters.de](http://www.canters.de)**



### Vorträge und Seminare:

**Alte Schule Murrhärle, [www.bauplusenergie.de](http://www.bauplusenergie.de)**

### Förderung und Energieberatung:

**[www.den-ev.de](http://www.den-ev.de), Deutsches Energieberater Netzwerk e.V.**

### Wohngesund und nachhaltig Bauen:

**[www.baubiologie.de](http://www.baubiologie.de)**



Alte Schule Murrhärle

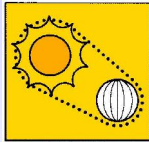
Dämmschilf in der Praxis

© Rolf Canters, Murrhardt  
Ing.- Büro Bau PLUS Energie



**SOS'09 Congrès Internacional**

**Herzlichen Dank für die  
Unterstützung!**



**Stuttgart  
Solar e.V.**

**HISS REET**  
1833



**Herzlichen Dank für die  
Aufmerksamkeit**

**Und ein herzliches Dankeschön an alle lieben Helfer!**



Alte Schule Murrh hle

Dämmschilf in der Praxis

  Rolf Canthers, Murrhardt  
Ing.-Büro Bau PLUS Energie