



sostenibilità  
sostenibilitate  
de sustainable  
se nachhaltig



09



SOS'09 Congrés Internacional

## Congrés Internacional de Baubiologie

INSTITUT TECNOLÒGIC DE LLEIDA

**27. November 2009**



### Der Baubiologe in der Praxis Teil II

am Beispiel der Alte Schule Murrhärle



Alte Schule Murrhärle

Dämmsschilf in der Praxis

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



SOS'09 Congrés Internacional

## SOS'09 Congrés 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

Dämmsschilf in der Praxis

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

**Ökosystem Wald**

SOS'09 Congrés Internacional

- Verbrennung entspricht Verrottung
- Wald ist Kohlenstoffspeicher
- Ab-fall ist besser als Müll
- Wald ist Sauerstoffproduzent

Alte Schule Murrhärle

Dämmsschilf in der Praxis

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

SOS'09 Congrés Internacional

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

- Ausschließliche Verwendung von Naturmaterialien
- offenes Feuer konserviert Baumaterialien

Alte Schule Murrhärle

Dämmsschilf in der Praxis

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

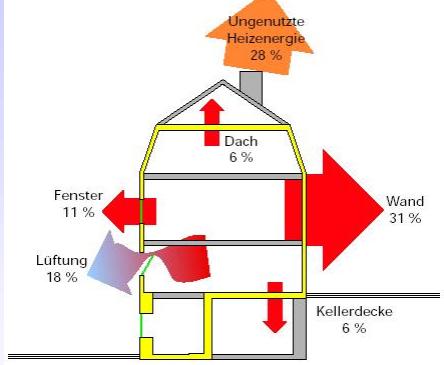
SOS'09 Congrés Internacional

**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 Murrhardt

Dämmsschilf in der Praxis

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

SOS'09 Congrés Internacional

**Die Nachwachsenden Rohstoffe**



**Kokos**

**Hanf**

**Getreide**

**Schilf**

**Kork**

**Wolle** in der Praxis

**Holz**

 Alte Schule Murrhardt

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


  
**SOS'09 Congrés Internacional**

### Vorteile von Baustoffen aus Nachwachsenden Rohstoffen

- 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



Dämmsschiff in der Praxis

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


  
**SOS'09 Congrés Internacional**

### Baustofftechnische Eigenschaften

**Wärmeleitfähigkeit  $\lambda$  in W/mK:** zwischen 0,040 und 0,075 W/mK

**Rohdichte  $\rho$  in kg/m<sup>3</sup>:** zwischen 20 und 270 kg/m<sup>3</sup>

**Wärmekapazität  $c$  in J/kgK:** zwischen 1300 und 2700 J/kgK

**Diffusionswiderstandszahl  $\mu$ :** zwischen 1 und 10

**Baustoffklasse:**

- B1 schwer entflammbar
- B2 normal entflammbar

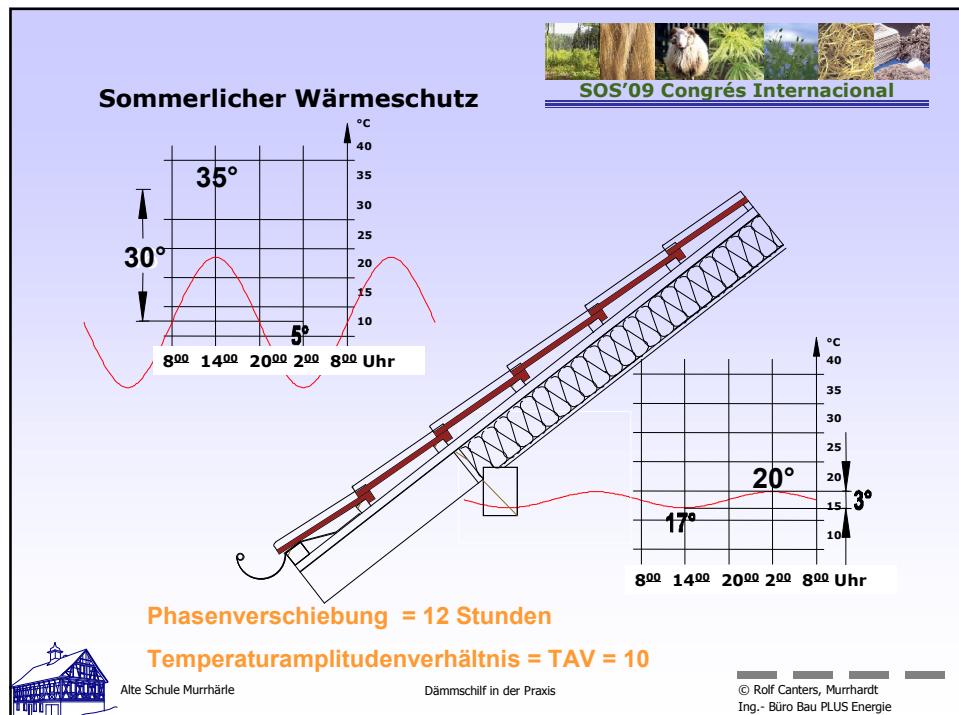
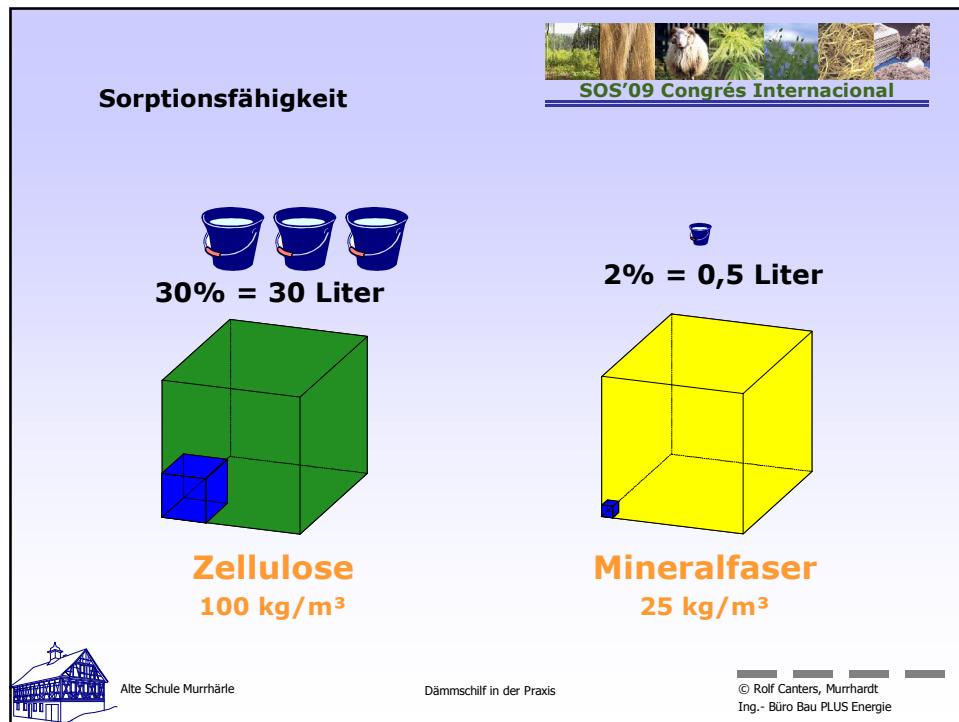


Alte Schule Murrhärle



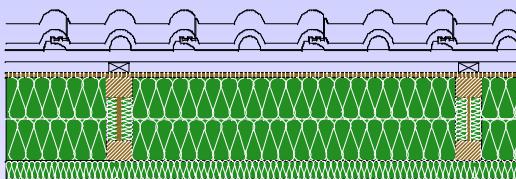
Dämmsschiff in der Praxis

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



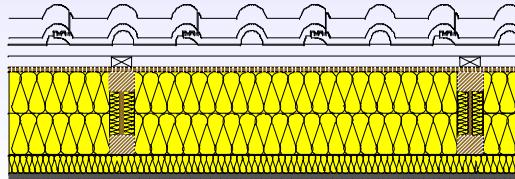
SOS'09 Congrés Internacional

**Sommerlicher Wärmeschutz**



**Beispieldach Zellulosedämmung**

**U-Wert: 0,21 W/(m<sup>2</sup>K)**  
**TAV (Dämpfung): 14**  
**Phasenverschiebung: 12 h**



**Beispieldach Mineralfaserdämmung**

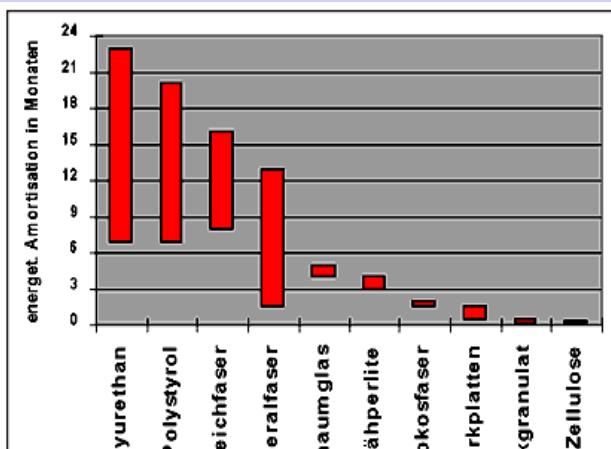
Alte Schule Murrhärle

Dämmsschilf in der Praxis

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

SOS'09 Congrés Internacional

**Ökologische Amortisation**



Material	energet. Amortisation in Monaten
Polyurethan	~22
Polystyrol	~18
Weichfaser	~15
Minerafaser	~12
Schaumglas	~4
Blähperlite	~3
Kokofaser	~1
Korkplatten	~1
Krokgranulat	~1
Zellulose	~1

Bildnachweis:  
(1) Photo: W. Möck  
(2) Ramm F.: DBZ 10/96

Alte Schule Murrhärle

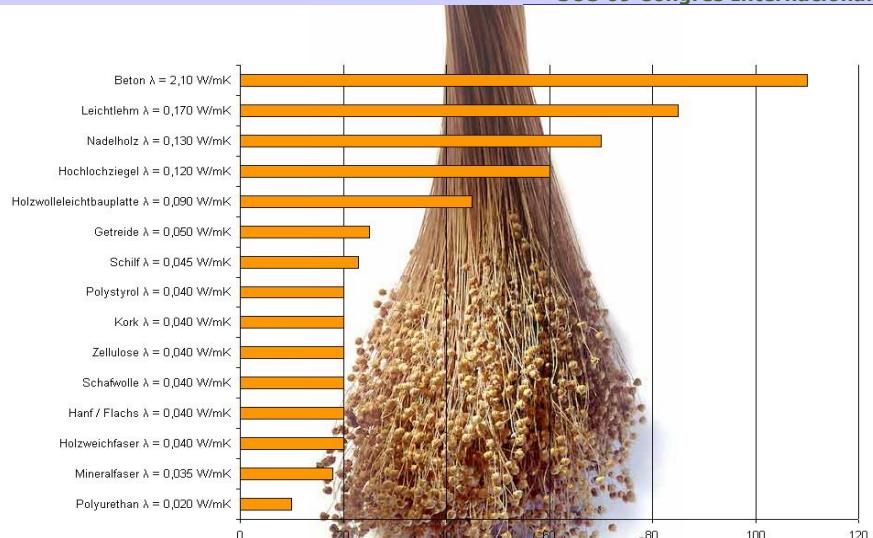
Dämmsschilf in der Praxis

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

## Vergleich Dämmstoffdicke



SOS'09 Congrés Internacional



Erforderliche Dämmstoftdicke bei einem U-Wert von 0,2 W/m<sup>2</sup>K.

## Kennwerte Kork



SOS'09 Congrés Internacional

### Baustoffkennwerte:

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

Diffusionswiderstandsfaktor  $\mu$ : 5-10

Rohdichte  $\rho$ : 100 - 180 kg/m<sup>3</sup>

Brandklasse nach DIN 4102: B2

### Produktpalette:

Dämmplatten, Putzträger

Bei zu hohen Backtemperaturen Schadstoffe (PAK)



Alte Schule Murrhardt

Dämmstof in der Praxis

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

## Kork

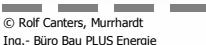
**Einsatzmöglichkeiten:**

**Wärmedämm-verbundsystem** **Schüttung**

**Trittschalldämmung** **Dämmstifl in der Praxis**

## 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 **Dämmstifl in der Praxis** **© Rolf Canters, Murrhardt**  
**Ing.- Büro Bau PLUS Energie**



SOS'09 Congrés Internacional

## Schilfernte



Schilfernte im Murrtal im Winter 04/05



Alte Schule Murrhärle

Dämmsschilf in der Praxis

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



SOS'09 Congrés Internacional

## Schilfernte



Transport nach Murrhärle



Alte Schule Murrhärle

Dämmsschilf in der Praxis

© Rolf Canters, 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

Dämmeschilf in der Praxis

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



SOS'09 Congrés Internacional



## 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

Dämmeschilf in der Praxis

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



SOS'09 Congrés Internacional



## Herstellung der Schilfmatte



SOS'09 Congrés Internacional



Alte Schule Murrhärle

Dämmsschilf in der Praxis

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

## Herstellung der Schilfmatte



SOS'09 Congrés Internacional



Alte Schule Murrhärle

Dämmsschilf in der Praxis

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

SOS'09 Congrés Internacional

HISS REET 

## Vorschlag Dachaufbau

1 Dachdeckung  
2 Konterflutung  
3 Dachplatte  
4 Unterdachplatte  
5 Sparren  
6 Hiss Reet Platte  
7 Hiss Reet Granulatplatte  
8 Hiss Reet Platte  
9 Dämmstielerdübel  
10 Lehmputz

 Alte Schule Murrhärle

Dämmsschilf in der Praxis

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

SOS'09 Congrés Internacional

## Die Alte Schule Murrhärle

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



 Alte Schule Murrhärle

Dämmsschilf in der Praxis

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



**SOS'09 Congrés Internacional**

## Bauablauf

**Abdecken der Westseite**



Alte Schule Murrhärle

**Das Fußholz ist montiert**



Dämmshilf in der Praxis

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



**SOS'09 Congrés Internacional**

## Bauablauf

**Neue Kehlbalken aus Douglasie**



Alte Schule Murrhärle

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



Dämmshilf in der Praxis

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

SOS'09 Congrés Internacional

## Bauablauf

Die ersten 12 cm Matten liegen

Es geht zügig voran



Alte Schule Murrhärle

Dämmsschilf in der Praxis

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

SOS'09 Congrés Internacional

## Bauablauf

Das letzte Bild vom alten Schornsteinkopf

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



Alte Schule Murrhärle

Dämmsschilf in der Praxis

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

SOS'09 Congrés Internacional

## Dämmschilf 2. Lage

Der Meister bei der Arbeit



Der Flugsparren ist montiert





Alte Schule Murrhärle

Dämmschilf in der Praxis

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

SOS'09 Congrés Internacional

## Unterdach

Die Holzfaser-Unterdachplatten werden  
reihenweise eingebaut



Wir warten auf den ersten Regen





Alte Schule Murrhärle

Dämmschilf in der Praxis

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


  
**SOS'09 Congrés Internacional**

## 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**




**Alte Schule Murrhärle**

**Dämmschilf in der Praxis**

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


  
**SOS'09 Congrés Internacional**

## Abendstimmung

**am 5. Tag Lehmputz zur Holzkonservierung an der Nordwand**




**Alte Schule Murrhärle**

**Dämmschilf in der Praxis**

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



## Weiter geht's im Osten

Die Grundschielle ist montiert  
und winddicht eingepackt



Alte Schule Murrhärle

Dämmsschilf in der Praxis

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



## Luft- und Regendicht

Die Unterdachbahn wird gespannt. Das Dach ist regensicher !



Alte Schule Murrhärle

Dämmsschilf in der Praxis

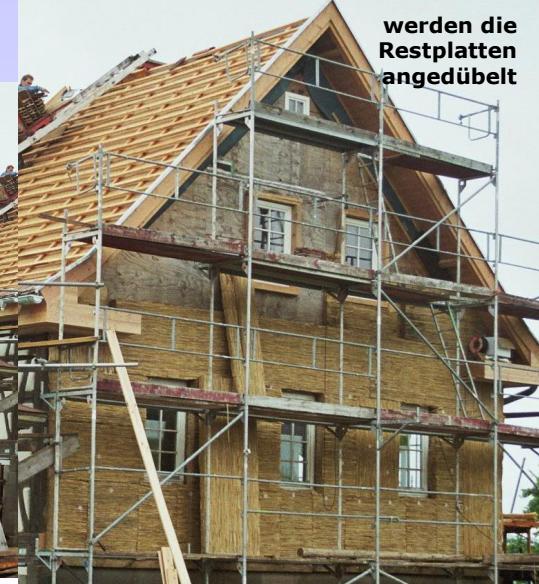
© Rolf Canters, Murrhardt  
Ing.- Büro Bau PLUS Energie

### Fast Fertig

Die Latten sind montiert



An der Nordfassade werden die Restplatten angedübelt





Alte Schule Murrhärle

Dämmshilf in der Praxis

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

### Details Luftdichtung

Korkplatten klemmen die Winddichtung zusätzlich zwischen die Balken



Die luftdichte Ebene an der Turmverwahrung





Alte Schule Murrhärle

Dämmshilf in der Praxis

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

## Einsichten



SOS'09 Congrés Internacional

Der Platz für den Turm



Die Aufsparrendämmung von innen



Alte Schule Murrhärle

Dämmsschilf in der Praxis

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

## Schilf und Lehm



SOS'09 Congrés Internacional

Alte Schule Murrhärle



Alte Schule Murrhärle

Dämmsschilf in der Praxis

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

SOS'09 Congrés Internacional

## Innenputz auf Schilf

**Lehmputz auf Schilf**



**Kork und Blähton zwischen den Balken**





Alte Schule Murrhärle

Dämmeschilf in der Praxis

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

SOS'09 Congrés Internacional

## 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<sub>2</sub> neutrale Heizung mit Sonnenkraft
- Strahlungswärme schafft Behaglichkeit



Alte Schule Murrhärle

Dämmeschilf in der Praxis

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


  
**SOS'09 Congrés Internacional**

**Der Kachelofen bringt  
Behaglichkeit und sorgt für frische Luft**



Der Kachelofen bringt  
Behaglichkeit und sorgt für frische Luft

Der Sockel aus altem Sandstein



Der Kachelofen bringt  
Behaglichkeit und sorgt für frische Luft



Alte Schule Murrhärle

Dämmsschilf in der Praxis

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


  
**SOS'09 Congrés Internacional**

**Innendämmung  
auf Fachwerk**



Der Gips- und Kalkputz wurde komplett entfernt.



Nach der Grundierung mit Lehmschlämme wird die erste  
Lage Kork mit Lehmmörtel angeklebt.



Alte Schule Murrhärle

Dämmsschilf in der Praxis

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

## Innendämmung mit Kork und Lehm



SOS'09 Congrés Internacional



**Die Leiste trägt die 2. Lage Kork wärmebrückenfrei**

**Die 5 cm Platten werden nach dem Verkleben verdübelt**



Alte Schule Murrhärle

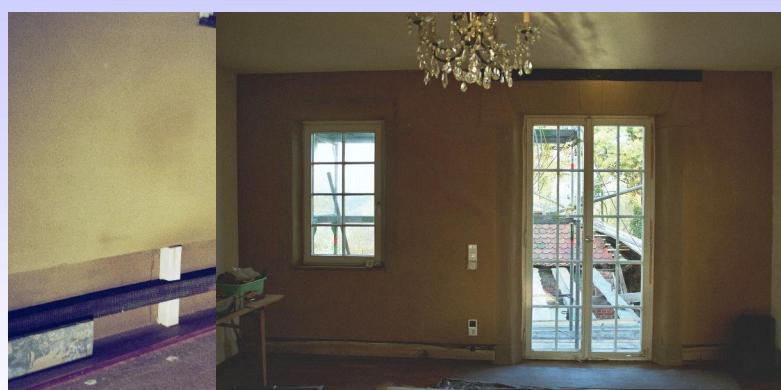
Dämmsschilf in der Praxis

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

## Sockelheizleiste und Lehmfeinputz



SOS'09 Congrés 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

Dämmsschilf in der Praxis

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

SOS'09 Congrés Internacional

## 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

Dämmsschilf in der Praxis

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

SOS'09 Congrés Internacional

## Zukünftige Entwicklung



**Das neue  
Zeichen**  
für mehr  
Verbraucherschutz

nachhaltige + fossile  
RESSOURCEN

**R**

R fossil  
R mineralisch  
R metallisch  
R nachwachsend





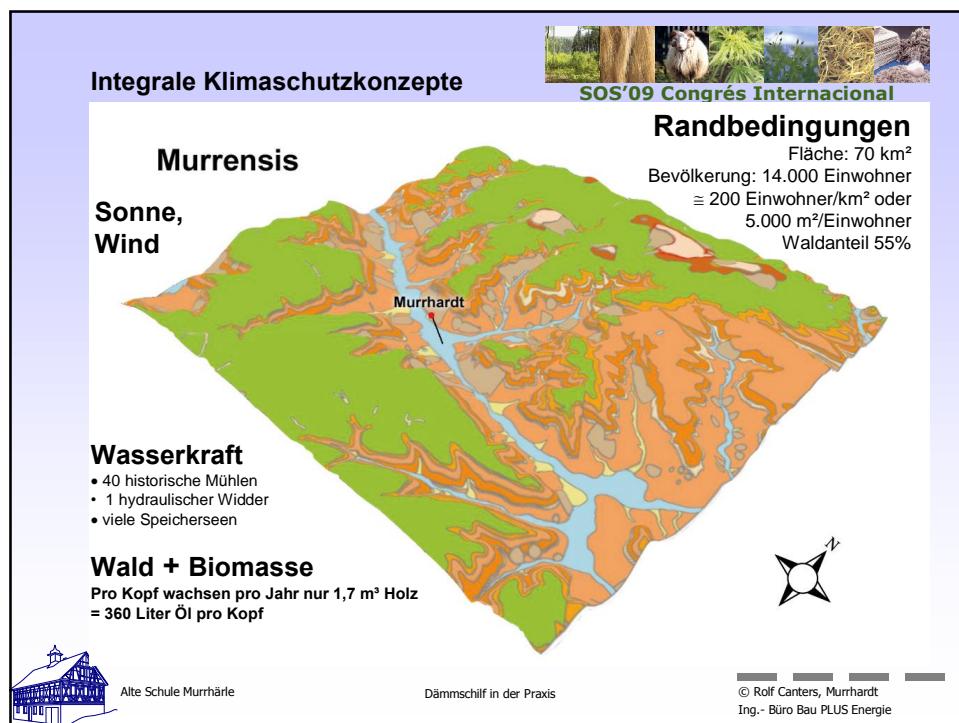
**Holzfaser mit Lehm**



**Dämmsschilf**

 Alte Schule Murrhärle

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




  
**SOS'09 Congrés Internacional**

**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**

**Dämmsschilf in der Praxis**

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


  
**SOS'09 Congrés Internacional**

**Veranstaltungen  
in der Alten Schule**

- Forum Murrenensis, 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 Frühling 2010
- Solar Energy: Sommerenergie Workshop 2010
- Erneuerbare Energietage im Herbst 2010


**Alte Schule Murrhärle**

**Dämmsschilf in der Praxis**

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

## Aktuelle Vorträge im FORUM MURRENSIS



SOS'09 Congrés Internacional

- 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 ökologischen EnergieGEWINNhaus

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



Alte Schule Murrhärle

Dämmsschilf in der Praxis

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

### Kontakt:

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



SOS'09 Congrés Internacional

### 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 Energieberaternetzwerk e.V.**

### Wohngesund und nachhaltig Bauen:

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



Alte Schule Murrhärle

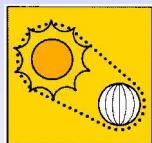
Dämmsschilf in der Praxis

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



SOS'09 Congrés 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 Murrhärle

Dämmsschilf in der Praxis

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