



Integration von thermischen Fassadenkollektoren in die Gebäudehülle

DI Thomas Müller, DI Irene Bergmann

AEE – Institut für Nachhaltige Technologien (AEE INTEC)
A-8200 Gleisdorf, Feldgasse 19
AUSTRIA

Projektpartner

Kooperationspartner

TB für Bauphysik: Dipl.-Ing. Walter Leiler

TB für Bauphysik: Dr. Karl Höfler

Industriepartner

AKS DOMA Solartechnik GmbH, Vlbg.

GREENoneTEC Kanduth ProduktionsgmbH, Ktn.

klima:aktiv

solarwärme

EIN klima:aktiv PROGRAMM ZEIGT WIRKUNG



arsenal research
Ein Unternehmen der Austrian Research Centers



EINE
INITIATIVE
DES
lebensministerium.at

solarwärme – ein klima:aktiv Programm



- klima:aktiv ist die Klimaschutzinitiative des Lebensministeriums
- Ziel: CO2 einsparen
- Ausbildung, Beratung, Qualitätssicherung und Marketing zur Stimulierung von klimaschonenden Technologien und Dienstleistungen
- derzeit ca. 22 zielgruppenorientierte Programme in den Bereichen Gebäude, Erneuerbare, Mobilität, Stromsparen, Betriebe
- **solarwärme** ist eines der Programme
 Programmleitung: AEE INTEC
 Kooperation mit: arsenal research und Verband Austria Solar
- Informationen zu klima:aktiv:
 klima:aktiv-Management: A.E.A.
www.klimaaktiv.at



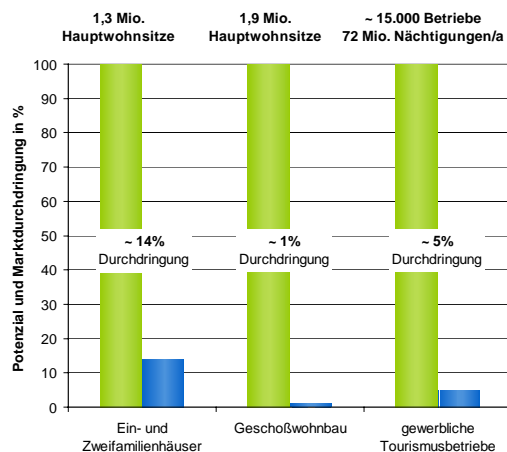
Ausgangssituation und Ziele



- Stagnierender Markt Anfang 2000

Ziele:

- Trendumkehr am Markt
- 200.000 m² neu installierte Kollektorfläche 2008
- Qualitätssicherung
- ca. 2.000 neue Solaranlagen im Geschößwohnbau und Tourismus
- jedes 5. Einfamilienhaus mit Solaranlage



Stand 2004

Die Eckpfeiler des Programms

Information und Motivation



Qualitätssteigerung

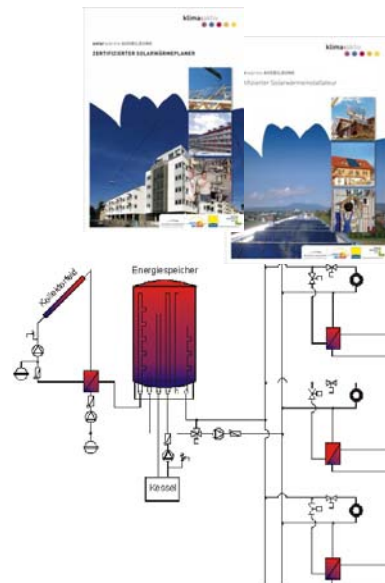


Rahmenbedingungen



Qualitätssteigerung

- **Fachausbildungen**
Zertifizierter Solarwärmeinstallateur
Zertifizierter Solarwärmeplaner
Solarwärmepraktiker
Solarwärmeberater, Betriebsberater,
Facility Manager
- **Planungsaudits**
Begleitung von Projektteams bei
Bauprojekten im Geschößwohnbau
und Tourismus
Workshops mit Haustechnikern
Vorträge bei Wohnbauträgern
- **Forschungsintensivierung**
Workshops mit österr. Solarindustrie
Beitrag zu ESTTP



Planungsbegleitung

Bisher über 30 Planungsaudits in unterschiedlichsten Formen:

- Unterstützung für gesamte Planungsteams, 1-2 Meetings zu je rund 2 Stunden
- Kurz-Schulungen für Technische Büros, ca. ½ Tag
- Kurz-Schulungen (Workshops) für Bauleiter bei Wohnbauträgern, ca. ½ Tag
- Analyse von bereits bestehenden Anlagen inkl. Begehungsbericht und Verbesserungsvorschläge sowie nachfolgender Workshop mit den beteiligten Bauträgern, Planern, Installateuren (Beispiel Salzburg)
- Kurz-Schulungen für Betriebsberater (Tourismus)
- gemeinsame Bestandsaufnahmen mit Tourismusberatern und Projektbegleitung
- vereinzelt: Einzelberatungen für Professionisten bei komplexen Projekten



Serviceleistungen des Programms

- **solarwärme Infobroschüren** für die Zielgruppen
Erhältlich beim **solarwärme**-Stand im Eingangsbereich oder per Bestellung bei der Info Hotline
- **solarwärme Info-Hotline** – 03112 58 86 12
Erfahrene Solarexperten beraten wochentags von 8:30 bis 12 Uhr Professionisten !
- **Planungsbegleitung** Geschößwohnbau und Tourismus
Solarexperten unterstützen Sie bei Ihren Bauvorhaben im Rahmen von Planungsworkshops mit integrealem Ansatz
- **Solarinfos im Internet** – werfen Sie einen Blick auf Österreichs umfassendste Solar-Homepage



solarwärme wird unterstützt von:

klima:aktiv
solarwärme



klima:aktiv
solarwärme



bm vft

Impulsprogramm
„Nachhaltig Wirtschaften“
at:sd

Programmlinie Haus der Zukunft

- Energiewandler
- Verbesserung der Wärmedämmung bzw. Erzielen von passiven Gewinnen
- Witterungsschutz der Fassade durch die Kollektorverglasung
- Gestaltungselement der Fassade, Bestandteil der Architektur, Kollektoren sichtbar (nicht am Dach), daher Zeichen nach außen (Unternehmensphilosophie)
- Neuer Markt: Alternative zu Dach
- Einsatz im Neubau und bei Sanierungsobjekten

Konsequenzen der architektonischen Integration

- Kollektor-Standardgrößen nicht oder nur selten möglich
- Fassadenteilung bestimmt Architekt
- Rastergröße entspricht zumeist nicht der Absorbergröße
- Frühe Kooperation mit Architekten/Planer erforderlich



Kollektor als Teil der Gebäudehülle

Foto: TiSun, Arch. Mathoy



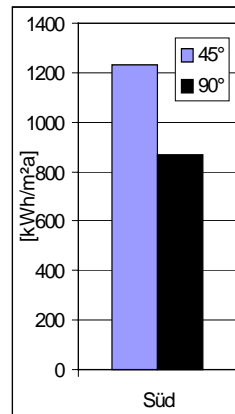
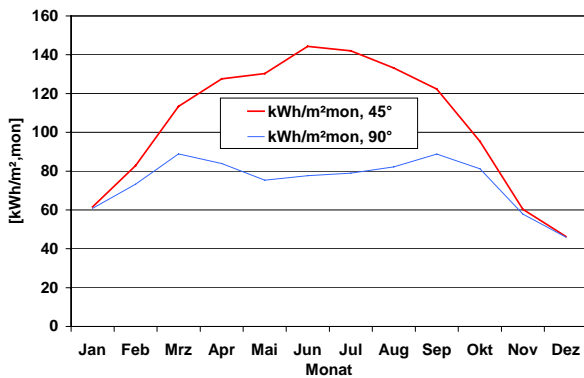
Foto: AKS Doma



Foto: AKS Doma

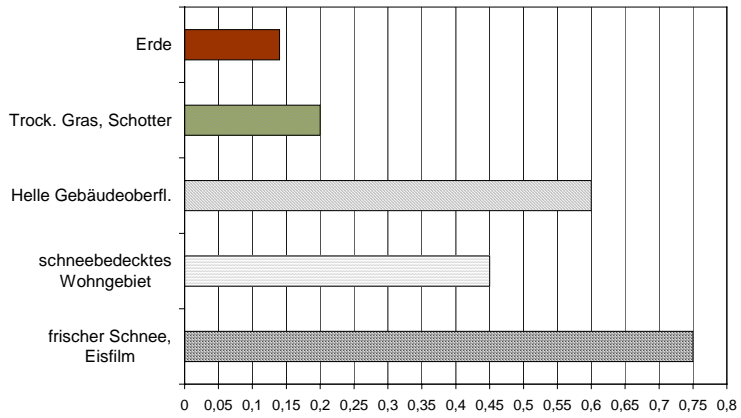


Einstrahlung in die Fassade

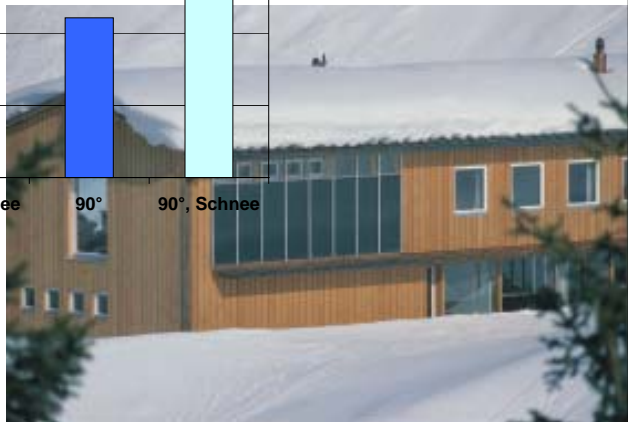
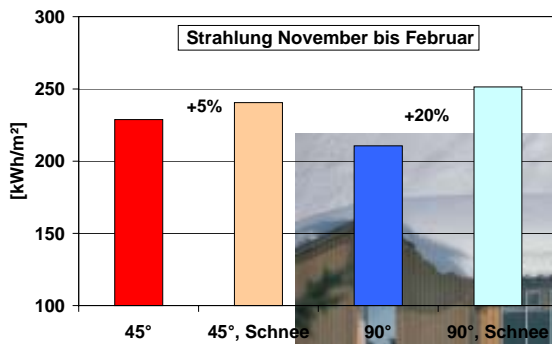


Meteonorm Data, Graz

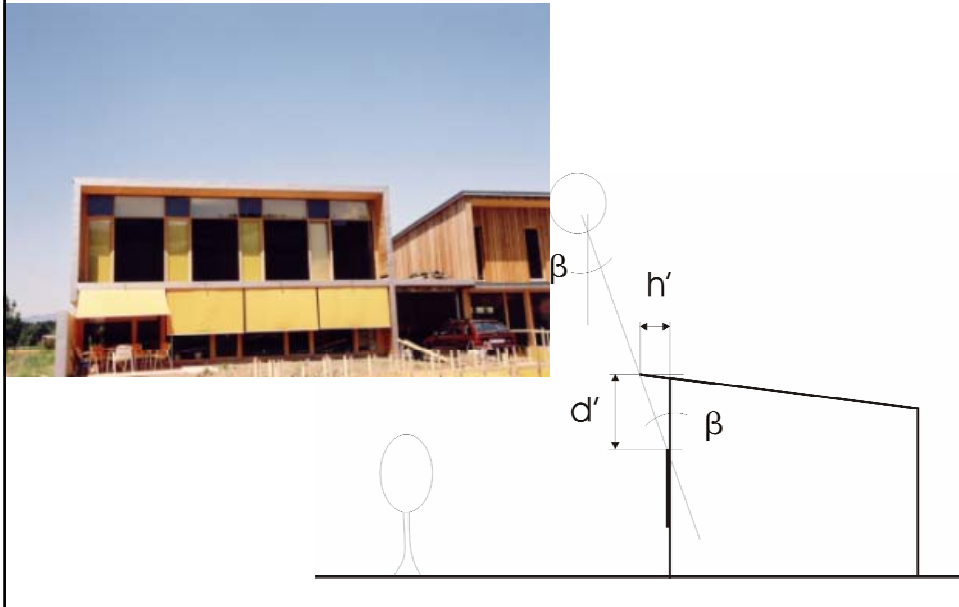
Reflexion vom Untergrund



Schneeszenario



Verschattung: Vordach

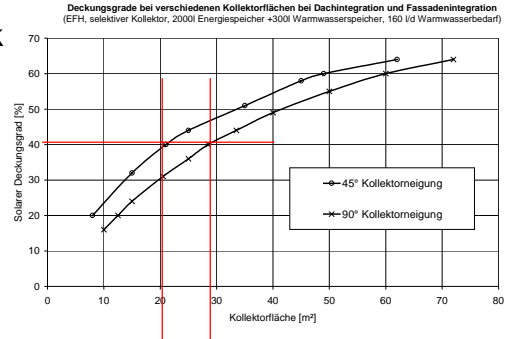


Verschattung: Gebäude



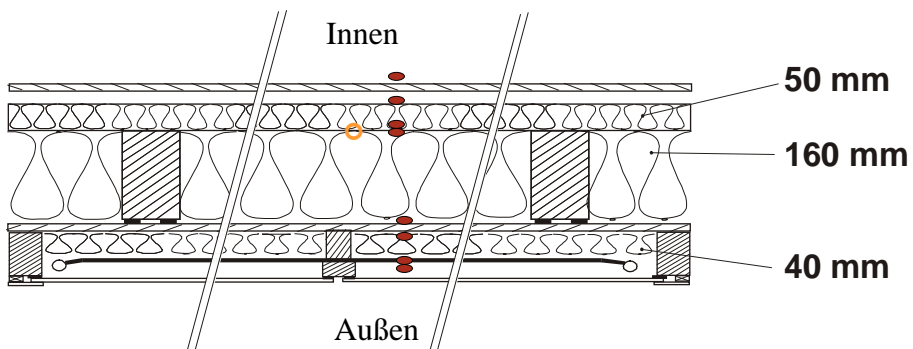
Dimensionierung

- Verbrauchsprofil, Warmwasser und Heizung
- Ausrichtung der Kollektoren
- Speichervolumen, Hydraulik



- Größere Kollektorfläche als am Dach nötig, Planung erforderlich, Heizung kommt Einstrahlungsprofil entgegen
- Auf Abschattung achten (Gebäude, Pflanzen, Vordächer...)

Testanlage: Wandaufbau Leichtbau



- Dampfbremse: $sd = 0,8 \text{ m}$, winddicht
- Temperatur und Feuchtefühler in jeder Schicht

Kollektormontage Leichtbau



3 Kollektorfelder á 18,3 m²
Je 10 Befestigungspunkte

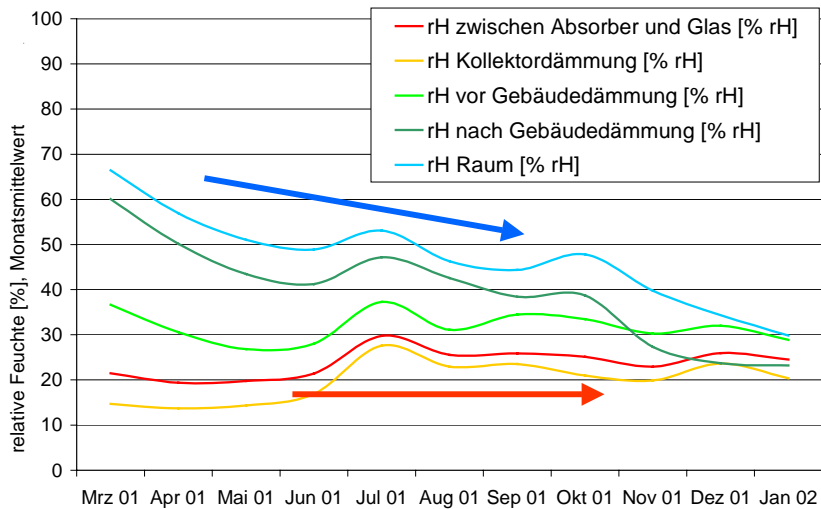


Testanlage Leichtbau



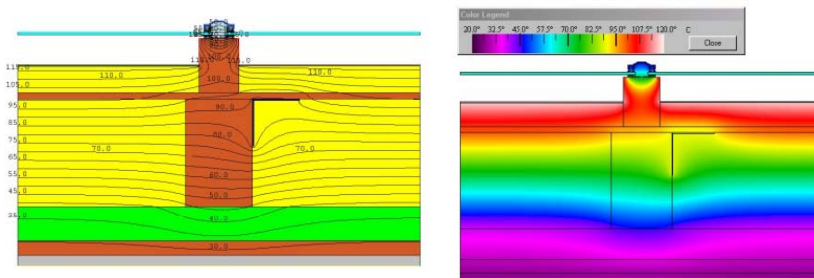
55 m², 3570 l Schichtspeicher, 500 l Brauchwasserspeicher

Testanlage Leichtbau: Feuchtigkeit



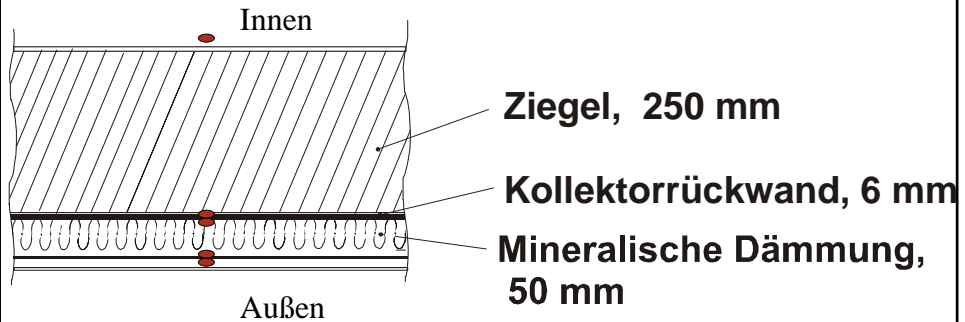
Isothermen: Leichtbau

Wärmetechnische Untersuchung durch Bauphysiker
-Kein Effekt der Wärmeleitung durch Befestigung



Stationäre Berechnung: keine Aussage über Maximaltemperaturen, aber zeigt Einfluss der Befestigung und der Materialien der Wand auf den Verlauf der Temperaturzonen

Testanlage: Wandaufbau Massivbau



- Temperatur und Feuchtefühler in jeder Schicht

Kollektormontage Massivbau



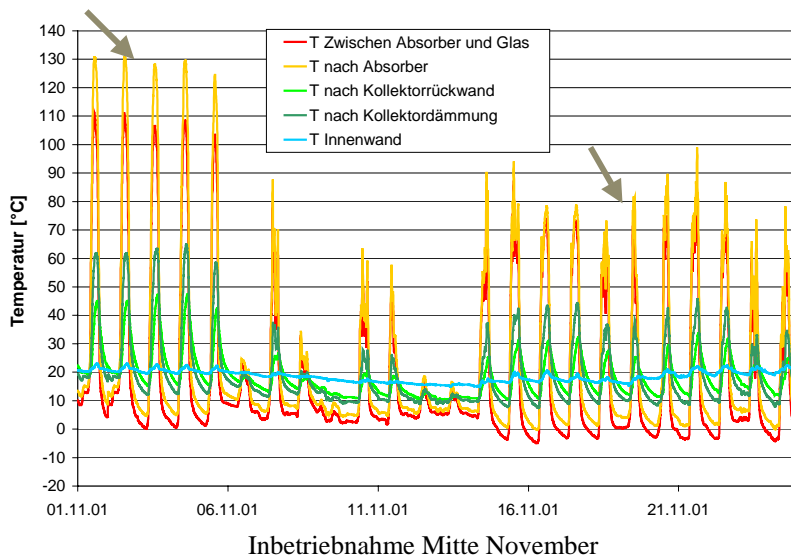
Testanlage Massivbau

Massivbau,
25 cm HLZ
750 l WW-
Speicher

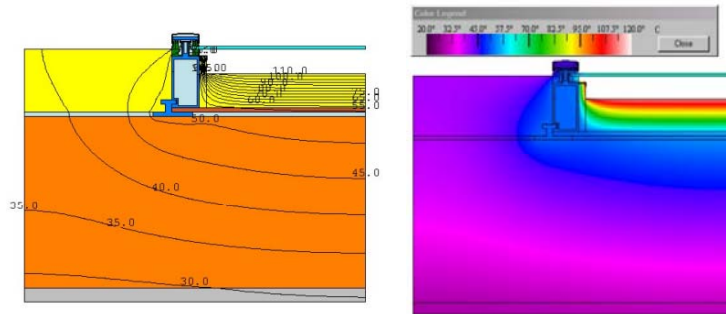


Foto: GREENoneTEC

Massivbau, Temperatur, Nov. 2001



Variantenuntersuchung brachte optimale Lösung



Stationäre Berechnung: keine Aussage über Maximaltemperaturen, aber zeigt Einfluss der Befestigung und der Materialien der Wand auf den Verlauf der Temperaturzonen

Zusammenfassung Wandaufbauten

Leichtbau:

- Der Einfluss des Wärmeverlustes einer Befestigung bei Holzkonstruktionen ist sehr gering
- „Trockene“ Materialien beim Einbau (Bauholz oder Leimholz verwenden, trockene Wärmedämmung)
- Innenliegende Dampfbremse (lediglich Luftsperr) verwenden (Diffusionsoffene Folien haben einen s_d -Wert kleiner als 0,3 m)
- Die Anordnung einer Wandheizung wird prinzipiell als positiv bewertet

Zusammenfassung Wandaufbauten

Massivbau:

- Rückwand des Kollektors aus „gut dämmenden“ Material (wenn möglich Holz)
- Drainageschicht zwischen Kollektor und Bauwerk
- Thermische Trennung zwischen Halterungen und Bauteil (Achtung auf Dampfdiffusion)
- Austrocknen der Außenwand notwendig
- Fliesen reduzieren das Austrocknen nach innen
- Mindestdämmung zwischen Kollektor und MWK einhalten (8 cm)
- Anordnung einer Wandheizung prinzipiell positiv

Förderungen Vorarlberg

Eigenheim:

- Sockelbetrag Warmwasser: 1.100 € plus 75 € pro m² Bruttokollektorfläche, maximal 1.900 €
- Sockelbetrag bei mind. 15 Prozent Solarheizung: 1.500 € plus 75 € pro m² Bruttokollektorfläche, maximal 3.000 €
- Sockelbetrag ab 20 Prozent Solarheizung: 2.200 €, plus 75 € pro m² Bruttokollektorfläche, maximal 3.700 €

Mehrfamilienhaus:

- solare Warmwasserbereitung: 25% der Investitionskosten (max. 600 €/m²)
- solare Raumheizungsunterstützung: 30% der Investitionskosten (max. 500 €/m²)

Förderungen Vorarlberg

- Informationen und Fragen zur Förderungsabwicklung:

Amt der Vorarlberger Landesregierung, Abteilung Wohnbauförderung
Römerstraße 15, 6901 Bregenz

T: +43 (0) 5574 / 511-8080

F: +43 (0) 5574 / 511-923495

E: wohnbaufoerderung@vorarlberg.at

H: www.vorarlberg.at

- Viele Gemeinden Vorarlbergs bieten zusätzlich Förderungen beim Einbau von Solaranlagen an. Diese Gemeinden finden Sie unter: <http://www.energieinstitut.at>, weiter bei "Förderung" Unterpunkt "Gemeindeförderungen"

Weitere Informationen....

www.solarwaerme.at

www.aee-intec.at

www.hausderzukunft.at

www.klimaaktiv.at

www.energyagency.at

Endbericht des HdZ Projekts:

www.aee-intec.at/0uploads/dateien18.pdf

Fassadenkollektoren – Energie aus der Fassade Seminar, Graz
2002 (76 Seiten):

www.aee-intec.at/0uploads/dateien21.pdf



Weiterführendes EU Projekt: COLOURFACE

Farbige Beschichtungen, Kollektortest, Pilotsysteme

Solarlack:

- Preiswerte selektive Solarabsorber
- Farbigkeit für bessere Akzeptanz
- Brauchbar für verschiedene Absorbermaterialien
- Unabhängig von der Absorbergeometrie
- Auch vom Kollektorhersteller anwendbar

Spektrale Selektivität:

Kleiner Emissionsgrad für Wärmestrahlung:

- Kleinere Verluste, Höherer Wirkungsgrad bei höheren Betriebstemperaturen,
- Höhere Stillstandstemperaturen

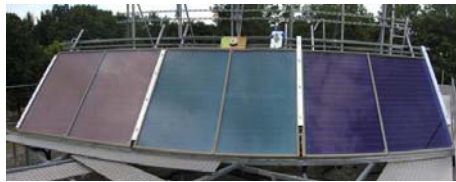
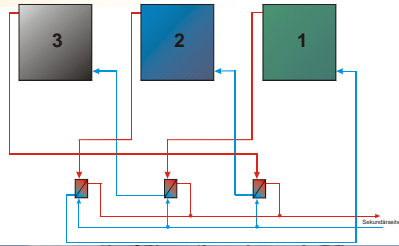
Kleiner Emissionsgrad für Wärmestrahlung bei farbigen Absorberr:

- Kompensation für schlechteren Absorptionsgrad, Höherer Wirkungsgrad bei geringer Sonneneinstrahlung

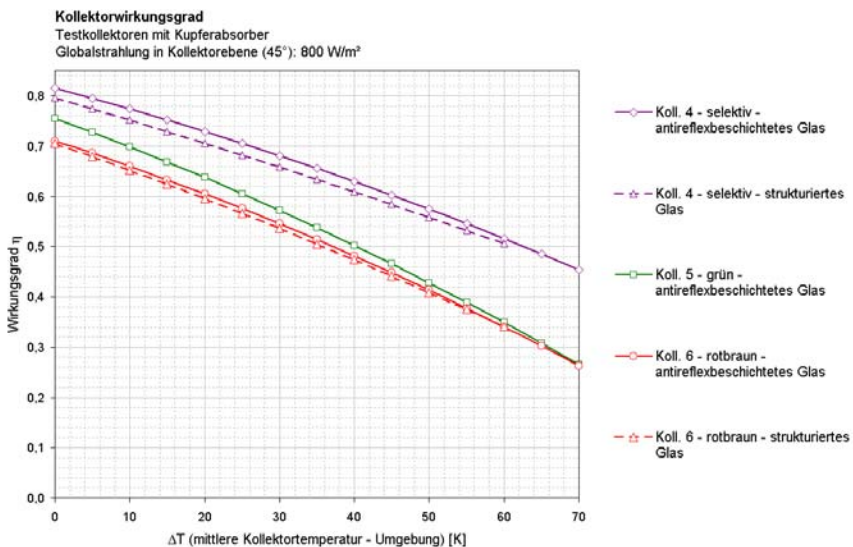


Messung der Testkollektoren

- Zwei Testserien mit unterschiedlichen Absorbermaterialien
Kupfer & Aluminium
 - Einfluss von Antireflexbeschichtung auf dem Absorberglas
 - Vergleich mit Referenzkollektor
Kupfer – selektive Beschichtung
Aluminium – Solarlack
 - Je drei Kollektoren gleichzeitig gemessen - Serienschaltung
- Quasidynamischer Test nach EN 12975



Farbige Absorber vs. Selektive Schicht



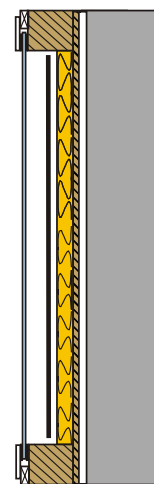
Vergrößerung der Kollektorfläche

- Bei farbigen Absorbern muss die Fläche zwischen 20% und 70% gegenüber selektiv beschichteten Absorbern vergrößert werden.
- Bei Kombianlagen ist die Vergrößerung geringer als bei Warmwasseranlagen

Anlage	Solarer Deckungsgrad [%]	Solarlack zu selektiv [m ² /m ²]	Grün/blau zu selektiv [m ² /m ²]	Rotbraun zu selektiv [m ² /m ²]
Einfamilienhaus, 4 Personen, WW-Bereitung	70	1,5	1,5	1,7
Einfamilienhaus, 4 Personen, WW-Bereitung und 8 kW Heizlast	40	1,2	1,3	1,4

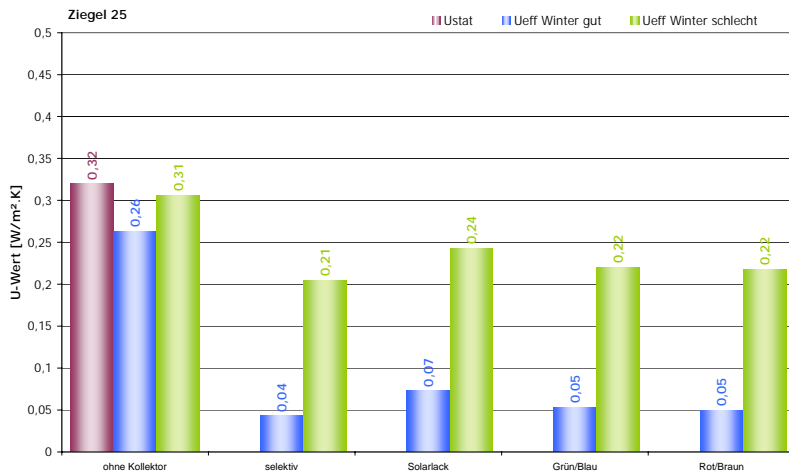
Kondensationsproblematik

- kritische Stelle:
zwischen Rückwand Kollektor und Gebäudewand
- tritt auf, wenn Dampf aus dem Wandaufbau auf kühle Oberfläche trifft
- Kondensation bei Aluminiumrückwänden in Kombination mit Betonwand sehr wahrscheinlich
- Schädigung des umgebenden Wandmaterials (Schimmel) bei Dauerbelastung
- Entspannungsebene zwischen Kollektor und Wand (entsteht meist automatisch durch Unebenheiten)
- falls nötig, Ableitungsmöglichkeit schaffen



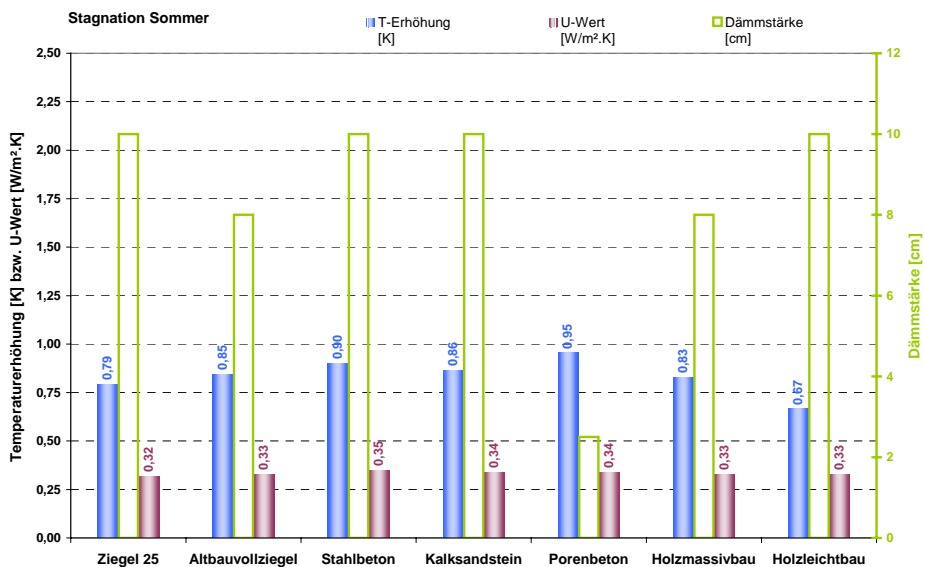
Entspannung/Ableitung ↑

Verringerung dyn. U-Wert: Ziegelbau

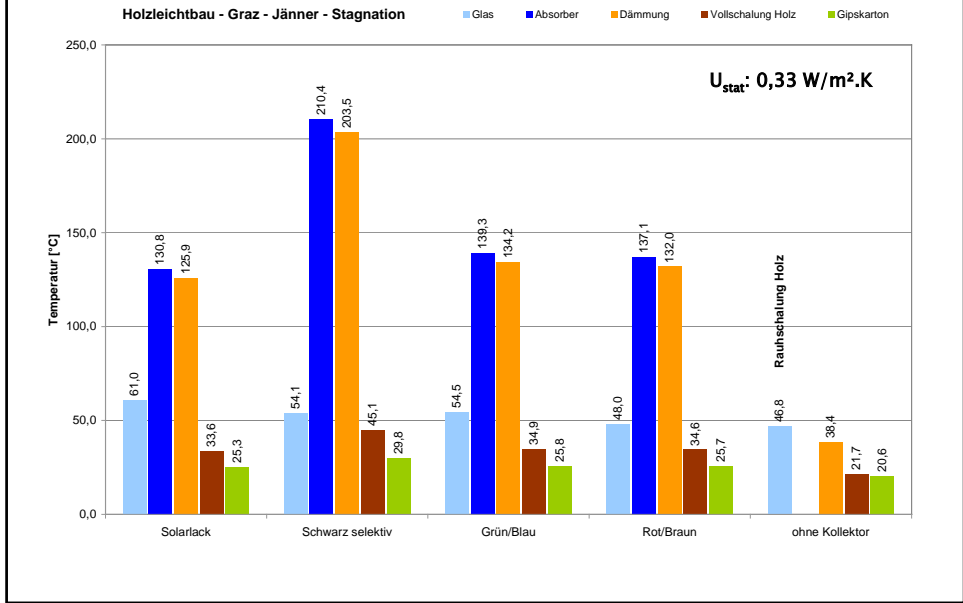


Verbesserung Winter gut: bis zu 85%
Verbesserung Winter schlecht: bis zu 45%

Überhitzungsprobleme im Sommer?



Maximaltemperaturen in der Wand

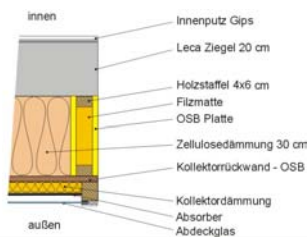


Pilot Systeme



Korneuburg, Österreich

Doppelhaus in Passivhausstandard
Baujahr 2003/2004



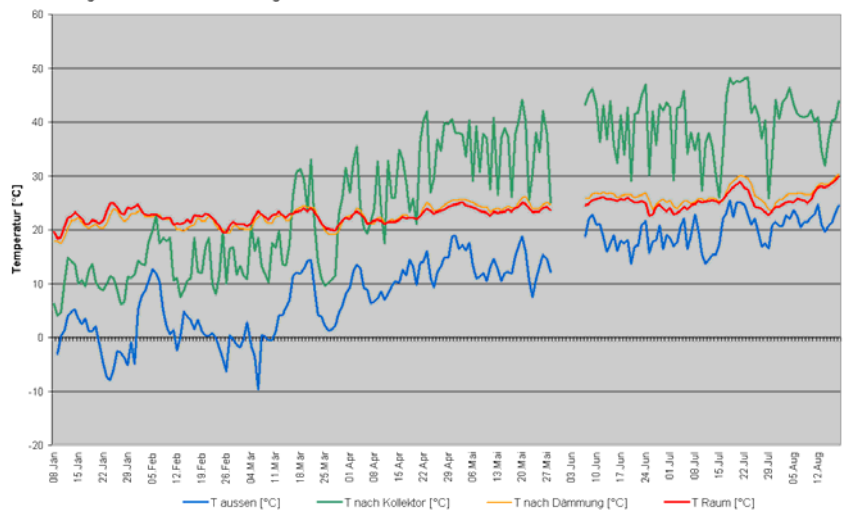
Lahntal, Deutschland

Sanierung eines Zweifamilienhauses
von 1970



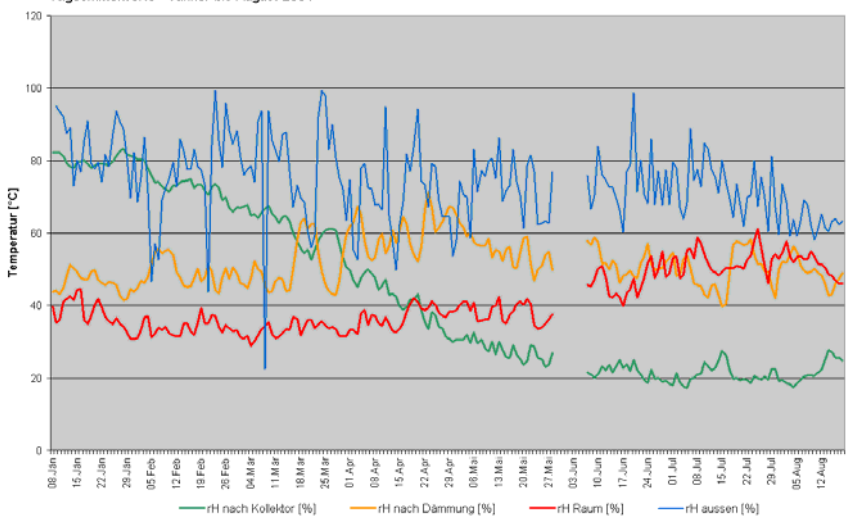
Bauphysik - Temperatur

Colourface - Pilotsystem Korneuburg - Temperaturen im Wandaufbau
Tagesmittelwerte - Jänner bis August 2004



Bauphysik – relative Luftfeuchte

Colourface - Pilotsystem Korneuburg - relative Feuchte im Wandaufbau
Tagesmittelwerte - Jänner bis August 2004



- farbige Absorber erreichen die Leistungsfähigkeit von solarlack-beschichteten Absorbern
- es wird eine Verbesserung des dynamischen U-Wertes der Wand mit dem Fassadenkollektor erreicht
- keine sommerlichen Überhitzungsprobleme bei Einhaltung der Bauordnung
- keine schädlichen Kondensationen bei Nichthinterlüftung

Colourface Planungsrichtlinien www.aee-intec.at/0uploads/dateien32.pdf

Weitere Beispiele

- Einfamilienhäuser
- Mehrfamilienhäuser Neubau
- Mehrfamilienhäuser Sanierungen
- Gewerbebetriebe

Integration Massivbau



Foto: AKS DOMA

Abdeckleisten, Absorber



- Abdeckleisten aus Holz



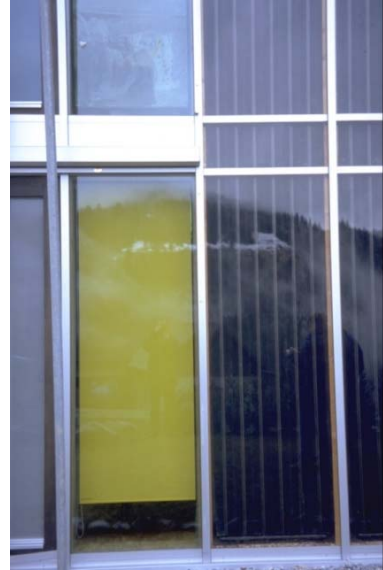
Foto: AKS DOMA

Abdeckleisten

- Abdeckleisten aus Alu
- Innenverschattung



Haus Caldonazzi



Absorber

- Verarbeitung in der Fassade
- besonders wichtig da sichtbar!



Farbige Absorber





Doppelhaus - Vorarlberg



Hoher Vorfertigungsgrad



Foto: AKS DOMA

Mehrfamilienhaus Sanierung, Schallschutz



Arch. Praschl, Foto: Adsy Bernard

Wohnheim, Sanierung

112 m² Kollektorfläche
Warmwasser + Heizung
Fenster in Kollektorfläche



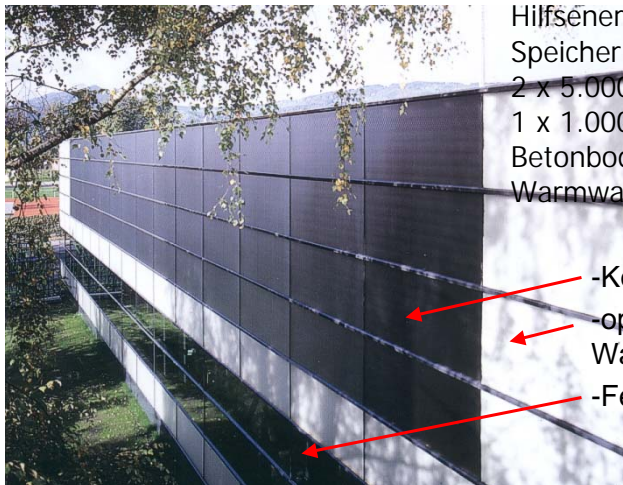
Gewerbebetriebe



Kollektorfläche: 130 m²
Hilfsenergie: keine, 100% solar !!
Wärmespeicher: Betonboden
Raumheizung



Kollektorfläche: 150 m²
Hilfsenergie: Gas
Speicher:
2 x 5.000 Liter
1 x 1.000 Liter
Betonboden
Warmwasser + Heizung



- Kollektor
- opak gedämmtes Wandelement
- Fenster

Modulare Fassade, Produktionshalle



- Kollektor
- opak gedämmtes Wandelement
- Fenster

AKS DOMA Bürogebäude

Kollektorfläche: 80 m²
Nachheizung: Biodiesel – BHKW
Speicher: 900 Liter Pufferspeicher + 120 m³ Beton
Warmwasser + Heizung



Abdeckleisten



- Außenverschattungen der Fenster laufen in Abdeckleiste der Kollektoren

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !



DI Thomas Müller
AEE INTEC
Feldgasse 19 – 8200 Gleisdorf
email: t.mueller@aee.at

Foto: AKS Doma