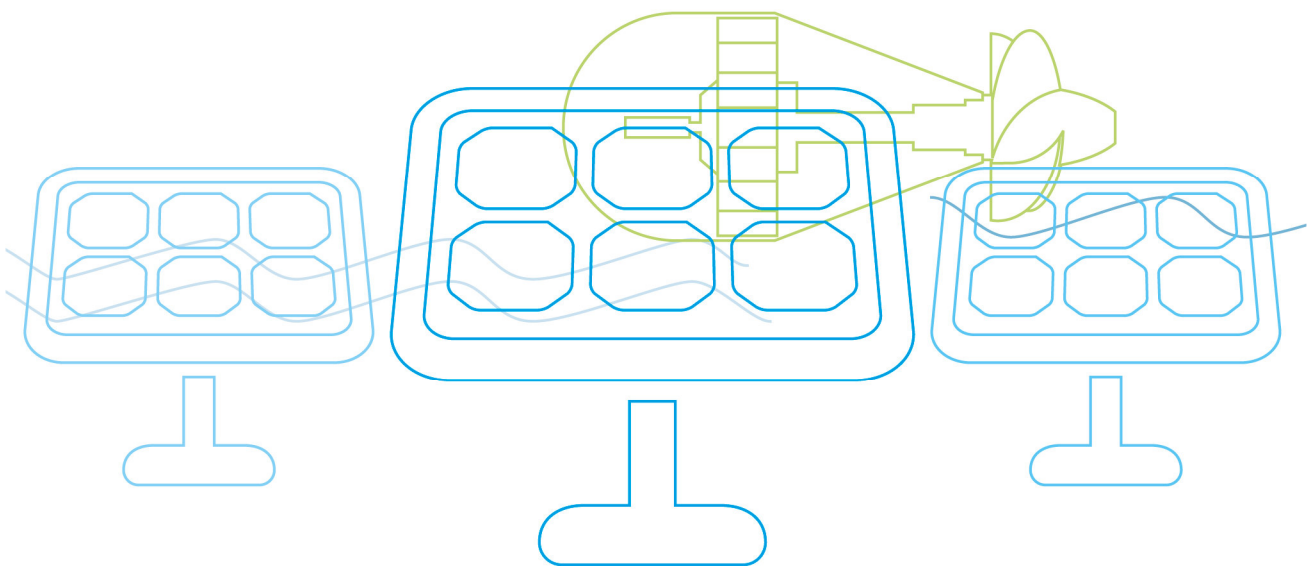




COPPO SUN LCA

Technologiebewertung zum Eureka-Projekt
"E!4560 Clean Optimized Power From Sun"

solarthermische Kollektoren mit farblich-
geometrisch angepasster Oberfläche



VORWORT

Die Publikationsreihe **BLUE GLOBE REPORT** macht die Kompetenz und Vielfalt, mit der die österreichische Industrie und Forschung für die Lösung der zentralen Zukunftsaufgaben arbeiten, sichtbar. Strategie des Klima- und Energiefonds ist, mit langfristig ausgerichteten Förderprogrammen gezielt Impulse zu setzen. Impulse, die heimischen Unternehmen und Institutionen im internationalen Wettbewerb eine ausgezeichnete Ausgangsposition verschaffen.

Jährlich stehen dem Klima- und Energiefonds bis zu 150 Mio. Euro für die Förderung von nachhaltigen Energie- und Verkehrsprojekten im Sinne des Klimaschutzes zur Verfügung. Mit diesem Geld unterstützt der Klima- und Energiefonds Ideen, Konzepte und Projekte in den Bereichen Forschung, Mobilität und Marktdurchdringung.

Mit dem **BLUE GLOBE REPORT** informiert der Klima- und Energiefonds über Projektergebnisse und unterstützt so die Anwendungen von Innovation in der Praxis. Neben technologischen Innovationen im Energie- und Verkehrsbereich werden gesellschaftliche Fragestellung und wissenschaftliche Grundlagen für politische Planungsprozesse präsentiert. Der **BLUE GLOBE REPORT** wird der interessierten Öffentlichkeit über die Homepage www.klimafonds.gv.at zugänglich gemacht und lädt zur kritischen Diskussion ein.

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse eines Projekts aus dem Forschungs- und Technologieprogramm „Neue Energien 2020“. Mit diesem Programm verfolgt der Klima- und Energiefonds das Ziel, durch Innovationen und technischen Fortschritt den Übergang zu einem nachhaltigen Energiesystem voranzutreiben.

Wer die nachhaltige Zukunft mitgestalten will, ist bei uns richtig: Der Klima- und Energiefonds fördert innovative Lösungen für die Zukunft!

A stylized, handwritten signature in black ink, consisting of several fluid, overlapping strokes.

Ingmar Höbarth
Geschäftsführer, Klima- und Energiefonds

A handwritten signature in black ink that reads 'Theresia Vogel' in a cursive script.

Theresia Vogel
Geschäftsführerin, Klima- und Energiefonds

1 Einleitung – Projektdaten

Das Eureka-Projekt "E!4560 Coppo-Sun" * (San Marino-Italien-Österreich) wird durch eine Technologiebewertung auf Basis der Life Cycle Analyse mit österreichischem Know-How unterstützt. Dabei wird der Einsatz eines neuen thermischen Kollektortyps durch geometrische und farbliche Anpassung der Oberfläche für den Einbau in historischer und geschützter Altbausubstanz untersucht und mit den Extremvarianten a) keine Nutzung von Solarthermie und b) Leerstand und Konservierung mit Neubau eines Ersatzgebäudes zur Nutzung gemäß Stand der Technik verglichen.

Es werden konsolidierte Daten und ein vereinfachtes Rechenprogramm erstellt, die eine rasche Abschätzung der Extremvarianten und eine Einordnung des Coppo-Sun Kollektortyps und verschiedener Betriebsarten ermöglicht.

Das Projekt fällt unter die Programmlinie „Neue Energien 2020, 3. Ausschreibung, unter der Programmsteuerung des Klima- und Energiefonds und unter der Programmabwicklung der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft mbH (FFG).

1.1 Kurzbeschreibung des Projektes

Europa hat ein reiches historisches Erbe an Bausubstanz, besonders im städtischen Bereich. Die Rücksichtnahme darauf setzt dem praktischen Einsatz von Solarthermie enge Limits. Das betrifft das subjektive Empfinden von Bauherren und Anrainern ebenso wie die denkmalschützerische und baurechtliche Komponente.

Ausgehend von einem Eureka-Projekt, das in San Marino koordiniert wird und auf einem Patent des Partners aus San Marino basiert, wird versucht, diesen neuen technischen Ansatz in ein konkretes Produkt umzusetzen. Ergebnis des Eureka-Projektes Coppo-Sun ist die Entwicklung eines Sonnenkollektors, der geometrisch und farblich an die bestehende Bausubstanz angepasst werden kann, wodurch der Einsatz in sensiblen Bereichen von Altbeständen ermöglicht wird. Dadurch soll eine der größten Hürden beseitigt werden, die den flächendeckenden Einsatz von Solarthermie heute verhindert.

Der österreichische Anteil daran konzentriert sich darauf, die Sinnhaftigkeit aus der Sicht der Life Cycle Analyse (LCA) zu untersuchen, da es unvermeidbar Abstriche bei der technischen Effizienz (Erträge pro installierter Fläche) geben muss, die aber in sehr vielen Fällen sicherlich gesamtwirtschaftlich (und vermutlich auch kommerziell) sinnvoll sein wird. Die Problematik liegt hier darin, dass es noch keinen Bewertungsansatz gibt, der als Entscheidungshilfe für Bauherren und Politik greifbar ist.

Der Innovationsgehalt des Patent, das dem Eureka-Projekt E!4560 Coppo-Sun zugrunde liegt, besteht in der Anpassung der sichtbaren Oberfläche an Geometrie und Farbe des Bestandsobjektes. Das beantragte Patent umfasst modulare Elemente zur Wärmeakkumulation und zur Konzentration der Energie ohne Nachführung nach dem Sonnenstand. Die Wärmetauscher sind dabei mittels spezieller Sensoren und Schaltlogiken verbunden.

Der Innovationsgehalt des österreichischen Beitrages besteht in der konsequenten Nutzung der Life Cycle Analyse zur Erstellung eines Bewertungsbaukastens, mit dem verschiedene Entscheidungsvarianten sinnvoll verglichen werden können.

Mit dem bekannten Werkzeug der LCA werden 3 Varianten für die Frage nach dem Einsatz der Solarthermie in Altbaubeständen verglichen und eine sachliche Entscheidungsbasis für Bauherren und Politiker in ganz Europa geschaffen. Es gibt zwar viele Untersuchungen über die

möglichen Potentiale beim Einsatz von Solarthermie, allerdings bieten sie keine Hilfe bei der Entscheidung über Objekte im (geschützten) Altbestand. Die Bewertung der Nullvarianten (keine Nutzung der Solarthermie) und Leerstand und Konservierung mit Neubau eines Ersatzgebäudes zur Nutzung stellen die Extrempunkte dar. Die Analyse der Möglichkeiten und erwartbaren Erträge von farbigen und geometrisch angepassten Kollektoren wird diese Lösung zwischen den Extremen positionieren. Der innovative Ansatz bedeutet somit, dass sich ein "Preis" für die Erhaltung der Bausubstanz aus Sicht der LCA ermitteln lässt. Es wird erwartet, dass dieser "Preis" dadurch sinken wird, dass farbige Kollektoren ohne Widerstände und denkmalschützerische Bedenken eingesetzt werden können. Dieser innovative Gehalt soll zu einer breiteren Akzeptanz und Nutzung der Solarthermie führen.

1.2 Zielsetzungen des Projektes

Das internationale Ziel des Eureka-Projektes ist die Entwicklung und Herstellung eines Kollektortyps, der auch im geschützten Altbaubereich eingesetzt werden kann.

Das Projektziel aus österreichischer Sicht ist es, wesentliche Eckdaten zu erarbeiten, die eine allgemeine Aussage über die Lebenszyklus-Kosten eines Einsatzes oder Verzichts auf den Einsatz von Solarthermie im Altbaubestand (aus Sicht der LCA) liefern.

Innerhalb dieses Ziels soll die Positionierung der "Kompromissvariante" mit farblicher und geometrischer Anpassung der Kollektoren an das Erscheinungsbild erfolgen.

Die erarbeiteten Daten und das kumulierte Know-How in dieser speziellen Anwendung der LCA sind zwar nicht patentfähig, jedoch als Know-how innerhalb des Vereins nutzbar.

Im Detail sind die Teilziele:

- Erstellen einer Material-Datenbank, mit der sich Gebäude einfach in Ziffern der LCA fassen lassen (bedingt eine Aggregation und Konsolidierung von Materialien zu vereinfachten "building blocks"=Gebäudemodell)
- Abschätzung der Lebenszykluskosten (LCC) für die "Nullvariante" (keine Änderung an der Bausubstanz, keine Nutzung der Solarthermie)
- LCC-Bewertung der Radikalvariante Leerstand und Konservierung mit Neubau eines Ersatzgebäudes zur Nutzung am Stand der Technik unter Niedrigenergiestandard.
- Abschätzung der möglichen Energieerträge bei farblicher Anpassung der Kollektoroberfläche
- Bewertung des Coppo-Sun Kollektors
- Synthese der Detaillergebnisse: welche Werte sind mit Nullvariante, Radikalvariante und mit dem Einsatz von Coppo-Sun erreichbar
- Dokumentation, Training und Dissemination der Methode und Ergebnisse

Der Antragsteller (der Verein ITAC) erwartet, dass über diesen Weg Unternehmen aus der Bauwirtschaft (inklusive Energietechnik, Immobilienentwicklern, Finanzinstituten und öffentliche Hand) als Mitglieder gewonnen werden können, die an einer objektiven Beurteilung von konkreten Problemstellungen nach der Methodik interessiert sind. Das Vorgehen ist dabei nicht auf thermische Kollektoren beschränkt, sondern kann auf alle erneuerbaren Energiesysteme und Systeme zur Verbesserung der Energieeffizienz umgelegt werden, bei denen es nicht-wirtschaftliche Vorbehalte oder Widerstände gegen den Einsatz gibt.

1.3 Aufbau und Methodik des Projektes

Als Basis dient das Werkzeug der LCA, mit dem folgende Szenarien bewertet werden:

- kein Einsatz der Solarthermie im Altbestand: es wird ermittelt, welche Umweltauswirkungen und Lebenszykluskosten sich daraus ergeben, in erster Linie wird das ein höherer Energieeinsatz sein, der durch die Nutzung von Solarthermie gedeckt werden könnte (Warmwasser, Raumheizung, ggf. solare Kühlung).
- Leerstand und Konservierung mit Neubau eines Ersatzgebäudes zur Nutzung: die Kosten eines Konservierens der Bausubstanz bei gleichzeitigem Leerstand sowie die Neuerrichtung von Ersatzflächen nach dem aktuellen state-of-the-art werden ermittelt. Dabei werden typische Bauweisen und Materialien gewählt, die eine vergleichbare Nutzung und Kubatur ergeben. In diesem Fall ist mit einer deutlichen Reduktion des Energieverbrauchs gegenüber der Variante a) zu rechnen.
- Einsatz einer farblich und geometrisch angepassten Lösung für Solarthermie: Die Rahmenbedingungen dafür werden ermittelt, indem die Eingriffe in die Bausubstanz und die Herstellung der Kollektoren bewertet werden. Die Energieerträge fallen durch die technischen Kompromisse geringer aus als bei Variante b), das Gesamtbild verbessert sich jedoch gegenüber Variante a).
- Abschließend wird versucht, aufgrund weniger Annahmen eine Schätzung der Effekte für ein Bauensemble oder einen Ort bzw. eine Region zu erstellen. Besonders interessant ist dabei, wie sich die ermittelten sinnvollen Einsatzmöglichkeiten zu den theoretisch möglichen Kapazitäten verhalten. (Baukasten - Toolbox)

1.4 Aufbau der Arbeit

Die Arbeitspunkte 1-4 (Gebäudemodell, Nullvariante (historisches Bestandsgebäude), Ersatzlösung auf Niedrigenergiestandard und farbliche Kollektorvarianten wurden in der ersten Periode (2010) weitgehend abgehandelt und haben zu interessanten Ergebnissen geführt. Das modulare und standardisierte Gebäudemodell erlaubt die unterschiedlichen lokalen Gegebenheiten zu berücksichtigen, die Bautypologien über den U-Wert, bzw. die Altersstruktur zu erfassen und daraus die nötigen Heiz- und Kühllasten zu erfassen sowie deren Umweltparameter zu bestimmen.

Im zweiten Projektabschnitt (März bis Dezember 2011) wurden die bisherigen Ergebnisse (speziell die Arbeitspakete 1-4) weiter ausgebaut, evaluiert, teilweise ergänzt und erweitert. Es wurden viele Freiluft-Tests mit standardisierten Modellboxen durchgeführt und mit der eigenen Messanlage Tag und Nacht überwacht.

Die Arbeitspakete 5 (Eigenschaften des Coppo Sun-Kollektors, ITAC-Kollektors, etc.) und Arbeitspaket 6 (Bewertungsbaukasten) wurden ausgearbeitet, sodass mit Beginn des Jahres 2012 mit der Dissemination der Ergebnisse begonnen werden konnte.

Für alle Arbeitspunkte 1-8 (Gebäudemodellvarianten, Neuer Coppo-Sun-Kollektor, ITAC-Kollektor, Baukastensystem zur Bewertung und Dissemination) wurden Literaturquellen analysiert, LCA-Daten gesammelt, ein Rechen-Baukasten erstellt und Vorgehensmodelle für die Dissemination entwickelt. Es wurden viele wertvolle Kontakte sowohl zu Forschungsinstitutionen wie interessierten Firmen aufgebaut.

Das Projektmanagement wurde intern durch häufige Meetings, Telefon- und Emailverkehr, sowie Skype Konferenzen kontrolliert und laufend evaluiert.

2 Inhaltliche Darstellung

2.1 Gebäudemodell

Es wurde nach der Methode der Universität Siegen ein Gebäudemodell konstruiert, welches als typisch für traditionelle öffentliche Gebäude in Großstädten angesehen werden kann. Darin werden die Grunddaten der Gebäude erfaßt (Flächen, Temperatur, Raumklima, Bauweise, Ausrichtung, Fenster), die U-Werte der Wände, Fenster, Türen, sowie die örtlichen Klimadaten und die Grundparameter des Heizungssystems. Daraus kann die Heizlast und Kühllast berechnet werden, aber auch, welche Entlastung durch aktive und passive Solarstrahlung erfolgen kann.

Die Gebäudemodelle wurden für unterschiedliche lokale Gegebenheiten angepasst (Wien, Rom), aber auch für unterschiedliche Szenarien. Für die Ersatzbauten wurde mit einem Niedrigenergiestandard (Max. 30 kWh/m² a) gerechnet. Dadurch sind entsprechende geringere Heizlasten erforderlich.

Grunddaten Gebäude

Anzahl Geschosse: 5

Beheiztes Dachgeschoß: ☐

West-Fassade: 234,0 m² Süd-Fassade: 240,0 m²

Höhe (ohne Dach): 15,0 m

Breite: 15,6 m Länge: 16,0 m

Dachfirst: ☒ Nord-Süd-Richtung ☐ Ost-West-Richtung

A/V - Verhältnis in 1/m: 0,39

Körper gleichen Volumens: Tetraeder 0,46, Würfel 0,39, Kugel 0,31

Orientierung: Auslenkung aus der Südrichtung: WEST 0° OST

Gebäudedaten:

Grundfläche	249,6 m ²
Nutzfläche	998,4 m ²
Gebäudevolumen	3744,0 m ³
Luftvolumen	2995,2 m ³

Grunddaten Gebäude

Soll-Raumlufttemperatur: 20,0 °C

Überwärmungsgrenze: Überwärmung bei einer Raumtemperatur größer als ... 27,0 °C

Interne Gewinne: 25,0 kWh/m² a ≈ 2,9 W/m²

Lüftung: Freie Lüftung: 1,00 1/h, Mechanische Lüftung: 0,00 1/h, Wärmerückgewinnung: 0 %

Effizienzfaktor Klimaanlage: 2,5 kWh kuhl / kWh strom

Art der Außenwände: Schwere Bauweise, Mittelschwere Bauweise, Leichte Bauweise

Art der Innenwände: Schwere Bauweise, Mittelschwere Bauweise, Leichte Bauweise

Wärmespeicherung: Wirksame Speicherfähigkeit: 44,0 Wh/m² K, 164,6 kWh/K

U-Werte der Wände

Nord: 0,86 W/(m²K)

Süd: 0,86 W/(m²K)

Ost: 0,86 W/(m²K)

West: 0,86 W/(m²K)

Wärmebrücken

☐ Wärmebrücken ignorieren

☒ U-Werte aller Umfassungsflächen um 0,10 W/(m²K) erhöhen (normale Konstruktion)

☐ U-Werte aller Umfassungsflächen um 0,05 W/(m²K) erhöhen (möglichst wärmebrückenfreie Konstruktion)

Absorptionskoeffizient der Wände

0,50

Tür (Nordfassade)

Fläche: 9,1 m²

U-Wert: 2,5 W/(m²K)

Obere Geschoßdecke

gegen ... Außen oder nicht gedämmtes Dach

☐ Hinterlüftetes Dach

U-Wert: 0,84 W/(m²K)

Untere Geschoßdecke

gegen ... Unbeheizter Keller (mit Perimeterdämmung)

U-Wert: 0,91 W/(m²K)

Grunddaten Bauweise

Fensterflächen

	Wandanteil	Fensterfläche
Nord	14	% = 33,6 m²
Süd	14	% = 33,6 m²
Ost	15	% = 35,1 m²
West	15	% = 35,1 m²

☒ Gleiche Fenster an allen Fassaden

☐ Fenstereigenschaften für jede Fassade individuell

Fenstertyp

Wärmeschutz-Doppelverglasung (U = 1,4 W/(m² K))

Wärmeschutz-Doppelverglasung (U = 1,0 W/(m² K))

Wärmeschutz-Dreifachverglasung (U = 0,7 W/(m² K))

Wärmeschutz-Dreifachverglasung (U = 0,5 W/(m² K))

Sonstiges

U-Wert Glas: 2,50 W/(m² K)

U-Wert Rahmen: 2,50 W/(m² K)

g-Wert: 0,70

Rahmenanteil: 20 %

Verschattung: 20 %

Gesamtfläche aller Fenster 137,4 m²

Glasfläche aller Fenster 109,9 m²

mittlerer U-Wert aller Fenster 2,50 W/(m² K)

mittlerer g-Wert aller Fenster 0,70

Grunddaten Türen und Fenster

- Die Klimadaten sind von Wien zu Rom natürlich sehr unterschiedlich und ergeben große Unterschiede in den Heizgradtagen, wenngleich die Gebäudedaten ident sind. Der Heizwärmebedarf ist in Wien mit 177 kWh pro m² wesentlich höher als in Rom mit 77 kWh/m², wenngleich beide nicht einem Niedrigenergiestandard (30 kWh/m²) entsprechen, was für einen Ersatz unter aktuellen Bedingungen angenommen wird. (siehe Workpackage 3).
- In einer ersten Analyse wird eine Stromheizung angenommen, um die Heizlast einigermaßen zu standardisieren und einen obersten Referenzpunkt zu haben. Während sich der Endenergiebedarf und damit die Heizlast nicht verändert, gibt es große Unterschiede beim Primärenergiebedarf (in kWh /m².a) im Vergleich zur Stromdirektheizung.

	Strom direkt	Elektro- Speicher	Wärme- pumpe	Fernwärme erneuerbar	Heizkraft werke fossil	Heizkraft werk KWK
In kWh/m².a	535	546	150	2,2	238	128

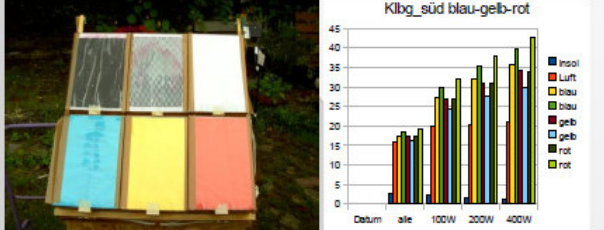
2.2 Testversuche

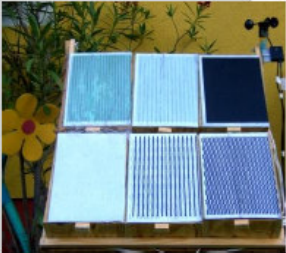
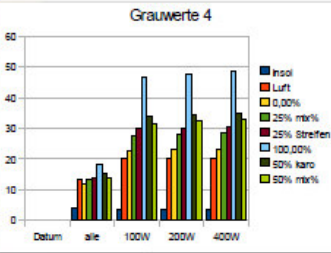
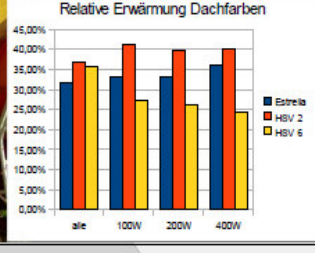
Mit einer eigenen Messstation (UVR1611) mit 16 möglichen Eingängen (Sensoren) und 11 möglichen Ausgängen (Pumpen, Ventile, Mischer, etc.) wurde eine Messbox aufgebaut, welche gleichzeitig die Außentemperatur, die solare Einstrahlung, die Windgeschwindigkeit, die Temperaturen oben am Kollektor, unten am Kollektor, innen am Kollektor, die Temperatur am Sammelrohr, am Rückflußrohr, etc. messen konnte.

Die Daten wurden auf einen eigenen kompatiblen Datenlogger übertragen, die Daten je nach Einstellung im Zeitraffer (Sekunden-Minuten) bzw. je nach Veränderungsschritten im Temperaturbereich (Grad Kelvin) gemessen. Die Auslesung und Übertragung erfolgte täglich, wöchentlich, monatlich, je nach Messkonfiguration.

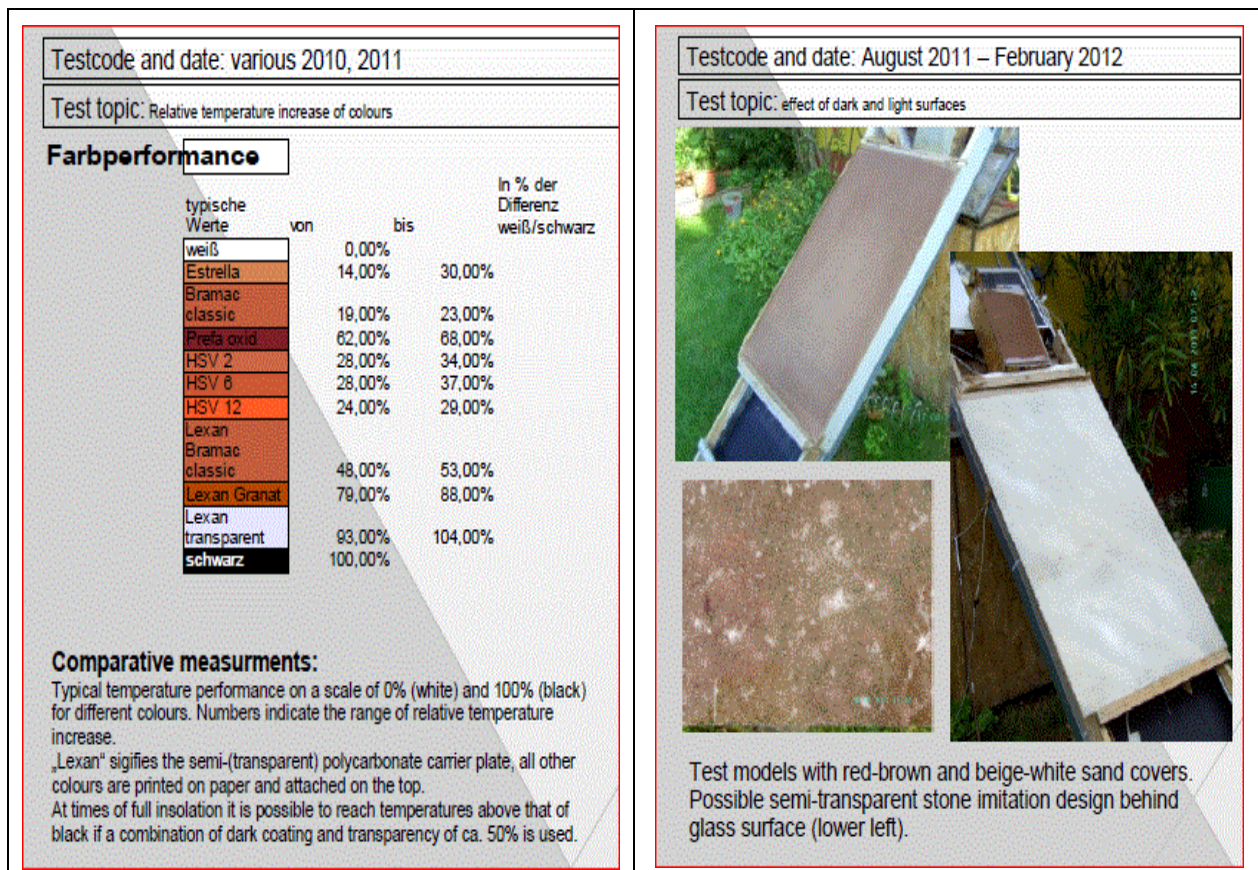
Es wurden immer parallel sechs Boxen gemessen, mit A4 Ausmaß, 10 cm dick, Aufbau auf 45° geneigter Fläche, nach Süden ausgerichtet. Die Boxen wurden mit Glas abgedeckt und mit Papier mit unterschiedlichen Farben und Grautönen belegt und befestigt. Die Lufttemperatur wurde an der Rückseite der Box (Schattenseite), der Wind oberhalb der Messstation und die Solarstrahlung in der Ebene der Auffangfläche gemessen.

Einige Ergebnisse sind hier kurz dargestellt.

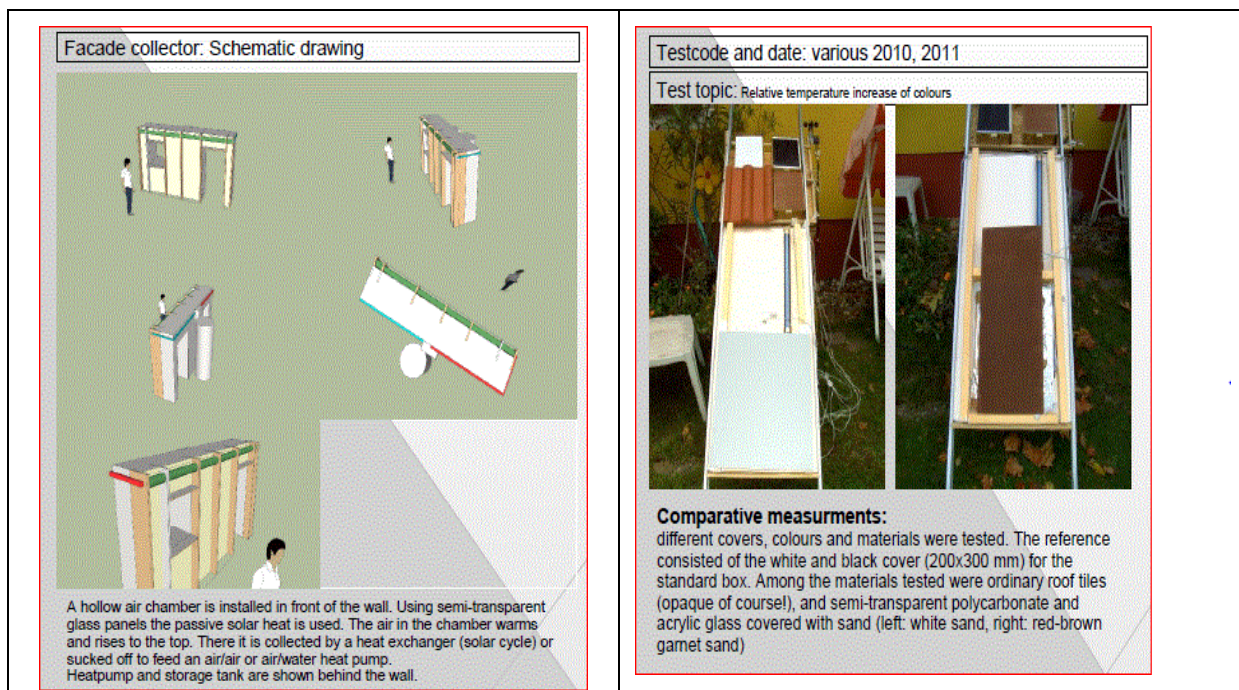
CoppoSun			CoppoSun		
Meßstation •Corpus 600x600x800 mm, Auflageplatte schwenkbar, auf 45° arretiert •Windmesser und Solarstrahlungsmessung an der oberen Spitze rechts •Ausrichtung nach Süden •Datalogger und Messung über Solarsteuerung 1610 der Firma Technische Alternative			Testcode und Datum: B100913, 13.9.2010 Versuchsinhalt / Thema: Vergleich der Flächenenerwärmung verschiedener Farben		
			Aufbau / Beschreibung: 6 Holzboxen A4, mit Glas abgedeckt, innen isoliert, 10 cm dick. Aufbau auf 45° geneigter Fläche nach Süden in 2 Reihen. Papier rot, blau, gelb, schwarz, grau, weiß in Klarsichfolie, diese mit 3 Querstreifen am Glas montiert, seitlich nochmals verklebt mit Klebestreifen Sensoren je Box 2 Sensoren (bei grau und weiß nur je ein Sensor). Lufttemperatur an der Rückwand, Wind 15 cm neben oberer Auflagefläche und Solarstrahlung in der Ebene der Auflagefläche.		
Meßstation Meßbox mit					
Beobachtungen: Geringer Unterschied zwischen blau und rot mit leichtem Vorteil für rot. Gelb wie erwartet abgeschlagen. Alle jedoch deutlich über Lufttemperatur, sobald eine Einstrahlung erfolgt. Die Temperaturlinie folgt bei Verdoppelung der Einstrahlung etwa einer Geraden, wobei die Steigung abhängig von der Farbe ist.			Resümee / Interpretation: 1) subjektives Farbempfinden deckt sich nicht mit tatsächlicher Erwärmung 2) Veränderungen der Einstrahlung bewirken proportional andere Temperaturen, Verhältnisse bleiben jedoch erhalten.		
Datenreferenz: Bericht_Daten.odf/Klbg_süd_blaue, Mittelwertdaten Temperatur bei Selektion von Einstrahlung über 100, 200 bzw. 400 Watt					

 CoppoSun	 CoppoSun
Testcode und Datum: B100920, 20.9.2010	Testcode und Datum: B100927, 28.9.-1.10.2010
Versuchsinhalt / Thema: Flächenenerwärmung von S/W-Mix als Graustufen	Versuchsinhalt / Thema: Relative Flächenenerwärmung von typischen Dachfarben
Aufbau / Beschreibung: 6 Holzboxen A4, mit Glas abgedeckt, innen isoliert, 10 cm dick. Aufbau auf 45° geneigter Fläche nach Süden in 2 Reihen. Papier mit Klarlack aufgebracht auf Stahlblech, darunter Glasplatte mit Sensor innen. Lufttemperatur an der Rückwand, Wind 15 cm neben oberer Auflagefläche und Solarstrahlung in der Ebene der Auflagefläche.	Aufbau / Beschreibung: 6 Holzboxen A4, mit Glas abgedeckt, innen isoliert, 10 cm dick. Aufbau auf 45° geneigter Fläche nach Süden in 2 Reihen. 1 Sensor auf Glas(hier gezeigt), 1 Sensor im Wasser. Papier eingelegt unter dünner Küchenfolie Plastik, 200 g wasser (brutto) in 250g-Aludose, oben leicht verklebt. Estrella (Mitte u.), HSV6 (li.o.), HSV2 (mi.o. und re.u)). Lufttemperatur an der Rückwand, Wind 15 cm neben oberer Auflagefläche und Solarstrahlung in der Ebene der Auflagefläche.
  Grauwerte 4 Legend: Insol (blue), Luft (orange), 0,00% (green), 25% mbr% (red), 25% Streifen (purple), 100,00% (dark blue), 50% karo (light blue), 50% mbr% (yellow). X-axis: Datum, alle, 100W, 200W, 400W.	  Relative Erwärmung Dachfarben Legend: Estrella (blue), HSV 2 (orange), HSV 6 (yellow). X-axis: alle, 100W, 200W, 400W.
Beobachtungen: trotz geringfügiger Unterschiede zwischen gestreiften und karierten Flächen mit gleichem Grauwert, folgt die Erwärmung dem Schwarzanteil. Geringe Unterschiede zwischen 100 und 400 W stammen vermutlich von zu kurzer Einstrahlungsdauer.	Beobachtungen: Die relative Dunkelheit ist mit freiem Auge nicht abschätzbar. Das Verringern der Unterschiede bei „alle“ ist durch die Daten aus der Nacht logisch bedingt.
Resumee / Interpretation: 1) tatsächliche Mischungen von weißen und schwarzen Flächen ergeben ein korrekteres Bild als Farbmischungen, die einen Grauwert aus Farben mischen 2) der Albedo ist der korrekte Parameter für die Erwärmung 3) das Ergebnis gilt auch für unetrschiedliche Einstrahlungswerte	Resumee / Interpretation: 1)typische Dachfarben weisen eine Erwärmung auf, die mit freiem Auge oder RGB-Messung nicht korrekt einschätzbar ist 2) innerhalb der typischen Dachfarben ist eine Auswahl nach experimentell ermittelter Temperatur möglich 3) eher hellen Farben erreichen bereits 25-40% der Temperaturdifferenz schwarz/weiß
Datenreferenz: Bericht_Daten.odf/Grauwert_Vergleich_4, Mittelwertdaten Temperatur bei Selektion von Einstrahlung über 100, 200 bzw. 400 Watt	Datenreferenz: Bericht_Daten.odf/Dachfarben_2, prozentuelle Daten der Temperatur auf der Skala zwischen schwarz (100%) und weiß (0%), Mittelwertdaten Temperatur bei Selektion von Einstrahlung über 100, 200 bzw. 400 Watt

Einige Erkenntnisse ergeben sich aus dem Zusammenhang Temperaturerhöhung und relativem Grauwert (Albedo). Scheinbar fast gleiche Farbtöne, können je nach Grauwert unterschiedliche Temperaturerhöhungen aufweisen. Estrella bzw. Bramac-Ziegel sind zwar rötlich, haben aber Temperaturerhöhungen zwischen 14-30%, bzw. 19-23%, während Lexan Granat, das relativ hell erscheint, Temperaturerhöhungen von ca. 80-90% des Schwarzwertes erreichen kann.

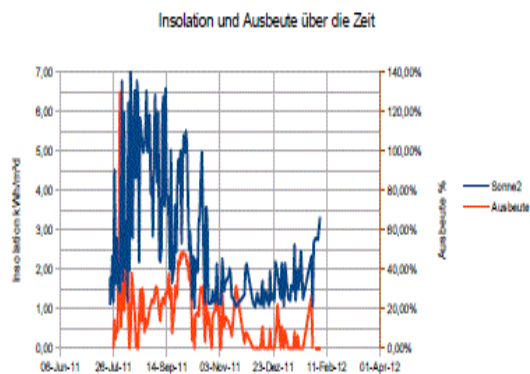


Weitere Möglichkeiten ergeben sich aus der Nutzung der Flächeng und der verhältnismäßigen hohen Temperaturdifferenz zwischen Absorbersystemen und der Luft bzw. in noch stärkerem Maße bei Ausnutzung des Effektes von semitransparenten Systemen.



Testcode and date: August 2011 – February 2012

Test topic: Insolation and heat flow volume over winter autumn and winter



Insolation and heat flow volume:

The graph shows the insolation per day and m^2 tilted (left scale) plus the amount of energy harvested per m^2 in % of the daily insolation (right scale).

Sonne2 is insolation in kWh/m^2 (tilted 45° plane) per day

Ausbeute = ratio

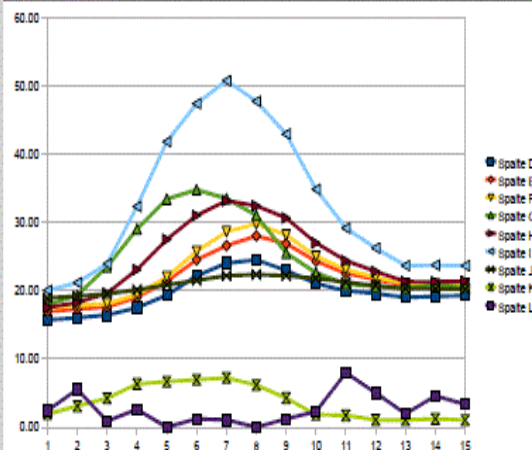
The cover was polycarbonate covered with red-brown garnet sand.

Remarks:

- 1) values of 100-140% for ratio at the begin are due to a defect sensor
- 2) low ratio during winter was due to the fact that insolation was minimal and the limits for starting the pumping cycle were not reached. It coincides with days of no or very small daytime warming of the ambient air.

Testcode and date: various 2010, 2011

Test topic: Relative temperature increase of colours



Comparative measurments:

Example of a typical day. Night is excluded. x= time starting at 7:00, y=temperature $^\circ C$. Shadowing from buildings after point x=10.

D: white

E: HSV 2

F: HSV12

G: Estrella red (without protective glass due to damage!)

H: HSV 6

I: black

J: ambient air

K: insolation/100 in Watt (max here ca. 800 W) in plane of collector

L: Windspeed in m/s (max. 9 m/s)

2.3 Beispiel für LCA Daten

Bei den LCA- Berechnungen wurde dasselbe Gebäudemodell unterstellt, wie vorher erwähnt und mit ECOSOFT die Umweltparameter berechnet. Daraus ergeben sich je nach Bauteil und Konstruktion unterschiedliche Belastungsziffern und damit unterschiedliche Ökoindikatoren wie GWP, Versauerungs- und Eutrophierungspotentiale wie auch der Primärenergiebedarf.

	BGF	1000,00 m^2	$OI_{3,V2,ic}$	39,30	OI_3	51,74
Gebäude_Standard	Lc	1,95 m	$OI_{3,V2,BGF}$	99,08		

Lc: Bruttovolumen /Außenflächen

Gesamtgebäude Errichtung

Grunddaten:

Pos.	Bauteil / Konstruktion	Länge / Fläche / Aushub	Ol3 _{KON} (Errichtung)	Ol3 _{KON} (Nutzung)	Ol3 _{BGF} (Errichtung)	Ol3 _{BGF} (Nutzung)	Kategorie	Masse
		m/m ² /m ³						
		1915,00	273,05	273,05	99,08	99,08		1900,75
1	AWm210_S	880,00	66,72	66,72	58,71	58,71	Außenwände	277,25
2	DAm120_S	500,00	31,90	31,90	15,95	15,95	Dächer	500,95
3	ZDm120_S	250,00	45,42	45,42	11,36	11,36	Decken	510,45
4	KDb110_S	250,00	39,75	39,75	9,94	9,94	Decken	587,42
5	Fenster	35,00	89,26	89,26	3,12	3,12	Fenster	24,68

Ökoindikatoren

global warming (GWP100)	photochemical oxidation	acidification	eutrophication	PEI nicht erneuerbar	PEI erneuerbar
kg CO ₂ eq.	kg C ₂ H ₂	kg SO ₂ eq.	kg PO ₄ --- eq	MJ	MJ
112662,11	70,45	567,83	79,08	2225180,13	438918,88
65500,14	4,86E+01	2,88E+02	3,12E+01	1242021,99	78529,77
18854,15	9,06E+00	1,22E+02	2,24E+01	440276,26	196091,60
8084,73	6,63E+00	7,43E+01	1,24E+01	275618,70	132362,11
17368,43	5,01E+00	6,64E+01	1,15E+01	218170,77	25630,50
2854,66	1,14E+00	1,71E+01	1,60E+00	49092,41	6304,91

Die Zusammenfassungen aus der Toolbox ergeben in übersichtlicher Weise ähnliche Umweltdaten, die Massenbilanz und die geschätzten Produktionskosten der einzelnen Varianten wieder. Die Massenbilanz ist bei der Normalvariante um 25% erhöht. Statt 1417 Tonnen werden 1.878 Tonnen Material zur Herstellung verbraucht. Dementsprechend erhöht ist auch der Primärenergieverbrauch und die damit eng verbundene CO₂-Bilanz. Das photochemische Potential, die Eutrophierung und das Versauerungspotential ist allerdings bei der Normalvariante nur um ca. 10% gegenüber der Niedrigenergievariante erhöht. Die Baukosten zu Wiederherstellungspreisen sind allerdings bei der Niedrigenergievariante um ca. 10% erhöht.

In der Toolbox werden aber nicht nur die Daten für die Außenwände, das Dach, die Geschossdaten sowie Fenster und Türen, sondern auch alle Teilelemente ausgewiesen und mittels Bottom-up im Sinne einer prozessorientierten Ökobilanz durchgerechnet. Die Toolbox erlaubt also LCA mit LCC zu verbinden und einheitlich darzustellen.

Normalvariante (ungedämmt)

	global_warmi ng	ozone_layer _depletion	photochemic al_oxidation	acidification	eutrophication	peine	peineProzes s	peie	peieProzess	co2_Prozess	Massen	Kosten
	kg CO ₂	kg CFC	kg C ₂ H ₂	kg SO ₂	kg PO ₄	MJ	MJ	MJ	MJ	kg CO ₂	kg	Euro
Walls	154.113	0	45	476	56	2.120.452	2.120.452	284.754	284.754	154.113	864.800	864.800
Roof	87	0	30	19	3	68.065	68.065	5.329	5.329	6.461	57.956	60.719
Groundfloor x5	87.409	0	50	451	94	1.336.381	1.336.381	865.607	865.607	154.831	952.825	221.313
Windows	2.000	0	2	28	2	48.320	0	2.816	2.816	2.000	3.232	32.000
Total	243.609	0	126	974	156	3.573.218	3.524.898	1.158.506	1.158.506	317.405	1.878.813	1.178.832
Walls						589.014		79.098				
Roof						18.907		1.480				
Groundfloor						371.217		240.446				
Windows						13.422		782				
Total						992.561		321.807				

Niedrigenergievariante (gedämmt und neue Fenster)

	global_warmi ng	ozone_layer depletion	photochemic al_oxidation	acidification	eutrophication	peine	peineProzes s	peie	peieProzes	co2_Prozes	Massen	Kosten
	kg CO2	kg CFC	kg C2H2	kg SO2	kg PO4	MJ	MJ	MJ	MJ	kg CO2	kg	Euro
Walls	66.656	0	31	209	28	713.895	639.447	30.164	30.164	66.656	504.780	972.400
Roof	42.004	0	29	167	23	491.855	489.203	163.063	163.063	52.430	78.710	72.590
Groundfloor	78.801	0	58	449	92	1.377.747	1.328.247	862.941	862.941	146.223	829.825	208.213
Windows	1.644	0	5	62	6	152.054	0	80.686	80.686	7.115	4.400	32.000
Total	189.105	0	124	887	149	2.735.551	2.456.897	1.136.853	1.136.853	272.425	1.417.715	1.285.203
						kWh		kWh				
Walls						198.304		8.379				
Roof						136.626		45.295				
Groundfloor						382.707		239.706				
Windows						42.237		22.413				
Total						759.875		315.792				

Die Zwischenwände und die darin enthaltenen Installationen wurden in dieser Darstellung der Toolbox nicht berücksichtigt, weil die Funktionsweise als ähnlich angesehen wird und daher keine relativen, wohl aber absolute Veränderungen der Massenbilanz und somit des Primärenergiebedarfes und der CO2-Bilanz mit sich bringen könnte. Es wurde aber eine grobe Abschätzung mit einem Fremdprogramm gemacht, um die Dimensionen zu erahnen. Daraus kann abgeleitet werden, dass die Innenwände und die Installationen ca. 30% der grauen Energie (=inkorporierten Energie) ausmachen.

blau

Eingabefelder

grün

Auswähliten

gelb

festen Vorgaben

braun

übernommene Werte

GF

m2

250

Geschossfläche

EBF

m2

1000

Energiebezugsfläche

BTF

= Bauteilfläche

Version 1.2, 08.01.2010

Graue Energie in MJ

Hauptgruppe	Elementgruppe	Bezeichnung	Bezugsgrösse	Einheit	Menge	Ausführungsvariante	pro Einheit			pro Gebäude			pro Geschossfläche			Anteile	
							pro Jahr	Erstellung	Entsorgung	pro Jahr	Erstellung	Entsorgung	pro Jahr	Erstellung	Entsorgung	pro Jahr	Erstellung
B	B6.2	Aushub nicht kontaminiert	Volumen	m3	675	ohne Grundwasser	2,5	150	0	1.688	101.250	0	6,8	405,0	0,0	2,2%	
C	C1	Fundament	BTF	m2	250	ungedämmt	20,0	900	200	5.000	225.000	50.000	20,0	900,0	200,0	6,4%	
	C2.1A / E1	Aussenwand unter Terrain	BTF	m2	186	ungedämmt	15,0	800	120	2.790	148.800	22.320	11,2	595,2	89,3	3,6%	
	C2.1B / E2 / G3	Aussenwand über Terrain	BTF	m2	744	Dämmbeton, Einsteinauenwerk	35,0	1200	50	26.040	892.800	37.200	104,2	3571,2	148,8	33,5%	
	C2.2 / C3 / G3	Innenwände	GF	m2	250		15,0	500	60	3.750	125.000	15.000	15,0	500,0	60,0	4,8%	
	C4.1 / G2 / G4	Decke	BTF	m2	250	Holzdecke	20,0	800	40	5.000	200.000	10.000	20,0	800,0	40,0	6,4%	
	C4.3	Balkon	BTF	m2	0		30,0	800	90	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0%	
	C4.4 / F1	Dach	BTF	m2	340	Geneigtes Dach (Holzsparren)	13,0	500	15	4.420	170.000	5.100	17,7	680,0	20,4	5,7%	
	D	D1	Elektroanlage	EBF	m2	1000		8,0	230	6	8.000	230.000	6.000	32,0	920,0	24,0	10,3%
D5		Wärmeanlage	EBF	m2	1000		6,0	150	1	6.000	150.000	1.000	24,0	600,0	4,0	7,7%	
D7		Lufttechnische Anlage	EBF	m2	1000	keine mechan. Lüftung	0,0	0	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0%	
D8		Wasseranlage	EBF	m2	1000		7,0	200	1	7.000	200.000	1.000	28,0	800,0	4,0	9,0%	
E / F	E3 / F2	Fenster	BTF	m2	160	= 0 für Glasfassade	50,0	1400	40	8.000	224.000	6.400	32,0	896,0	25,6	10,3%	
Total										77.688	2.666.850	154.020	310,8	10667	616	100,0%	

Treibhausgasemissionen in kg CO₂-Äquivalent

Hauptgruppe	Elementgruppe	Bezeichnung	Bezugsgrösse	Einheit	Menge	Ausführungsvariante	pro Einheit			pro Gebäude			pro Geschossfläche			Anteile	
							pro Jahr	Erstellung	Entsorgung	pro Jahr	Erstellung	Entsorgung	pro Jahr	Erstellung	Entsorgung	pro Jahr	Erstellung
B	B6.2	Aushub nicht kontaminiert	Volumen	m3	675	ohne Grundwasser	0,15	9	0	101	6.075	0	0,41	24,30	0,00	1,7%	
C	C1	Fundament	BTF	m2	250	ungedämmt	1,70	90	10	425	22.500	2.500	1,70	90,00	10,00	7,0%	
	C2.1A / E1	Aussenwand unter Terrain	BTF	m2	186	ungedämmt	1,70	90	10	316	16.740	1.860	1,26	66,96	7,44	5,2%	
	C2.1B / E2 / G3	Aussenwand über Terrain	BTF	m2	744	Dämmbeton, Einsteinauenwerk	3,20	120	3	2.381	89.280	2.232	9,52	357,12	8,93	39,2%	
	C2.2 / C3 / G3	Innenwände	GF	m2	250		1,30	50	5	325	12.500	1.250	1,30	50,00	5,00	5,4%	
	C4.1 / G2 / G4	Decke	BTF	m2	250	Holzdecke	2,00	60	6	500	15.000	1.500	2,00	60,00	6,00	8,2%	
	C4.3	Balkon	BTF	m2	0		3,00	80	6	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,0%	
	C4.4 / F1	Dach	BTF	m2	340	Geneigtes Dach (Holzsparren)	0,90	35	1	306	11.900	340	1,22	47,60	1,36	5,0%	
	D	D1	Elektroanlage	EBF	m2	1000		0,50	10	5	500	10.000	5.000	2,00	40,00	20,00	8,2%
D5		Wärmeanlage	EBF	m2	1000		0,30	7	3	300	7.000	3.000	1,20	28,00	12,00	4,9%	
D7		Lufttechnische Anlage	EBF	m2	1000	keine mechan. Lüftung	0,00	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,0%	
D8		Wasseranlage	EBF	m2	1000		0,40	11	3	400	11.000	3.000	1,60	44,00	12,00	6,6%	
E / F	E3 / F2	Fenster	BTF	m2	160		3,20	90	10	512	14.400	1.600	2,05	57,60	6,40	8,4%	
Total										6066,25	216395	22282	24,265	865,58	89,128	100,0%	

Das Verhältnis von jährlichem Heizbedarf und gesamter inkorporierter Energie (inkl. Zwischenwände und Installationen) ist 1:17, bzw. 1:0,26 bezogen auf die jährliche steuerliche Abschreibung bei einer Abschreibungsdauer von 67 Jahren. Das heißt ein Neubau auf Niedrigenergieniveau und Erhaltung des denkmalgeschützten Altgebäudes auf Minimalniveau rechnet sich energetisch bereits nach ca. 9 Jahren, bei einem Neubau auf Passivhausniveau bereits nach 6,8 Jahren. Ökonomisch schaut es weit schlechter aus. Ein Neubau auf

Niedrigenergieniveau würde sich erst nach 58 Jahren rechnen, bei gleichzeitiger Erhaltung des denkmalgeschützten Gebäudes noch wesentlich später. Aus volkswirtschaftlichen Gründen könnte man eine solche Strategie dennoch gutheißen.

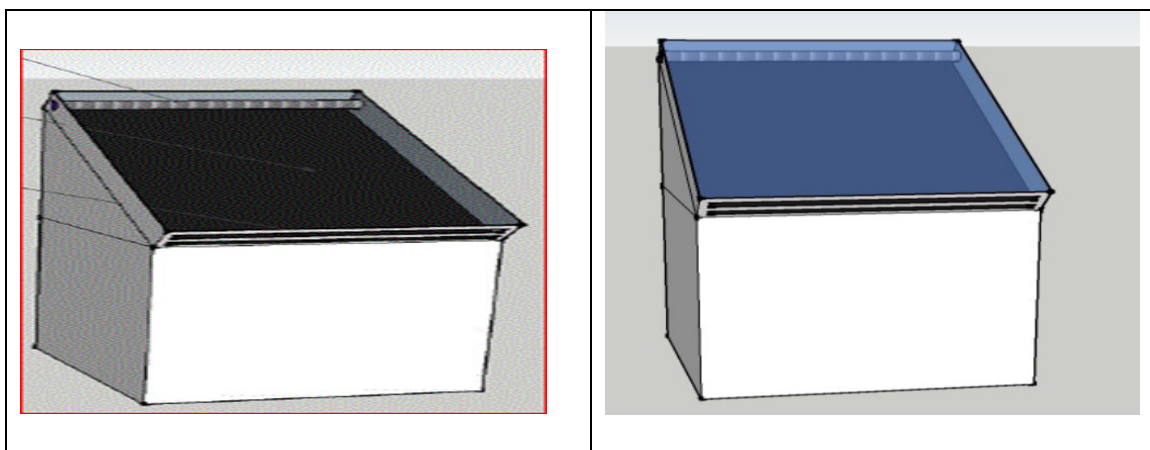
	Heizbedarf/a In kWh	Graue Energie gesamt In kWh	Graue Energie/67 Jahre in kWh
Niedrigenergie	56.264	987.837	14.743
Verhältnis	1	17	0,26
Normalvariante	199.173	1.290.339	19.258
Verhältnis	1	6,4	0,10
Einsparungsvariante	142.909	1.290.339	19.258
Verhältnis	1	9,0	0,13

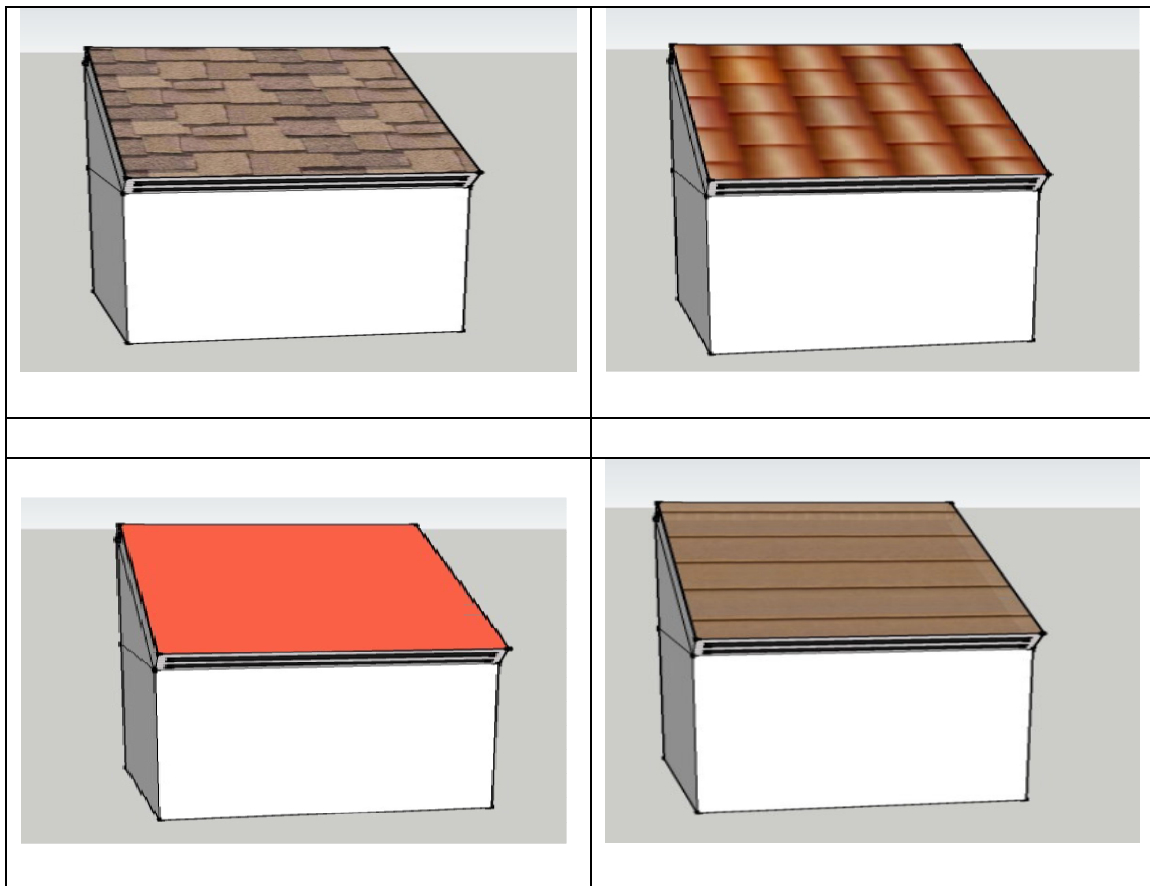
	Heizkosten/a In Euro	Invest-Kosten pro Jahr In Euro (67 Jahre)	Gesamtkosten pro Jahr in Euro
Niedrigenergie	10.127	24.938	35.065
Normalvariante	35.851	23.576	59.427
Einsparungsvariante	25.724	-1.362	24.362

2.4 ITAC Kollektor

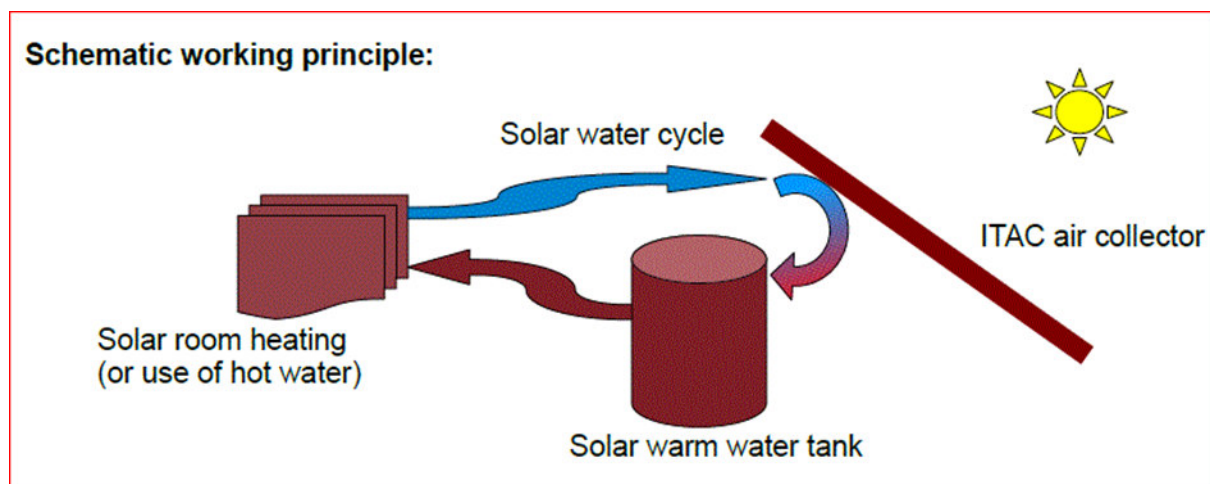
Da der Mastertag- Kollektor nicht fristgerecht fertiggestellt werden konnte, wurde von ITAC ein eigenes Modell entwickelt. Das vorgeschlagene Modell ist eine leere Box gefüllt mit Luft. Obenauf sind mehrere Rohre mit Kühl-Heizrippen als Wärmetauscher zwischen der warmen Luft in der Box und dem Wasser im Solarkreislauf.

Die Box ist oben geschlossen und unten offen, um kalte Luft unten entweichen zu lassen und warme Luft oben zu sammeln. Auch Feuchtigkeit und Kondensat wird somit gesteuert. Die untere Öffnung erlaubt ein schnelleres Anwärmen am Morgen, weil die Umgebungsluft sich wegen des noch vorhandenen Kondensates in der Früh schneller erwärmt als die Luft in der Box.





Unterschiedliche Designs und Farben können ein typisches Dach simulieren. Die (Dach-)Deckungen sind semitransparent (50%). Dadurch ist das Innere der Box nicht sichtbar und die Oberfläche erscheint völlig opak. (Derselbe Effekt wird Werbe- und Dekorationsfolien bei Autos und Bussen eingesetzt, auch mit 50% Transparenz). Das schematische Bild der möglichen Funktionsweise ist in folgender Grafik dargestellt. Diese Variante wurde auch im Test verwendet.



2.5 Toolbox

Die Toolbox fasst die wesentlichen Überlegungen und Erkenntnisse des Projektes kurz und bündig zusammen und errechnet aussagekräftige Indikatoren wie die ökonomische Amortisation als Indikator für Effizienz, die energetische Amortisation als Indikator für Effektivität, den Primärenergiebedarf (PEI) als aussagekräftigen Umweltindikator. Daneben sind noch viele Daten hinterlegt, welche für das Gebäudemodell verwendet werden, sowie Klima- und Energiedaten, welche für das energetische Verwendungsprofil eines Gebäudes eine große Rolle spielen. Eine besondere Beachtung findet die Analyse der verschiedensten Solarkollektoren, wobei die Variationen des ITAC Kollektors im Vergleich zum System Mastertag, bzw. Flachkollektoren oder Röhrenkollektoren dargestellt werden.

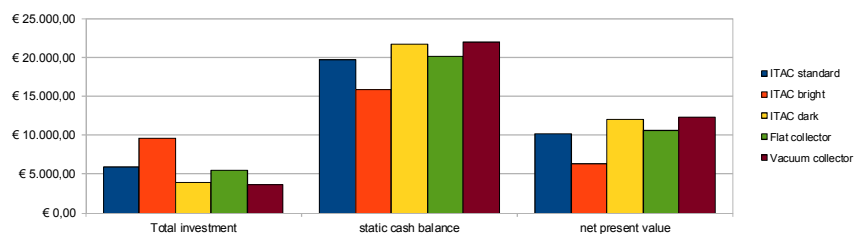
Solarkollektoren- Vergleich

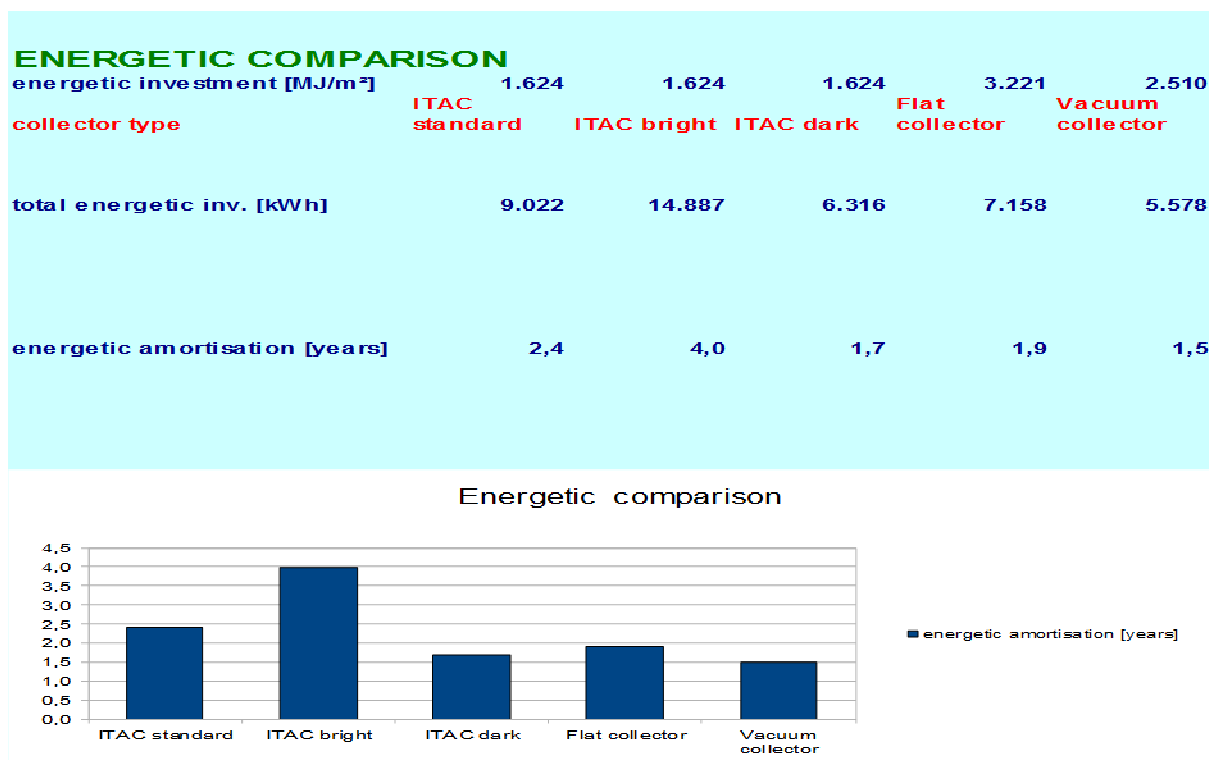
Solar collector key data					
Back to Start/Overview	Investment / m² [EUR]	energ.input [MJ/m²]	performance of insolation	m² per 1000 kWh/a	lifetime [years]
ITAC dark	150	1624	30,00%	3,3	25,0
go to result					
Type	Investment / m² [EUR]	energ.input [MJ/m²]	performance of insolation	m² per 1000 kWh/a	lifetime [years]
Mastertag	200	2100	20,00%	5,0	25,0
ITAC standard	150	1624	20,00%	5,0	25,0
ITAC bright	150	1624	12,00%	8,3	25,0
ITAC dark	150	1624	30,00%	3,3	25,0
Flat collector	400	3221	50,00%	2,0	25,0
Vacuum collector	250	2510	50,00%	2,0	25,0

Ökonomische Amortisationsrechnung= Effizienz

Go to start	kwh/a	Cost / saving	energetic investment [MJ/m²]	FINANCIAL COMPARISON					
Energy to be provided	5.675,97	€ 1.021,67	1.624	€ 1.021,67	€ 1.021,67	€ 1.021,67	€ 1.021,67	€ 1.021,67	€ 1.021,67
selected solution	ITAC standard			ITAC standard	ITAC bright	ITAC dark	Flat collector	Vacuum collector	
lifetime	25			25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	
Insolation / m²	950			950,00	950,00	950,00	950,00	950,00	
Output / m²	190			190,00	114,00	285,00	475,00	475,00	
required m²	30	€ 4.500,00	13.533	€ 4.500,00	€ 7.500,00	€ 3.000,00	€ 4.800,00	€ 3.000,00	
connections		€ 600,00		€ 600,00	€ 1.000,00	€ 400,00	€ 240,00	€ 240,00	
installation		€ 450,00		€ 450,00	€ 750,00	€ 300,00	€ 180,00	€ 180,00	
electric		€ 300,00		€ 300,00	€ 400,00	€ 250,00	€ 210,00	€ 210,00	
Total investment		€ 5.850,00	13.533	€ 5.850,00	€ 9.650,00	€ 3.950,00	€ 5.430,00	€ 3.630,00	
static amortisation [years]		5,73	2,4	5,7	9,4	3,9	5,3	3,6	
static cash balance		€ 19.691,85	27.067	€ 19.691,85	€ 15.891,85	€ 21.591,85	€ 20.111,85	€ 21.911,85	
net present value	4,00%	€ 10.110,67		€ 10.110,67	€ 6.310,67	€ 12.010,67	€ 10.530,67	€ 12.330,67	
internal rate of return		17,13%		17,13%	9,49%	25,78%	18,55%	28,09%	

Financial comparison





Energetische Amortisationsrechnung = Effektivität

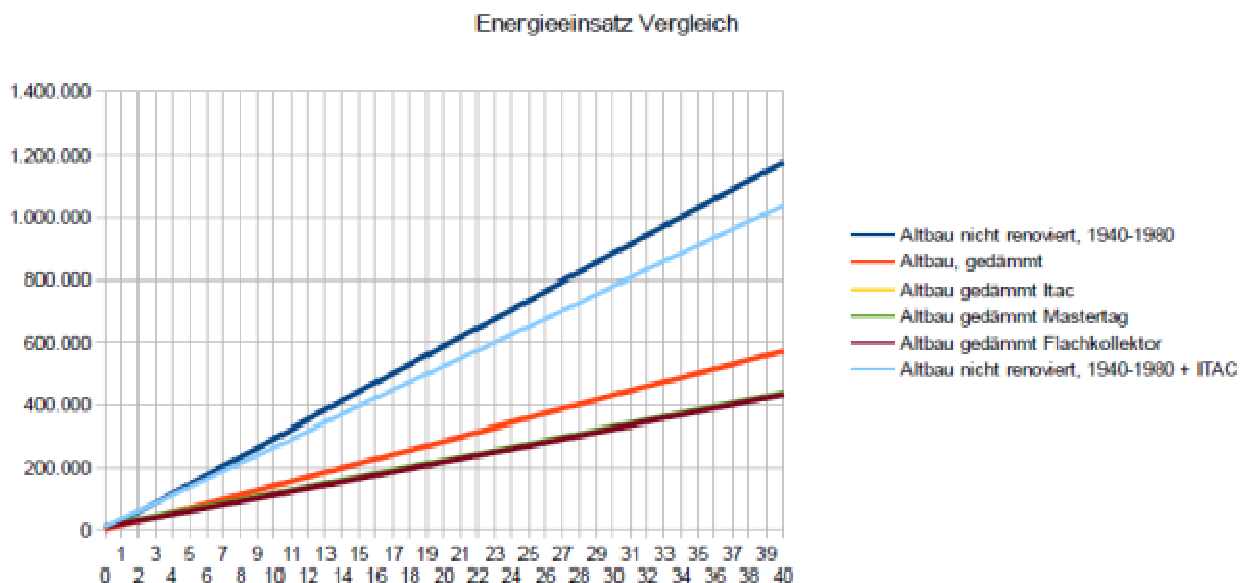
Mit Hilfe der Toolbox lässt sich der Energieeinsatz für Heizung und Warmwasser in Abhängigkeit von der Bausubstanz (3 verschiedene Methoden zur Auswahl) ermitteln. Die wesentliche Handlungsalternative im gewählten Szenario ist die Entscheidung, ob ein Gebäude eine konventionelle Solaranlage, einen ITAC- bzw. Mastertag-Kollektor oder keine Solarthermie erhalten soll. Die Frage nach einer Dämmung oder einem Leerstand des Altbau und Neubau stellt sich in diesem Zusammenhang eigentlich nicht. Aus diesem Grund wurde das Augenmerk auf den Vergleich dieser Kollektorvarianten gelegt, was aber nicht bedeutet, dass die Position des Coppo-Sun Kollektors nicht einzuordnen wäre. Vielmehr kann jeder Anwender dies mit unterschiedlichen Durchläufen mit der Toolbox (unterschiedliche Annahmen zu Gebäudesubstanz und Kollektortyp) selbst durchführen.

Eine generelle Aussage ist nicht möglich, da die Parameter wie Gebäudesubstanz, Nutzerprofil, klimatische Lage usw. nötig sind und diese nicht verallgemeinert werden können. Prinzipiell kann gesagt werden, dass der Energieverbrauch soweit verringert werden soll, dass der Anteil der erneuerbaren Energien relevant werden kann. Wenn ein Althaus in unseren Breitengraden 100-300 kWh an Energie pro m² Fläche und Jahr verbraucht, aber 1 m²-Kollektorfläche nur 0,5-0,2 kWh/m² und Jahr bereitstellen kann, wird schon ersichtlich, dass für einen wesentlichen Beitrag eine Sanierung Richtung Niedrig-Energiehaus (30-60 kWh/m²/a) bzw. Passivhaus (10 kWh/m²/a) erforderlich ist. In einem solchen Fall kann man mit der vorhandenen Dachfläche (Süd- Ost-West) einen wesentlichen Beitrag schaffen. Ansonsten kann die Solarkollektorfläche nur einen guten Beitrag zur Warmwasserbereitung abdecken.

Stellt man die Energieeinsätze eines Altbau ohne und mit Dämmung gegenüber und ergänzt in beiden Fällen die Option einer Solarthermie-Anlage, so werden daraus die Größenordnungen ersichtlich. Die Graphik zeigt über 40 Jahre den kumulierten Energieverbrauch abzüglich der

solaren Deckung.

Bemerkenswert ist dabei, dass die unterschiedlichen Kollektorvarianten dabei praktisch deckungsgleich sind. Vergleicht man die Coppo-Sun-Kollektoren also im Maßstab der gesamten Energiebilanz des Gebäudes, so sind die Unterschiede vernachlässigbar.



Die Aufbringung der gewünschten solaren Deckung erfordert aufgrund der verschiedenen Effizienzen verschiedene zu installierende Flächen und daraus resultierend auch unterschiedliche finanzielle und energetische Investitionen. Wie man aus der Globalbetrachtung aber sieht, fallen diese nicht ins Gewicht. Das bedeutet natürlich auch, dass der Coppo-Sun-Kollektor auch bei schlechter Effizienz nur unbedeutende Nachteile in Form höherer Investitionskosten und energetischen Einsatzes für Bau und Installation hat. In Anbetracht der Lebensdauer von 25-40 Jahren ist eine energetische Amortisation von 2 oder 4 Jahren nicht wirklich von Bedeutung.

Die Ergebnisse zeigen, dass mit der vorhandenen Toolbox in der Excel-Version alle wesentlichen Teile des Projektes abgedeckt werden können. Es ist möglich:

- Daten zu speichern (Bauelemente, Baugruppen, Klimadaten, Kollektordaten)
- Daten zu kombinieren und zu variieren (Varianten, Szenarios)
- Indikatoren zu berechnen (ökonomische Amortisation, energetische Amortisation, Primärenergiebedarf, etc.)
- Vergleiche anzustellen, um Bewertungen vornehmen zu können.

Die Box kann auch leicht erweitert werden, um neue Herausforderungen in den Griff zu bekommen.

3 Ergebnisse und Schlussfolgerungen

3.1 Beschreibung der Schwierigkeiten

Die aufgetretenen Schwierigkeiten beschränken sich auf bewältigbare Ereignisse und Zwischenresultate:

- **Gebäudemodell:** die Verfügbarkeit von vergleichbaren Gebäudedaten über Ländergrenzen hinweg ist weit schlechter, als angenommen. Die Gegenmaßnahmen sind oben beschrieben. Durch die Standardisierung und Modularisierung des Gebäudemodells wurde jedoch aus der Not eine Tugend gemacht und eine Vorgehensweise geschaffen, welche für unterschiedliche Regionen, unterschiedliche Typen und unterschiedliche Einflüsse verwendbar ist.
- **Färbige Solarkollektoren:** eine unbetreute Messung über längere Zeit hat sich als nicht zielführend herausgestellt. Dadurch wurden die Messungen vom sonnigeren Westungarn nach Klosterneuburg verlegt. Dort sind jedoch Verschattungen durch Bäume und Gebäude vorhanden. Es wurde entschieden, dies als realitätsnahen Test für die Nutzung im verbauten Gebiet zu werten und mit den Wetterdaten der Hohen Warte in Relation zu setzen.
- **CoppoSun Kollektor:** bislang liegt noch kein Mastertag-Prototype vor, von dem man annehmen kann, dass er das Endprodukt repräsentiert. Daher musste nach Alternativen gesucht werden, welche nach mehreren Versuchen und Bewertungen im ITAC-Kollektor mündete, welcher eine modulare Lösung mit semitransparenten Oberflächen ermöglicht und damit eine Anpassung an die Dach- bzw. Fassadenstruktur ohne allzu große Effizienzeinbußen erlaubt.

3.2 Beschreibung der Highlights des Projektes

Gebäudemodell: Es ist nun modular strukturiert und damit offen für viele Variationen. Auch können die Wirkungen einzelner Faktoren mittels Softwareanalyse sofort erkannt und ausgewertet werden.

Nullvariante: Die Nullvariante beruht auf dem neuen standardisierten Gebäudemodell und wird mittels Ecosoft und der eigenen Toolbox durchleuchtet.

Leerstand/Ersatz ist kompatibel mit dem Gebäudemodell und der LCA-Analyse. Es wird angesichts des Aufwands für eine reine Konservierung eines historischen Gebäudes nicht erwartet, dass dieses Szenario allzu oft eintritt. Allerdings kann es den Weg zu einer Nachnutzung weisen, der keinen bzw. geringen Energiebedarf mit sich bringt. Oft ist das heute bereits der Fall, wenn historische Gebäude für Ausstellungen, Museen und Veranstaltungen verwendet werden und damit nur tageweise Energiebedarf aufweisen bzw. während des Winters geschlossen sind.

Färbige Oberflächen:

Durch die technisch bedingte Verlegung der Messserien Outdoor nach Klosterneuburg ergab sich die Möglichkeit, verschiedenste Konstellationen von Kollektorflächen und färbigen Absorberflächen zu testen. Nachfolgend stellen wir einige erste Beobachtungen, vor, die innerhalb von Arbeitshypothesen weiter bearbeitet werden:

- färbige Oberflächen absorbieren Energie entsprechend ihrer Albedo (Grauwert), die Farbe (Spektrum) selbst hat keine merkbaren Unterschiede gezeigt.
- subjektive Empfindungen der Helligkeit verschiedener Spektren oder die Aufbereitung mit Graphikprogrammen führen in die Irre und machen das Feststellen der erwarteten Absorption mit freiem Auge praktisch unmöglich.

- Praktische Folge davon ist, dass der Kunde/Planer zuerst einige gefällige Farben / Schattierungen auswählen sollte und diese anschließend im Labor vermessen oder experimentell austesten sollte.
- die Einbußen in der Energieabsorption unverglaster Oberflächen reduzieren den möglichen Ertrag auf 15-65% dessen, was mit einer schwarzen Oberfläche möglich ist. Experimentelle Vermessung an Mustern scheint eine zielführende und kostengünstige Strategie zur endgültigen Material/Farbauswahl zu sein.
- die relativen Ergebnisse bei Messung der Oberflächentemperatur verschiedener Farbflächen decken sich mit den relativen Ergebnissen bei Messung der erreichten Temperaturen von wassergefüllten Gefäßen im Inneren der Versuchsbox. Das wird so interpretiert, dass die Temperatur der Oberfläche ein zuverlässiger Indikator für die mögliche Stall-Temperatur in einem ansonsten gleich gebauten Kollektor ist. Insbesondere wichtig ist das für einen schnellen und kostengünstigen relativen Vergleich verschiedener Farbschattierungen oder Spektren.
- die Performance im Sinne einer Erwärmung eines Wasserbehälters in der Versuchsbox lässt sich mit semitransparenter Beschichtung signifikant erhöhen, auch über die Performance einer schwarzen Deckschicht hinaus. Die Performance ist dabei von der prozentuellen Durchlässigkeit der Beschichtung und von der gewählten Farbe des nicht transparenten Teils abhängig.
- Von Außen betrachtet erscheint eine Beschichtung mit 50% Transparenz (siehe Kompletต์verklebung von Verkehrsmitteln wie Bussen und Straßenbahnen) als massive Oberfläche. Dahinter installierte Objekte und Strukturen sind in der Regel nicht sichtbar (außer stark reflektierende oder hinterleuchtete Teile). Das bedeutet, dass eine semitransparente Ausführung zu bevorzugen ist, sofern Glas als Material für die Fassade gewählt wird.
- die hinter einer opaken oder semitransparenten Oberfläche absorbierbare Solarenergie kann über geeignete Wärmeüberträger (Luft, Wasser, heatpipes) genutzt werden. Dabei wird davon ausgegangen, dass der Verlust an Ertrag gegenüber herkömmlichen Kollektoren durch die größere verfügbare Fläche aufgrund der ästhetischen / architektonischen Freiräume mehr als wettgemacht wird.

Arbeitshypothesen für den ITAC-Kollektor:

- es sollte möglich sein, die Mehrkosten eines Fassadenkollektors im Verhältnis zu einer Fassade ungefähr in der Relation zu halten, die die gleiche Leistung an konventionellen Kollektoren verursachen würde (ähnliche Mehrkosten pro kW installierter Leistung) (es wird von einem Vergleich bei gleicher horizontale Ausrichtung gesprochen, d.h. Vergleich Fassadenkollektor zu Fassadenkollektor)
- die Nutzung von besonnten Fassadenflächen kann den Einsatzbereich von Solarkollektoren deutlich erhöhen und steht nicht per se in Konkurrenz zu Dachkollektoren
- es gibt verschiedene Möglichkeiten, die Energie nutzbar zu machen. Welche davon ausgewählt wird, muss in der Produktentwicklung erarbeitet werden
- die technischen Komponenten sind am Markt für andere Zwecke im Einsatz und erprobt (Glas-Doppelfassade, diverse Wärmetauscher, Wärmepumpe, Haltesysteme für Fassade usw.)
- durch die deutlich größere Fläche, die für "nicht sichtbare" Kollektoren verfügbar gemacht wird, ergibt sich ein positiver Effekt auf die installierte solarthermische Leistung, trotz der geringeren Erträge pro m²

- es kann erwartet werden, dass eine Ausführung der Fassade mit Isolierglas den Ertrag erhöhen wird. Ob dies wirtschaftlich ist, muss in der Produktentwicklung eruiert werden.

LCC des Kollektors: Die wesentlichen Parameter für die Ermittlung der LCC wurden erfasst und im Baukasten dargestellt. Es kann im Baukasten nach der endgültigen Entscheidung für das Seriendesign das verwendete Material in Menge und Qualität sowie die solaren Wärmeerträge erfasst werden, um das Endergebnis zu erhalten. Damit ist ein universell einsetzbares Werkzeug für die LCC aller Solarkollektoren gegeben.

Toolbox: Die Toolbox fasst die wesentlichen Überlegungen und Erkenntnisse des Projektes kurz und bündig zusammen und errechnet aussagekräftige Indikatoren wie die ökonomische Amortisation als Indikator für Effizienz, die energetische Amortisation als Indikator für Effektivität, den Primärenergiebedarf (PEI) als aussagekräftigen Umweltindikator. Daneben sind noch viele Daten hinterlegt, welche vielfältige Variationen und Szenario-Analysen ermöglichen.

3.3 Schlussfolgerungen zu den Projektergebnissen

- Es konnten grundsätzliche Daten für den relativen Leistungsverlust bei Verwendung von farbigen - d.h. nicht optimierten - Kollektoroberflächen / Absorberflächen gewonnen werden. Sie wurden untereinander in Relation gesetzt, wobei eine weiße und eine schwarze Fläche jeweils die Extrempunkte markieren. (siehe Graphik oben)
- Ein besonderes Detail dabei war die Erkenntnis, dass entgegen den Erwartungen keine signifikanten Unterschiede aufgrund des Farbspektrums zu verzeichnen sind. Dies eröffnet eine sehr breite Farbpalette mit vergleichbarem Albedo-Wert, aber mit völlig unterschiedlicher Farbcharakteristik für das menschliche Auge (grün, rot, blau).
- Als grundlegende Erfahrung die allgemeine Konstruktion betreffend zeigt sich, dass eine gleichzeitige Nutzung als Kollektor und Dachhaut mit sehr hohem Entwicklungsaufwand verbunden ist und eine Reihe von Restriktionen materialseitig mit sich bringt. So ist beispielsweise der Einsatz von Dachpfannen aus Polyesterkunststoffen oder Polycarbonat zwar in Italien durchaus üblich, in Österreich jedoch auf Nebengebäude beschränkt (erfüllt nicht die Anforderungen an "harte Deckung" - Funkenflug).
- Dazu kommen die Problematiken der Alterungsbeständigkeit sowie die schwierige Kombination von Bauteilen mit unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten. Da bei einer Nutzung als Dachhaut besondere Anforderungen an die Dichtheit bei Regen, Schnee und Wind gestellt werden, die nur mit aufwendigen Konstruktionen und kostspieligen Materialien abgedeckt werden können, geriet die ursprüngliche Konstruktionsvariante von Mastertag zunehmend unter Kostendruck und lief Gefahr, nicht marktfähig zu werden.
- Eine Verwendung von Glas als oberste Dachhaut wurde geprüft und aufgrund der Kosten für die hohen Glasqualitäten für Überkopfverglasungen (Verbundglas) verworfen.
- Die Anpassung an die Dachgeometrie eines realen Daches ergaben sehr hohe Hindernisse (Schornsteine, Dachverschneidungen, Durchführungen für Dachfenster, Masten, Sat-Anlagen). Diese Erkenntnis führte beim Partner aus San Marino zu einer Umstellung des Produktformates von einer Abmessung von 1x2 m auf einen Bruchteil davon (etwa Ziegelgröße).

- Die österreichischen Arbeitsinhalte sind von diesen Problemen praktisch unbeeinflusst. Es konnte plangemäß ein Rechenmodell erstellt werden, mit dem die unterschiedlichen Handlungsmöglichkeiten betreffend der Solarnutzung bewertet werden können. Es lässt sich damit zeigen, dass dort, wo mit Rücksicht auf die Ästhetik oder den Denkmalschutz keine umfassende Sanierung möglich ist, eine Nutzung des Coppo-Sun-Kollektors, bzw. des ITAC Kollektors einen signifikanten Beitrag zur Deckung des Energiebedarfs, besonders des Warmwassers, erlaubt.
- Die Messungen am Freifeldstand in Österreich lieferten eine sehr große Datenmenge zusammen mit einer langen Periode von Messdaten, inklusive Messdaten der Solareinstrahlung und des Temperaturverlaufes in einer Frequenz von 20 Sekunden. Diese Serien wurden über ein Jahr fast durchgehend aufgezeichnet und liefern ein realistisches Bild eines echten Standortes, samt Verschattung und tatsächlichem Tagesverlauf.
- Von besonderer Bedeutung ist dabei die Relation zwischen der an meteorologischen Stationen gemessenen Solarstrahlung und der Einstrahlung, die im verbauten Gebiet bei einem Gebäude tatsächlich nutzbar ist. Das betrifft sowohl die maximale Intensität, als auch die Summe der Einstrahlung pro Tag bzw. Woche und Monat als auch den exakten Tagesverlauf samt den störenden Einflüssen von Verschattung durch Bäume und Gebäude.
- Anhand von Kostenschätzungen für die Konstruktion eines Kollektors in Form einer semitransparenten Fassadenverkleidung konnte bestätigt werden, dass eine Nutzung aus Kosten-Nutzen-Sicht plausibel erscheint. Die erwarteten Mehrkosten einer Fassade zur Ernte von Solarerträgen entsprechen auf den Ertrag in kWh/m²a etwa denen eines konventionellen Kollektors. Als Nachteil gilt, dass das erzielbare Temperaturniveau niedriger ist, als wesentlicher Vorteil gilt aber, dass die Farbe und optische Eingliederung variabel gestaltet werden kann.
- Dadurch konnte anhand der Kollektorvariante der ITAC die wesentliche Hypothese des Projektes gestützt werden: mit vergleichbaren Kosten lassen sich Nutzungsmöglichkeiten der Solarthermie installieren, deren Effizienz zwar niedriger ist, deren Energieertrag aber durch die größere nutzbare Fläche gleich groß ist wie der von konventionellen Kollektoren. Niedrige Mehrkosten der Fassade pro Quadratmeter erlauben dies zudem zu vergleichbaren Kosten von konventionellen Kollektoren.
- Aus Sicht der Life Cycle Analyse konnte anhand eines Gebäudemodells gezeigt werden, wie die energetische Amortisation eines Einsatzes des Coppo-Sun-Kollektors im Vergleich zur Variante ohne Änderung aussieht. Auch der Vergleich mit einer nutzungslosen Erhaltung (denkmalgeschützter) Bausubstanz bei Neuerrichtung der Nutzräumlichkeiten im heutigen state of the art bezüglich Energiekonsum wurde gezogen. Damit wurde ebenfalls bestätigt, dass eine Nutzung von Solarthermie, die im Einklang mit Denkmal- oder Ensembleschutz steht, von Vorteil ist und mit den vorgeschlagenen Lösungen erreichbar erscheint.
- Das Projektteam arbeitet mit den Projekt-Ergebnissen weiter und will in einem EU-SME Projekt die Erkenntnisse zur Erzeugung eines kommerziellen Fassadenkollektors nutzen.
- Die Zielgruppe sind Fassadenhersteller, Architekten, Solarunternehmungen, Bauunternehmungen, welche die Solarenergie direkt und indirekt in Gebäude integrieren wollen.

4 Ausblick und Empfehlungen

4.1 Verwertung

Gegen Ende des Projektes wurde eine internationale Partnersuche nach Industrieunternehmen gestartet, die in der Lage sind, das Produkt in die Serie überzuleiten. Dies erfolgte mit Unterstützung des EEN (Enterprise Europe Network) der FFG Wien. Es wurden einige Rückläufe verzeichnet, jedoch keine konkrete Verwertung vereinbart. Beril Kirche (Sabine Universität Türkei), Dr. Hasim Altan (Altan Architects, UK), James Robinson (Schottisch Gerne Energie Center, UK), Dr. Marion Steinert (Razio Innovationsberatung, DE) wurden umfangreich informiert und Kooperations- und Nutzungsmöglichkeiten diskutiert.

Im Folgeprojekt (FP7) ist eine Zusammenarbeit mit Technologietransfer an Altan Architects beabsichtigt und auch bereits erfolgt.

Der Projektleiter in Italien führte Gespräche mit einigen Unternehmen, die jedoch ergebnislos blieben. Der interessanteste Kandidat, die Fa.Loccioni aus Ancona, wollte das Thema aus Kapazitätsgründen derzeit nicht aufnehmen.

Weitere Kontakte wurden durch eine Partnersuche über die FP7-Plattform auf "LinkedIn" gefunden, (Inspiralia, Spanien), Barry Cullen (DIT Ireland), Dr.Cecile Goffaux (Cenaero, Belgien), Miha Kavcic (Trimo Facades, Slovenien), Sema ÖZTÜRK (Member of EU Projects Team, Gürsu Directorate of National Education), TURKEY, Mikel Alba (Consultant for Ulma Group, Spain). Mit Cenaero wurde eine Zusammenarbeit im Rahmen eines Folgeprojektes vereinbart. Die übrigen Kontakte lieferten keine unmittelbar verwertbaren Ergebnisse.

Folgende Institutionen wurden in weiterer Folge durch schriftliche und mündliche Präsentationen mit den Projektergebnissen bekanntgemacht:

- Cenaero Belgien (thermische Simulationsrechnung für Gebäude etc.)
- Altan Architects UK (Energieplanung)
- Solid Solarinstallationen, AT
- Tecsol Solarinstallationen, FR
- Loccioni Group, Ancona, IT
- Universität Patras, GR

Die Kontakte und Disseminierungsaktivitäten wurden in den Monaten Mai-August 2012 vorgenommen, lediglich die Partnersuche in Italien (Loccioni) wurde bereits im Herbst/Winter 2011 abgewickelt.

Aus Sicht der ITAC, die ja keine Rolle bei der direkten Verwertung der Ergebnisse hat, besteht die Verwertung in der Nutzung des Wissens und der Erfahrung sowie der erarbeiteten Methoden im Rahmen von Folgeprojekten.

Konkret ist eine Mitarbeit an einem Projekt im Call "Research for SME" 2013 geplant, bei der ITAC die Vorarbeiten und Expertise im Bereich Life Cycle Analyse verwerten kann.

Durch die Rolle als vollständig bezahlter Research-Partner wird der erste Schritt im Aufbau eines unabhängigen Instituts für LCA gemacht. Dies war das aus dem Coppo-Sun Projekt geplante und gewünschte Resultat für den Organisationsaufbau. Die Sinnhaftigkeit derartiger Beratungsleistungen besonders für die Vermarkter von energieeffizienten Produkten wird damit

bestätigt und es ist zu hoffen, dass sich daraus eine entsprechende Beratungsinstitution entwickeln lässt.

4.2 Marktausblick

Der Markt für den ursprünglich gedachten Bereich der Dachdeckung mit integrierter Solarnutzung muss zu Projektschluss sehr differenziert gesehen werden. Einerseits stehen einer kommerziellen Verwertung sehr hohe technische Anforderungen an die Dichtheit und das Montagesystem sowie insbesondere das Verlegesystem entgegen. Alle diese Problempunkte gelten für alle anderen (thermischen wie photovoltaischen) Kollektoren für In-Dach-Montage und verschärfen sich noch, wenn man eine völlig einheitliche Oberfläche erzielen will.

Dachverschneidungen, Dachdurchführungen, Dachfenster etc. erzwingen ein Abgehen von großformatigen Modullösungen oder erfordern ein sehr aufwendiges System der Restflächenanpassung. Es kann vermutet werden, dass dies auch der Grund ist, weshalb bislang vollständige Solardächer, die zugleich die Dachhaut bilden, kaum als Produkte zu finden und noch seltener auch installiert sind.

Das andere Problem, das einer sinnvollen Verwertung als Dachkollektor zumindest in deutschsprachigen Raum entgegensteht, betrifft die Materialauswahl, die für die Funktion dieses Kollektors nötig ist. Idealerweise kommt Polycarbonat zum Einsatz, aber auch Polyester (GFK) wäre geeignet. Beide Stoffe lassen sich entsprechend formen und bearbeiten bzw., färben. Allerdings ist das Brandverhalten selbst bei brandhemmend ausgeführten Kunststoffen so, dass sie die Anforderungen an eine "harte Deckung" nicht erfüllen. (Kunststoff wird bei ausreichender Zündtemperatur entweder entflammen oder zumindest schmelzen.) Damit muss man den Einsatz auf bewohnten Gebäuden, Gewerbegebäuden und öffentlichen Gebäuden ausklammern. Es bleibt lediglich die Nutzung auf Nebengebäuden, Carports etc., was das Marktvolumen stark einschränkt.

Die Gesetzeslage (oder zumindest ihre praktische Durchsetzung) ist in Italien und anderen Mittelmeerstaaten hier toleranter, Kunststoff-Dachdeckungen sind durchaus gebräuchlich und der Markt ist dort eher gegeben. Eine Nutzung von Glas für den Einsatz gemäß dem Mastertag-Patent ist aufgrund der Material- und Bearbeitungskosten unrealistisch und würde mit hoher Sicherheit aus Kostengründen vom Markt abgelehnt.

Ein weiteres Problem ist noch als latent zu betrachten: die Alterung des Kunststoffes. Um eine einheitliche Ästhetik (besonders im denkmalgeschützten Bereich) zu erhalten, ist es unabdingbar, dass ein einheitliches Material für die gesamte Deckung verwendet wird. Eine Mischung zwischen Kunststoffdeckung (Kollektorteil) und Ziegel (Anschlussstücke, Restflächen) würde binnen weniger Jahre erkennbar sein, da die Materialien unterschiedlich altern. Somit ist nur ein komplettes System mit entsprechenden Anschlussstücken überhaupt marktfähig.

Dem gegenüber stellt sich die Vermarktbarkeit der ITAC-Variante für Fassaden in Kombination mit einer semitransparenten Glas-Außenhaut sehr positiv dar.

Durch die Dissemination der Ergebnisse konnten potentielle Partner gefunden werden, darunter besonders SMEs aus der Solarthermie, die an der Verwertung jener Ergebnisse interessiert sind, die nicht durch das Patent im Eigentum von Mastertag stehen, sondern von ITAC erstellt wurden.

4.3 Forschungsprojekte:

Ein Folge-Projekt wurde mittlerweile als SOFA Projekt für FP7 BGM-SME eingereicht und hat viele der kontaktierten Firmen im Disseminationsbereich als Partner gewinnen können.

- Der Ansatz von SOFA ist ein vorhandenes Fassadensystem zu nutzen und so umzugestalten, dass Solarenergie genutzt werden kann. Das erlaubt eine uniforme Fläche und die Nutzung der Solarenergie mit Verschattungen und unterschiedlichen Farben, allerdings unter Ertragseinbußen. Dieser Effizienzverlust kann allerdings durch die größere Fläche kompensiert werden und erlaubt eine größere architektonische und ästhetische Vielfalt.
- Der Forschungsansatz besteht aus 3 Teilen: die Selektion eines passenden Fassadensystems (TU-Delft), die Optimierung der Energiegewinnung durch verschiedenste Simulationen (CENAERO und Solarlaboratorium Patras), schließlich die ökonomische und ökologische Beurteilung durch ITAC, Beck und Partner. 5 KMUs werden die Systeme in Ihre Systeme und Produkte übertragen.
- Die Innovation von SOFA ist die Entwicklung eines konkurrenzfähigen Fassaden-Systems mit bekannten und vorhandenen Materialien unter Ausnutzung von Niedrigenergie und oder Solarenergie. Eine Entscheidungs-Toolbox soll es der Industrie und Investoren ermöglichen Projekte mit kurzen und umweltverträglichen Amortisationszeiten zu realisieren. Die Verifikation durch Tests soll zu einer Standardisierung beitragen und Investoren überzeugen.
- Das Marktpotential eines SoFA Systems könnte bei 5 Mill.m² Fassadenfläche, 3,5 GW Energie und 9,5 Mill. Euro pro Jahr liegen, wenn die involvierten KMU's ihre Vorstellungen umsetzen können.

4.4 Empfehlungen

- Aufgrund der technischen und bauphysikalischen Anforderungen und des damit erforderlichen Entwicklungsaufwandes zur Serienreife wird von einer weiteren Entwicklung auf der Basis des Patentes der Fa. Mastertag eher abgeraten. Es sollten die Ergebnisse der ITAC mit dem in Österreich entwickelten und getesteten Kollektortyp umgesetzt werden. Der Einsatzbereich soll (auch zur Reduktion der Komplexität eines Verwertungskonzeptes) auf Fassaden bzw. vertikale Flächen ohne Regenschutz-Funktion konzentriert werden.
- Die wesentlichen Schritte werden bereits für das Folgeprojekt - eine Einreichung im Programm "FP7 - Research for SME" im Herbst 2012 - ausgearbeitet. Sie umfassen den Bau eines ersten Prototypen mit 1-2 m² Oberfläche und seine Vermessung an Freiflächen in unterschiedlichen Klimazonen in der EU. Darauf aufbauend wird man die maximal erwartbare Performance erarbeiten und eine Analyse der Kosten-Nutzenrelation bei verschiedenen Einsatzszenarien erstellen, um das Marktsegment zu identifizieren, in dem die größten Vorteile für den Kunden geschaffen werden können.
- Die technischen Randbedingungen und Anforderungen hinsichtlich Planung, Montage und Betrieb müssen unter Berücksichtigung der gesetzlichen und normgebundenen Vorgaben von einem Partner aus der Fassadenbranche abgedeckt werden. (TU-Delft). Dabei muss die solartechnische Lösung in eine alltagstaugliche und normgerechte

Fassadenkonstruktion übersetzt werden, die die entsprechenden Anforderungen hinsichtlich Statik, Sicherheit, Windlast, Bauphysik und praktische Realisierbarkeit erfüllt.

- Die von ITAC erstellen Rechenmodelle sind in ihrer einfachen Form frei verfügbar und können von einem geschulten Anwender selbst verwendet werden. In dem Moment, wo jedoch eine exaktere Abbildung eines Projektes nötig ist, wird auch in Zukunft fachmännische Expertise nötig sein. Das betrifft etwa die Anpassung oder Neuerstellung eines konkreten Gebäudemodells oder die Abbildung eines konkreten Benutzerverhaltens und die darauf zugeschnittene Optimierung des Energiesystems unter Berücksichtigung anderer Energieträger, Speicher oder Wärmepumpen.
- Zur Weiterentwicklung der LCA-Beratung wird somit eine laufende intensive Beschäftigung mit dem Thema, das Sammeln von Daten zu Bau- und Gebäudetechnik und deren Synthese in einer internen Experten-Datenbank gehören.
- Die Finanzierung der Aktivitäten zum Ausbau der LCA-Beratung erhofft man sich zum Teil aus Kundenaufträgen, sobald das Produkt von den Verwertern auf den Markt gebracht wird, zu einem weiteren Teil wird man an F&E Ausschreibungen teilnehmen, um über die Mitarbeit an weiteren Projekten die Datenbasis und die internen Rechenmodelle zu erweitern.

5 Literaturverzeichnis

Bergmann, I., 2002. Facade integration of solar thermal collectors – a new opportunity for planners and architects. *Renewable Energy World* 5 (3), 89–97.

Hagemann, I.B., 2002. In: Rudolf Müller (Ed.), *Gebaudeintegrierte Photovoltaik – Architektonische Integration der Photovoltaik in die Gebäudefassade*.

Herzog, T., 1999. *Solar Design, in Detail* no. 3. Birkhauser. Hestnes, A.G., 2000. Building integration of solar energy systems. *Solar Energy* 67 (4–6), 181–187.

Kovacs, P., Weiss, W., Bergmann, I., Michaela, M., Rekestad, J., 2003.: Building-related aspects of solar combisystem. In: Weiss, W. (Ed.), *Solar Heating Systems for Houses – A Design Handbook for Solar Combisystem*. James and James, London, pp. 93–124 (Chapter 5).

Krippner, R., 2003a. Solar technology – from innovative building skin to energy-efficient renovation. In: Schittich, C. (Ed.), *Solar Architecture*. Birkhauser, pp. 27–37.

Krippner, R., 2003b. L'enveloppe productrice de chaleur et génératrice d'électricité. In: Schittich, C. (Ed.), *Enveloppes – Concepts, Peaux, Matériaux*. Birkhauser, pp. 49–61.

Krippner, R., Herzog, T., 2000. Architectural aspects of solar techniques – studies on the integration of solar energy systems. In: *Proceedings EUROSUN 2000, 3rd ISES-Europe Solar Congress, Copenhagen, Denmark*.

Munari Probst, M.C., Roecker, C., 2006a. SOLABS Project deliverable D1.2: Solabs. Guidelines and Examples for Architectural Design.

Munari Probst, M.C., Roecker, C., 2006b. SOLABS: development of a novel solar thermal facade cladding system. In: *Proceedings EUROSUN 2006, Glasgow, Scotland*.

Munari Probst, M.C., Roecker, C., 2005. Integration and formal development of solar thermal collectors. In: Proceedings PLEA2005, Beirut, Lebanon, pp. 497–502.

Munari Probst, M.C., Roecker, C., Schueler, A., 2005. Architectural integration of solar thermal collectors: results of a European survey. In: Proceedings ISES 2005, Orlando, Florida.

Munari Probst, M.C., Roecker, C., Schueler, A., 2004. Impact of new developments on the integration into facades of solar thermal collectors. In: Proceedings EUROSUN 2004, Freiburg im Breisgau, Germany.

Munari Probst, M.C., Roecker C., 2004. SOLABS Project deliverable D1.1: Specifications, criteria and user's wishes for architectural integration of solar collectors.

Reijenga, T., 2000. What do architects need? In: Proceedings of the IEA PVPS Task VII. Feb.

Roecker, C., Affolter, P., Bonvin, J., Gay, J.-B., Muller, A.N., 1995. PV building elements. Solar Energy Materials and Solar Cells 36 (4), 381– 396.

BMVIT (Hrsg): Österreichische Demonstrationsgebäude und Leitprojekte aus dem Forschungsprogramm "Haus der Zukunft", 84 Seiten,
<http://www.hausderzukunft.at/publikationen/view.html/id1053>

Austria Solar (Hrsg.): Integration of solar thermal systems in buildings
<http://www.solarwaerme.at/docs/119.pdf>

Roger Hackstock: Entwicklung der Solarenergienutzung in Österreich
http://www.estif.org/statistics/st_markets_in_europe_2011/

<http://www.hausderzukunft.at/results.html/id2612>
<http://www.hausderzukunft.at/results.html/id5081>

Relevant research by University Patras,

provided by Prof. Yiannis Tripanagnostopoulos

Aspects and improvements of hybrid photovoltaic/thermal solar energy systems

Y. Tripanagnostopoulos *

Physics Department, University of Patras, Patra 26500, Greece

Received 14 August 2006; received in revised form 9 April 2007; accepted 9 April 2007

Available online 11 May 2007

Communicated by: Associate Editor Jean-Louis Scartezini

Air-cooled PV/T solar collectors with low cost performance improvements

J.K. Tonui, Y. Tripanagnostopoulos *

Physics Department, University of Patras, Patra 26504, Greece

Received 28 November 2005; received in revised form 28 July 2006; accepted 2 August 2006

Available online 25 September 2006

Communicated by: Associate Editor Brian Norton

Improved PV/T solar collectors with heat extraction by forced or natural air circulation

J.K. Tonui, Y. Tripanagnostopoulos

Department of Physics, University of Patras, Patra 26504, Greece

Received 15 September 2005; accepted 3 March 2006

Buildings of Tomorrow, Austrian Federal Ministry for Transport, Innovation and Technology

Innovative Buildings in Austria

Technical Guide

(german/english)

<http://www.hausderzukunft.at/publikationen/view.html/id1053>

Broschüre: Innovative Gebäude in Österreich - Technical Guide

Österreichische Demonstrationsgebäude und Leitprojekte aus dem Forschungsprogramm "Haus der Zukunft"

Herausgeber: BMVIT

Mehrsprachig, 84 Seiten, € 5.00

[Publikation bestellen](#)

[Weitere Informationen](#)

Downloads zur Publikation

- [Broschüre: Innovative Gebäude in Österreich - Technical Guide \(3.6 MB\)](#)
- [Karte: Innovative Gebäude in Österreich \(1.3 MB\)](#)

Integration of solar thermal systems in buildings

publication in german

<http://www.solarwaerme.at/docs/119.pdf>

Josef Schroettner, AEE Intec

Herausgeber: Editor

Austria Solar - Verein zur Förderung der thermischen Solarenergie

1060 Wien, Mariahilferstraße 89/22

office@austriasolar.at

Market data on solar thermal systems

Entwicklung der

Solarenergienutzung in Österreich

Dipl. Ing. Roger Hackstock

Verband Austria Solar

Solar thermal market statistics 2011

European Solar Thermal Industry Federation, 2012

<http://www.estif.org/>

http://www.estif.org/statistics/st_markets_in_europe_2011/

Various informations in the field of facade collectors, building integration and solar thermal

All papers issued by the Austrian Federal Ministry of Transport, Innovation and Technology under the program line "Buildings of Tomorrow"

FACADE-INTEGRATED THERMAL SOLAR INSTALLATIONS SYSTEM AND BUILDING PHYSICS FUNDAMENTALS

AND IMPLEMENTATION OF RESULTS WITHIN
THE SUB-PROGRAM "BUILDING OF TOMORROW"

<http://www.hausderzukunft.at/results.html/id2612>

TECHNOLOGY DEVELOPMENT FOR SUSTAINABLE BUILDINGS

INNOVATIVE AUSTRIAN PRODUCTS WITHIN THE
"BUILDING OF TOMORROW" SUBPROGRAM

<http://www.hausderzukunft.at/results.html/id5081>

**INNOVATION IN LARGE-SCALE
RESIDENTIAL BUILDING CONSTRUCTION
DEMONSTRATION BUILDINGS
WITHIN THE “BUILDING OF TOMORROW” SUBPROGRAM**
<http://www.hausderzukunft.at/results.html/id4565>

**HEATING AND VENTILATION IN THE
“BUILDING OF TOMORROW”
STUDIES ON USERS’ EXPERIENCE WITH VENTILATION
AND HEATING SYSTEMS IN LOW-ENERGY AND PASSIVE HOUSES**
<http://www.hausderzukunft.at/results.html/id3581>

IMPRESSUM

Verfasser

Institut für Technologiebewertung und
internationale Kooperation (ITAC)
Salesianergasse 1b/12, 1030 Wien
E-Mail: s.alber@chello.at

Autoren

Sebastian Alber und Günther Beck

Projektpartner

Mastertag SA (San Marino)
Officine Perini (Italy)

Eigentümer, Herausgeber und Medieninhaber

Klima- und Energiefonds
Gumpendorfer Straße 5/22
1060 Wien
E-Mail: office@klimafonds.gv.at
Web: www.klimafonds.gv.at

Disclaimer

Die Autoren tragen die alleinige
Verantwortung für den Inhalt dieses
Berichts. Er spiegelt nicht notwendigerweise
die Meinung des Klima- und Energiefonds
wider.

Weder der Klima- und Energiefonds noch
die Forschungsförderungsgesellschaft
(FFG) sind für die Weiternutzung der hier
enthaltenen Informationen verantwortlich.

Gestaltung des Deckblattes

ZS communication + art GmbH