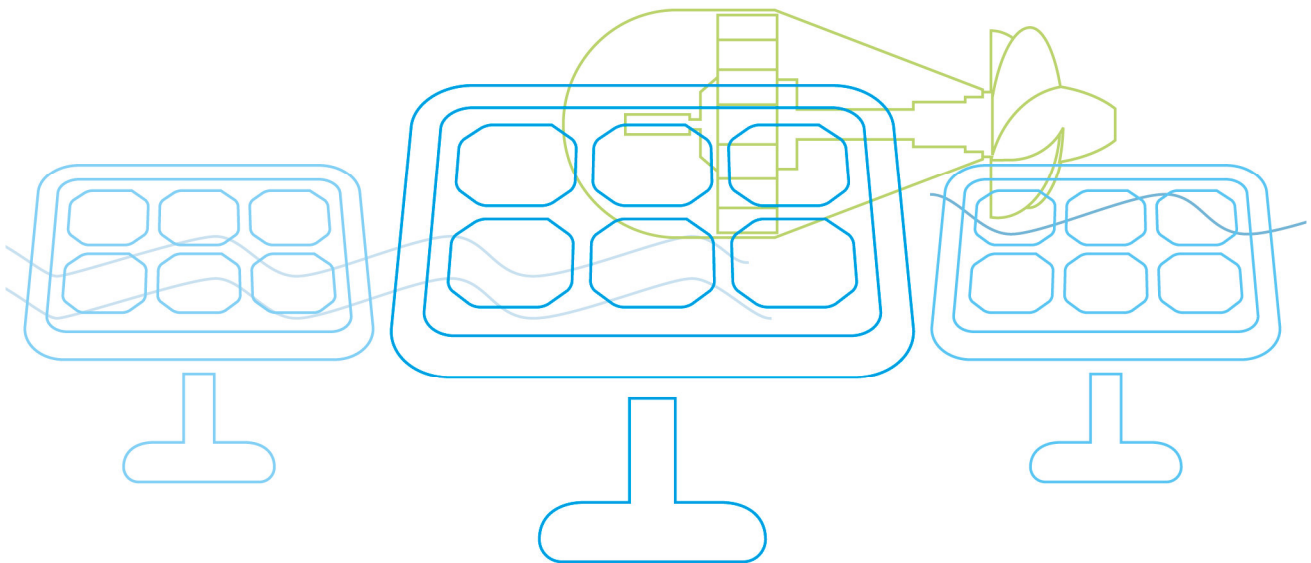




GIST

Entwicklung modularer hocheffizienter thermischer Großflächenkollektoren & deren aktive oder passive Integration in die Gebäudehülle



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 handwritten signature in black ink, reading 'Theresia Vogel'.

Theresia Vogel
Geschäftsführerin, Klima- und Energiefonds

A handwritten signature in black ink, reading 'Ingmar Höbarth'.

Ingmar Höbarth
Geschäftsführer, Klima- und Energiefonds

1 Inhaltsverzeichnis

1	Inhaltsverzeichnis	1
2	Einleitung	2
3	Inhaltliche Darstellung.....	4
4	Ergebnisse und Schlussfolgerungen.....	12
5	Ausblick und Empfehlungen.....	13
6	Literaturverzeichnis.....	14
7	Anhang	15

2 Einleitung

Der vorliegende Bericht dokumentiert und beschreibt die Ergebnisse des **Experimentellen Entwicklungsprojektes GIST** aus der vierten Ausschreibung des Programmes Neue Energien 2020 des Klima- und Energiefonds des Bundes.

Das Forschungsprojekt hat zum Ziel, eine effiziente und anwendungsoptimierte Lösung für modular aufgebaute, gebäudeintegrierte Großflächenkollektoren hinsichtlich Funktionalität, Design und Langlebigkeit zu entwickeln und deren energetische Effizienz durch intensive Nutzung der Synergiepotenziale zwischen Solarkollektor und massiver Strukturen in der Gebäudehülle zu erhöhen. Die technischen und wirtschaftlichen Forschungsziele orientieren sich dabei an der Entwicklung einer optimierten Rückwanddämmung sowie einer neuartigen Dämm-, Belüftungs- und Verklebetechnik zur wesentlichen Steigerung der energetischen Effizienz des Kollektors. Die modulare Bauweise, welche über die Entwicklung einer neuen Verbindungstechnik optimal auf variierende Fassadenstrukturen angepasst werden kann, unterstützt die Zielsetzung einer planebenen, designorientierten Fassadenintegration. Dies soll einerseits die planerische und architektonische Akzeptanz gegenüber bisherigen Systemen verbessern, aber auch bestehende Probleme mit Feuchtigkeitsdiffusion und damit verbundener Kondensation im Kollektor weitgehend vermeiden. Material- und fertigungstechnologische sowie simulationstechnische Untersuchungen zur optimalen Integration des Kollektors in die Gebäudehülle bilden ein weiteres wichtiges Forschungsziel zur Nutzung der energetischen Wechselwirkung zwischen beiden Systemen.

Die aktuelle Situation im Bereich thermischer Solar – Großkollektoren ist stark von einem dynamischen Markt- und Technologieumfeld geprägt. Trendstudien zeigen, dass Zuwachsraten entweder durch Strategien in der Kosten- und Prozessoptimierung oder über innovative Produktentwicklung erreicht werden können. Dies insbesondere dann, wenn neben der kollektorbezogenen Effizienzentwicklung Aspekte der Gebäudeintegration in den Entwicklungsprozess mit einbezogen werden.

Die dafür notwendige Methodik umfasst die Entwicklung der Solar – Kollektortechnologie (Simulation, Konstruktion, Prototypenbau, Testverfahren), sowie eine Adaption der Wandelemente zur Kollektorintegration (Komponenten, Konstruktion, Testverfahren) und deren Prototypenbau (Aufbau, Optimierung, Versuchsanordnung). Energetische Potentiale durch einen verbesserten Kollektorwirkungsgrad sowie Auswirkungen der Integration auf den Jahresenergieverbrauch unterschiedlicher Gebäudestandards werden anhand umfangreicher Simulationsstudien untersucht.

Die Erkenntnisse aus dem vorliegenden Projekt bieten die Grundlage für zukünftige Projektvorhaben der beteiligten Partner speziell für architektonisch betonte Fassadenintegration von Solarthermieranlagen.

Im Besonderen für:

- Einfamilienhaus-, Industrie- und Bürobauten
- Öffentliche Bauten, hier vor allem Sporthallen und Bäder
- Bauwerke mit ästhetische Architektur
- Warmwasser- sowie Heiz/Kühlsysteme auf Basis regenerativer Energieerzeugung

Die Erkenntnisse umfassen dabei sowohl Neuerungen in der Kollektorentwicklung als auch im Fertigungsprozess der Betonfassaden und der Integration des Kollektors in selbige. Durch simulationstechnische Entwicklungsunterstützung können außerdem neue Verfahren in der Modellierung und Simulation nicht hinterlüfteter, fassadengekoppelter Kollektoren aufgezeigt werden. Dadurch ist es möglich, umfassende Jahresenergiebilanzen für unterschiedliche Gebäudestandards und Standorte zu erstellen und auszuwerten. Besonders für planerische Aspekte ist dies von großer Bedeutung.

Die Projektergebnisse sollen die Umsetzung effizienter und wirtschaftlich optimierter Fassadenkollektorsysteme ermöglichen. Im Besonderen soll dabei die energetische Wechselwirkung zwischen Kollektor und Fassade für eine Effizienzsteigerung sorgen. Ebenso setzen die gestalterischen Projektaspekte neue Maßstäbe im gebäudeintegrierten GIST-Fassadenbau.

3 Inhaltliche Darstellung

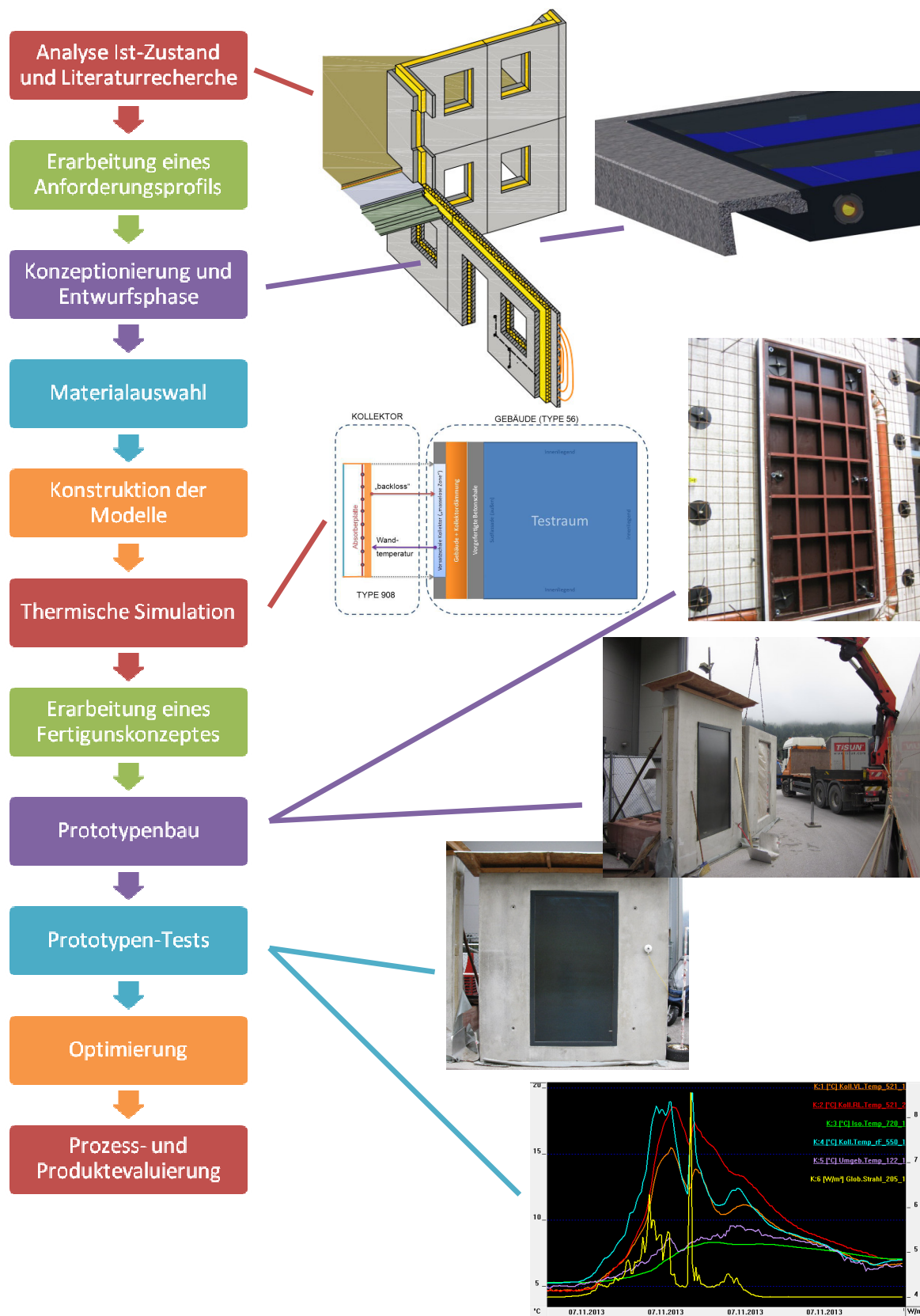


Abb. 1: Übersicht der durchgeführten Tätigkeiten im Rahmen des Projektes

Im ersten Projektabschnitt wurde nach Einarbeitung und Recherchetätigkeit ein umfangreiches Grundkonzept des modular aufgebauten Kollektormodells entworfen.

Besonderes Augenmerk wurde auf die Kondensationsproblematik, Temperaturbeständigkeit sowie Beständigkeit der Materialien gelegt. Bei der Bestimmung der Materialeigenschaften und der entwicklungsbegleitenden Versuche ließ sich feststellen, dass nur eine spezielle Auswahl von Komponenten für die zuverlässige Verwendung geeignet ist. Insbesondere an die Dämmebene werden sehr hohe Anforderungen in Hinblick auf Temperaturbeständigkeit, Feuchtigkeitshaushalt, Ausgasungssicherheit und mögliche Leistungssteigerung gestellt. Im Rahmen der 3D-Kollektormodellierung werden vorab einige Probleme (wie z.B. Absorberbefestigung, hydraulische Anbindung, Glasbefestigung) aufgezeigt und behandelt.

Die Detailkonstruktion und Konzeptionierung erfolgte dabei im Wechselspiel mit der thermischen Simulationen. Dabei wurden zwei unterschiedliche Wandsysteme (Neubau bzw. Sanierung) in Hinblick auf Temperaturentwicklungen im Vorfeld betrachtet:

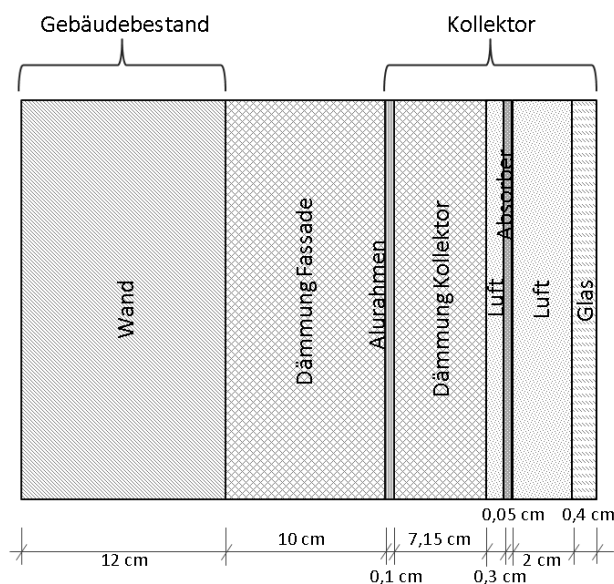


Abb. 2: modularer Wandaufbau - Sanierung

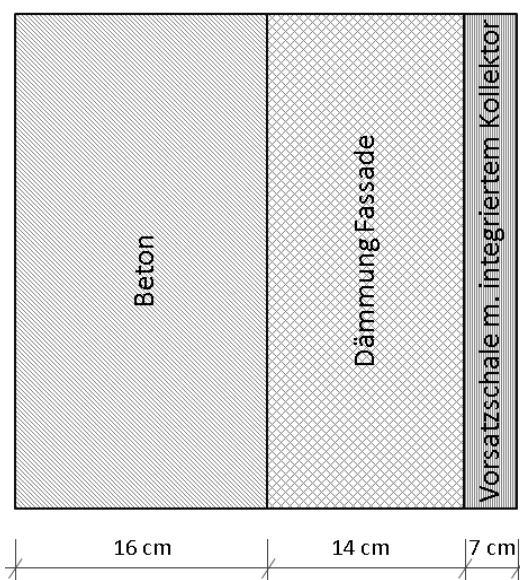


Abb. 3: kombinierter Wandaufbau - Neubau

In der thermischen Simulation wurden bestehende theoretische Kollektormodelle um den Einflussparameter einer separaten Rückwandtemperatur erweitert, wodurch eine gebäudegekoppelte Bewertung eines fassadenintegrierten Kollektors ermöglicht wird.

Der vom Absorber auf die angrenzende Dämmebene abgegebene Wärmestrom („backloss“) wird als „Wallgain“ einer masselosen Zone aufgeprägt, welche direkt (adjacent) mit der Gebäudezone verbunden ist. Die Rückführung der Wandtemperatur an den Kollektor erfolgt über die berechnete Oberflächentemperatur an der äußersten Dämmebene (Temperatur der masselosen Zone) im Zeitschritt. Die Wandtemperatur fungiert rückwirkend in einer iterativen Berechnungsroutine auf die sich einstellende Leistungsabgabe in den Raum.

Die dargestellten Ergebnisse beschreiben die vom Fassadenkollektor an die Wand abgegebene Leistung (Q_{back}) sowie den durch die Fassadendämmung verringerten Energieeintrages in den Raum (Q_{raum}) während des Sommerfalles.

Die Ergebnisse zeigen eine starke Abhängigkeit des resultierten Wärmeeintrages von der Dämmstärke und von den Betriebszuständen. Als

Ergebnis lässt sich eine optimale Dämmstärke dadurch definieren, dass unter Standardbetriebsbedingungen noch eine ausreichende Wechselwirkung des Kollektors mit Innenraum ermöglicht wird, aber zugleich eine ausreichende Dämmwirkung bei kühlen

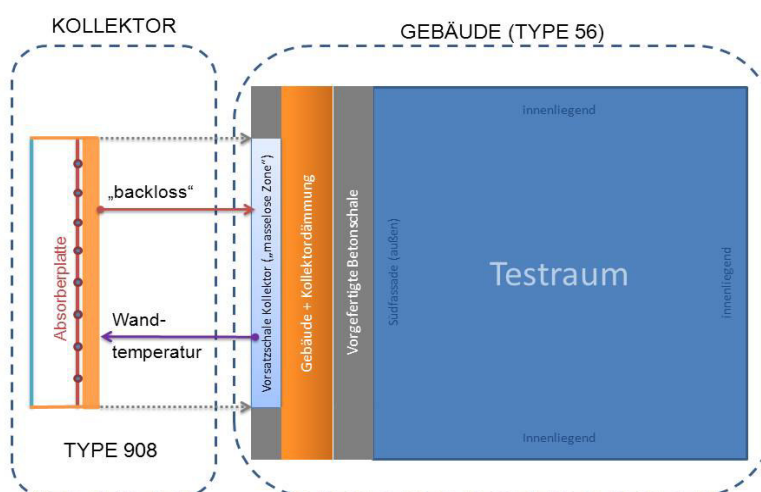


Abb. 4: Schema des Kopplungskonzeptes in TRNSYS

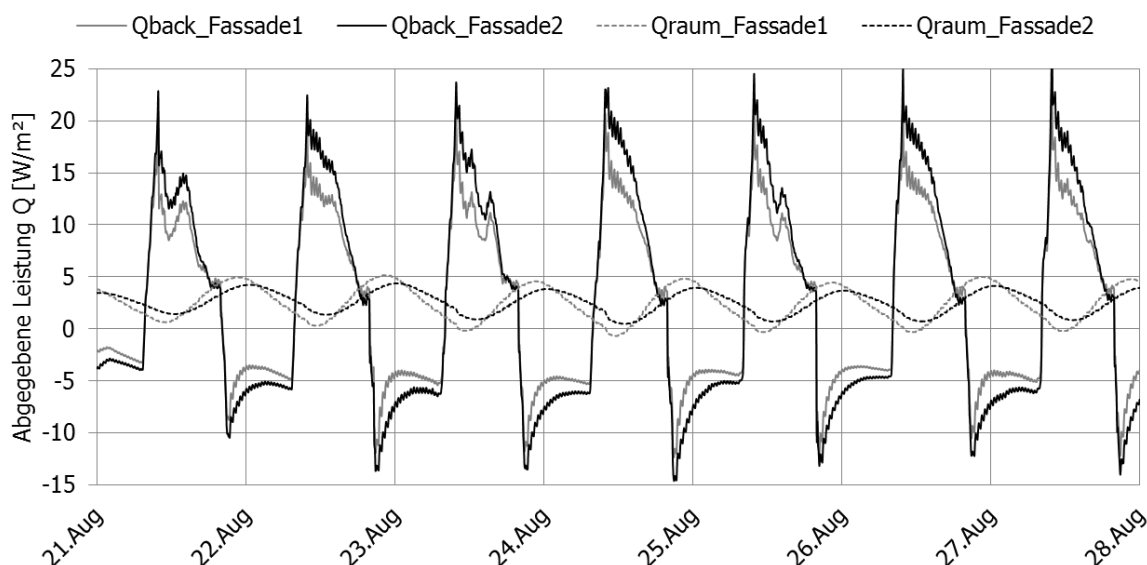


Abb. 5: Einfluss des Kollektors auf die Gebäudewand

Umgebungsbedingungen garantiert ist. Detaillerggebnisse dazu sind als Anhang 1 dem Bericht beigelegt.

Als entscheidendes Behaglichkeitskriterium gilt die resultierende Innenwandtemperatur zufolge der Leistungsbeaufschlagung durch den Absorber des Kollektors. Bei geringer Dämmstärke (5 cm) ergibt sich hier ein deutlich höherer Einfluss auf die Innenwandtemperatur im Vergleich zu hohen Dämmstärken (20 cm). Detaillerggebnisse dazu sind ebenso als Anhang 1 dem Bericht beigelegt.

Hinsichtlich der Effizienzsteigerung im Kollektorbetrieb konnte in der Systembetrachtung eine Steigerung des solaren Deckungsgrades von über 6% (EFH Brauchwassersystem) nachgewiesen werden. Im Betrieb eines Büroraumes aus dem Gebäudeverbund erreicht man durch die temperierte Fassade (60% Verglasungsanteil, der Rest vollständig mit Kollektoren bestückt) eine Reduktion der Transmissionswärmeverluste um knapp 40%, was sich in der Jahresbilanz entscheidend auf den Energieverbrauch auswirkt.

Des Weiteren wurde bei der Ausarbeitung und Entwicklung des Fassadenkollektors von Anfang an großes Augenmerk auf den Feuchtigkeitshaushalt in dem Wandaufbau gelegt. Denn bei ungünstigem Feuchtigkeitshaushalt kann es zur vermehrten Kondensation im Kollektorinneren bzw. im Wandaufbau kommen (siehe Anhang 2).

Bauteiltechnische Betrachtungen:

Feuchteproblematik:

Bei dem betonintegrierten Kollektor gilt es die Feuchtigkeitsdiffusion vom Hausinneren und den Feuchtigkeitseintrag von Außen- durch Luftwechsel möglichst zu minimieren, hierbei können Dampfsperren bzw. Dampfbremsen Abhilfe schaffen.

Die Kondensationsgefahr ist im Herbst und Winter bei geringen Einstrahlungswerten im unteren Bereich der Glasscheibe am Größten, da in diesem Bereich die Temperatur am geringsten ist.

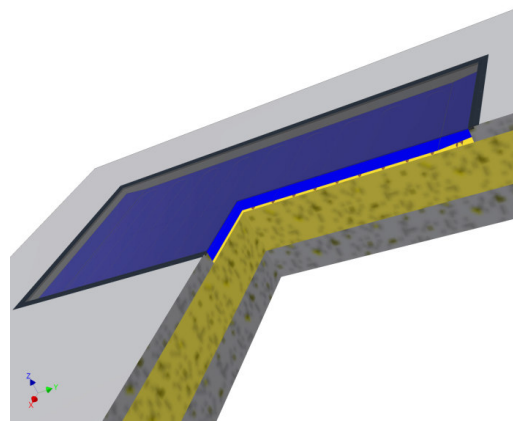


Abb. 6: Aufbau & Problemzonen eines fassadenintegrierten Kollektors

Die Anforderungen an das Dämmmaterial waren sehr hoch, denn die Solarkollektoren können im Stillstand bei Sonneneinstrahlung durchaus Temperaturen von bis zu 200°C erreichen, in der Fassade ca. 160°C. Für solche Temperaturen sind nur wenige Dämmstoffe und Folien bzw. Beschichtungen zur Leistungssteigerung geeignet.

Ausgasungsverhalten des Materials:

Die meisten Dämmstoffe und Folien bzw. Beschichtungen sondern bei Temperaturerhöhung gasförmige Stoffe ab, die sogenannten Ausgasungen. Diese Stoffe können zu Angriffen der in den Kollektoren verwendeten Werkstoffen führen und auch die Kollektorverglasung innenseitig mit einem Niederschlag überziehen, der zur Teilerblindung der Gläser führt und den Wirkungsgrad massiv beeinträchtigt. Deshalb galt es in den Einsatzversuchen, besonderen Augenmerk auf das Ausgasungsverhalten zu richten und entsprechende Auswahlkriterien für die Einsatzversuche festzulegen.

Temperaturbeständigkeit des Materials:

Die ausgewählten Materialien und Materialkombinationen wurden im Prüf-Ofen auf Ausgasung und Temperaturbeständigkeit überprüft. Als ideale Kombination erwies sich Mineralwolle mit einer dünnen Alufolie. Bei dieser Kombination ergab sich ein zusätzlicher

Vorteil, denn zu der Temperaturbeständigkeit ist die Alufolie auch diffusionsdicht und der Kollektor kann vom gebäudeinneren Feuchteintrag geschützt werden.

Anhand dieser Erkenntnisse wurde ein neues Designkonzept erarbeitet, bei welchem besonders auf die einfache Montage und die planebene Verbauung der Kollektoren geachtet wurde. Alle Komponenten basieren auf organischen Grundmaterialien, damit die vollständige Recyclingfähigkeit gewährleistet werden kann. Eine komplette Demontage aller Komponenten des Kollektoraufbaues ist möglich. Aufgrund der Flexibilität des Systems kann dieses nun vor Ort in den Gebäudebestand integriert werden und ist daher auch eine ideale Lösung für Sanierungen. Durch die Variation der Farben für den Absorber ergibt sich ein zusätzliches Gestaltungselement beim Einsatz von Fassadenkollektoren. Neben den unterschiedlichen Möglichkeiten in der Farbauswahl der Absorber und der Betonelemente besteht auch die Option die Oberflächen unterschiedlich auszuführen. Denn die Oberfläche kann mit unterschiedlichem Druck sandgestrahlt bzw. gebürstet werden, wodurch glatte bis sehr raue Oberflächen erzeugt werden können.

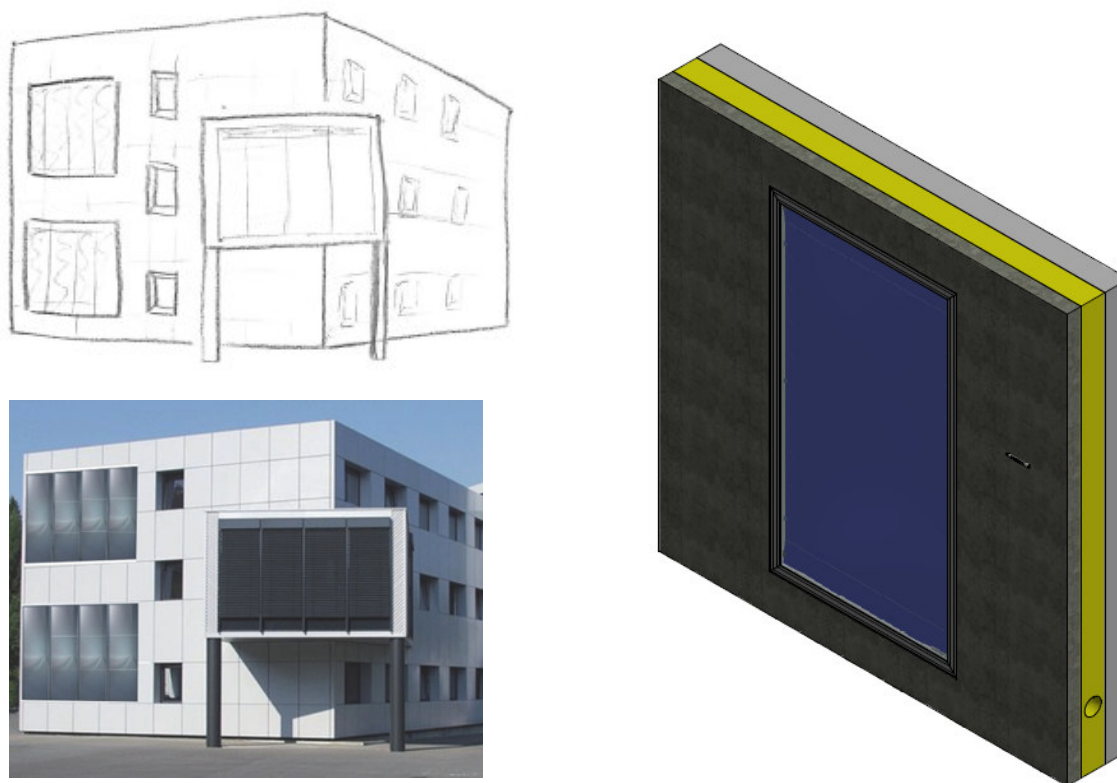


Abb. 7: Designstudien (links), fassadenintegriertes Kollektordesign (rechts)

Fertigungsprozess:

Als laufender Prozess stellte sich die Entwicklung der Betonmatrix dar, die uns über die gesamte Projektlaufzeit begleitet hat.

Beim zweiten Betonmodell wurde wieder auf eine liegende Fertigung zurückgegriffen. Diese Entscheidung hatte mehrere Gründe. Erstens stand die Anlage für eine stehende Produktion, wie bei Prototyp I, nicht mehr zur Verfügung, da diese wegen der auftretenden Probleme stillgelegt wurde, zweitens waren die weiteren Pumpversuche aus der Grundlagenforschung nicht zufriedenstellend verlaufen. Zur Verwendung kam bei der Produktion ein selbstverdichtender Beton mit Faserzusatz, bzw. einer schwindreduzierten Zusammensetzung. Die Isolierung wurde wie bei den Vorversuchen komplett mit Folie verpackt, damit es keine direkte Kontaktfläche zum Beton und somit keinen Feuchtigkeitsaustausch gab. Die Folie diente auch als Feuchtigkeitsschutz während der Lagerung, und wurde beim Einbau des Kollektors entfernt.

Bei den entwicklungsbegleitenden Versuchen konnte die Verwendung von rein mineralischen Rohstoffen in der Betonmatrix ermöglicht werden, sowie hohe Qualität, die den höchsten Normansprüchen gerecht wird.

Versuchsstände / Prototypen:

Es wurden zwei Versuchsstände geplant und realisiert. Die Versuchsstände wurden als multifunktionelle Testfassade ausgeführt und dienen der Überprüfung von Qualität, Funktion, Witterungsbeständigkeit, Kondensat- und Stagnationsbeständigkeit. Dadurch wurden Effizienz, Feuchtigkeitshaushalt und Temperaturbeständigkeit des Systems umfassend untersucht. (siehe Anhang 3)

Die Versuchsreihen wurden vorrangig im Freien und vermehrt in der Übergangszeit, unter realen Bedingungen durchgeführt. Somit konnten die Prototypen vorrangig bei ungünstigen Betriebszuständen in Hinblick auf die Kondensationsprobleme überprüft und optimiert werden. Hierzu wurde die „Speicher und mobile Wärmequelle/Senke Anlage“ von TiSUN zum Ausgleich der Tag-Nacht-Dynamik, wie auch für stationäre Betriebszustände verwendet.



Abb. 8: Aufbau Versuchsstand I



Abb. 9: Aufbau Versuchsstand II

Die Bildung von Kondensat und die Wärmeverluste, welche durch Wärmebrücken ein großes Problem bei solarthermischen Kollektoren darstellt, sind in vielen Fällen schwer zu eruieren. Daher konnte die Analyse und Untersuchung von Wärmebrücken durch eine thermographische Messung deutlich erleichtert werden.

Abb.10 zeigt die Auswertung einer thermografischen Analyse der Kollektorrückwand. Der hellrote Bereich zeigt, an welchen Bereichen die Wärme an die Umgebung verloren geht. Es wurden für die unterschiedlichen Konzepte und Dämmvarianten Messungen durchgeführt, um den GIST-Kollektor zu optimieren.

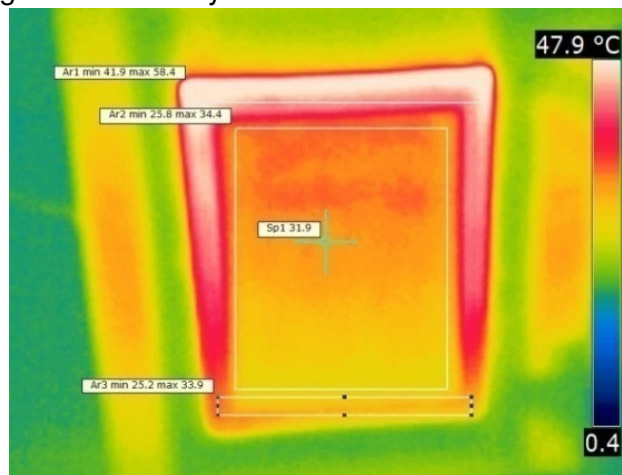


Abb. 10: thermographische Messung

Aus den ersten Prototypentests konnten weitere sehr vielversprechende Prototypendesigns entwickelt werden, welche das Projektteam im verbesserten Prototypen II realisierte und auch weiterhin auf mögliche Schwachstellen und Optimierung untersuchen konnte.

Die Verwendung von Dünnschichtfaserbeton und eine wesentliche Reduktion des Wandquerschnittes, sowie die Ermöglichung einer modularen Bauweise, stellen wesentliche Verbesserungsaspekte dar.

Aufgrund der Flexibilität des Systems kann dieses vor Ort in den Gebäudebestand integriert werden und ist daher auch eine ideale Lösung für Sanierungen.

Abb. 11 zeigt das Wandsystem, welches primär für den Einsatz im Sanierungsbereich Verwendung findet, da es sich dabei um ein modular erweiterbares Element handelt.

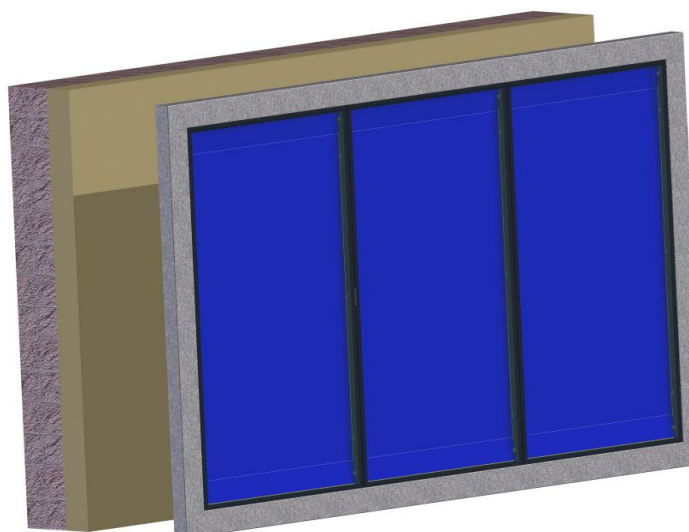


Abb. 11: Modell des fassadenintegrierten Großflächenkollektors

Zur Prozess- und Produktverbesserung wurde ein Evaluierungsprozess bis hinein in die Anforderungen effizienter Fertigung durchgeführt. Dadurch konnte eine einwandfreie und kosteneffiziente

Weiterentwicklung bis zur O-Serie des neu entwickelten Produktes erfolgen. Die Prozesse wurden so geplant, dass alle Abläufe in einer durchgehenden Linie erfolgen können. Hierzu wurde ein standardisiertes modular aufgebautes System entwickelt, welches

unterschiedliche Feldgrößen mittels modular aufgebauten GIST Einzelkomponenten realisieren kann. Als nächstes wurde die Planung und Konzeptionierung einer Fertigungslinie, die eine modulare Bauweise ermöglicht, durchgeführt. Hierzu wurde auch geprüft, wie das neue Dämmmaterial optimal in den Kollektor eingebracht werden kann.

4 Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Die Konzeptionierung für die Konstruktion wurde im Wesentlichen auf die Ideen, Entwürfe und der Ergebnisse der Analyse des Istzustandes aufgebaut. Insbesondere wurde für die Konstruktion auf die Anforderungen für fassadenintegrierte Systeme eingegangen. Folgende Abbildung zeigt zusammengefasst die Randbedingungen für das neue Designkonzept.

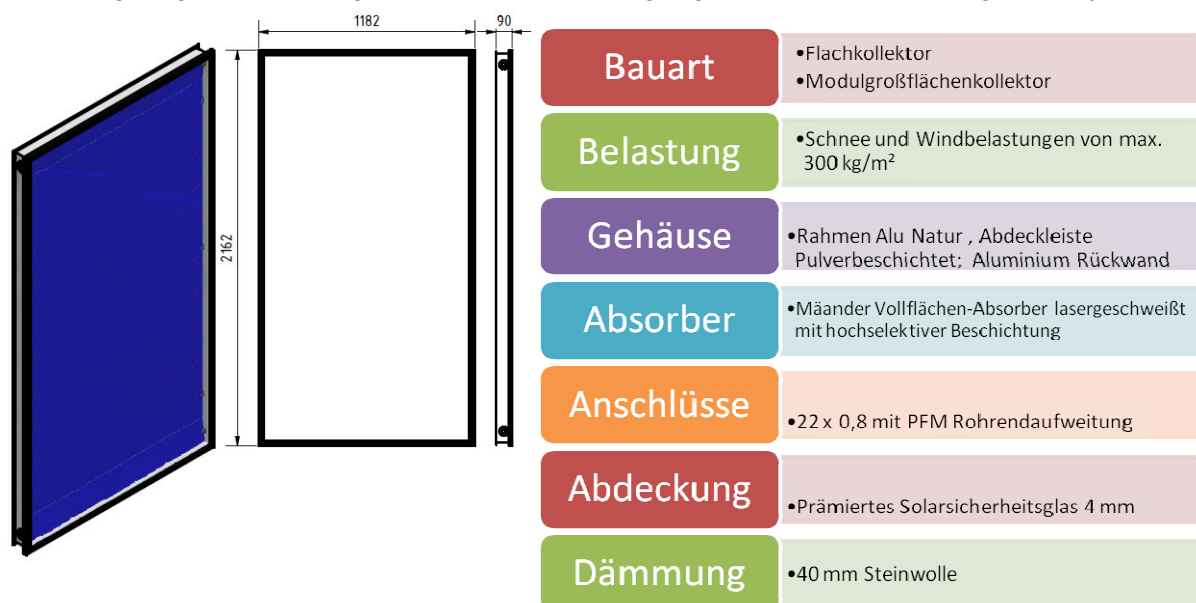


Abb. 12: Designkonzept

Mit umfangreichen Entwicklung und der Durchführung zahlreicher Simulationsstudien kann aufgezeigt werden, dass die GIST-Technologie und ihre Innovationen den Stand der Technik widerspiegeln bzw. zusätzliches energetisches Potential nutzen lässt. Zu diesem Zweck wurde ein umfassender Vergleich zwischen hinterlüfteter Integration und direkt integrierter Integration (GIST-Variante) simulationstechnisch untersucht. Im Monatsmittel ergibt sich dadurch ein deutlich erhöhter Leistungseintrag durch die Kollektorfassade. In den Wintermonaten führt dies zu stark verringerten Transmissionsverlusten. Hinsichtlich eines höheren Kühlbedarfs im Sommer konnten keine wesentlichen negativen Auswirkungen festgestellt werden. Die folgende Abbildung zeigt dazu die Ergebnisse exemplarisch für den Standort Zürich.

Für den solaren Deckungsgrad wirkt sich diese Ertragssteigerung allerdings mit 1% - 2% sehr minimal aus, wodurch einer Systemoptimierung hinsichtlich einer optimalen Integration des Kollektors in die Gebäudefassade erhöht Bedeutung zukommt. Abb. 13 veranschaulicht den Leistungseintrag über die Fassade durch unterschiedliche Montagearten z.B. mit/ohne Hinterlüftung.

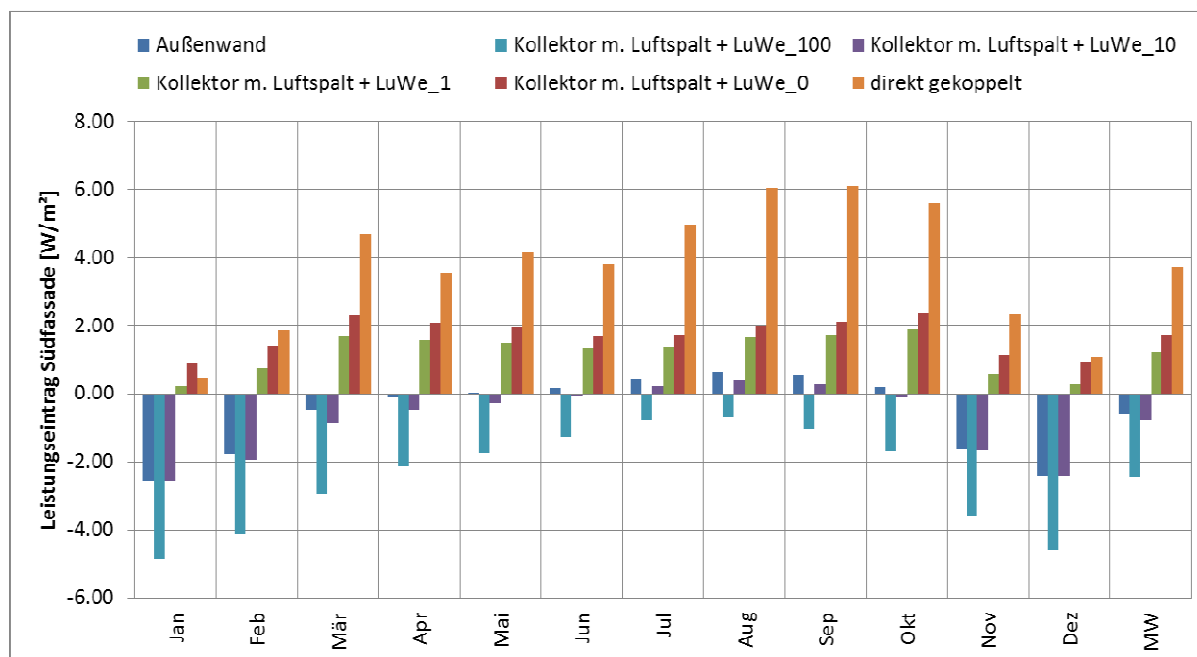


Abb. 13: Leistungseintrag Kollektorfassade am Standort Zürich

Die Projektergebnisse ermöglichen die Umsetzung eines besonders effizienten und wirtschaftlichen Fassaden- bzw. Heiz- und Kühlsystems mit hohem energieeffizientem und wirtschaftlichem Potenzial. Ebenso setzten die gestalterischen Projektaspekte neue Maßstäbe im gebäudeintegrierten Fassadenbau.

5 Ausblick und Empfehlungen

Für die TiSUN GmbH war es das erste Forschungsprojekt in diesem Umfang, umso erfreulicher ist es, dass dieses Projekt mit Erfolg abgeschlossen und umgesetzt werden konnte. In weiterer Folge denkt die TiSUN GmbH in Kooperation mit Betonwerke Rieder an, ein oder mehrere Großanlagenprojekte zu realisieren, um für zukünftige Kunden Referenzanlagen und belegbare Beweise für die notwendige Erfahrung auf diesem Gebiet vorweisen zu können. Die Technologien, welche in der Solarthermie zum Einsatz kommen, sind heute für den Endkunden sehr komplex, auch die Steuerung der Systeme ist häufig wenig benutzerfreundlich. Der Kunde wünscht sich daher Plug & Function-Produkte, die einfach zu bedienen sind und auf den jeweiligen Anwendungsfall abgestimmt werden können. Darüber hinaus muss nachhaltig an einer Preis- / Leistungsverbesserung der Produkte angesetzt werden.

Um die bestehenden Technologien auf dem Solarthermie-Sektor optimal und effizient zu nutzen, wird in Zukunft eine Kombination aus unterschiedlichen Technologien gefragt sein. Das idealtypische Zusammenspiel der Energieträger (Solarthermie, Geothermie, Wasserkraft usw.) ermöglicht dem Endkunden eine Komplettenergieversorgung nach eigenen Wünschen. Anbieter für regenerative Energien werden hier zukünftig enger zusammenarbeiten müssen.

Daher wird ein mögliches Folgeprojekt der Solarthermie in Kombination mit Photovoltaik und Wärmepumpe angestrebt, um im Sinne der Nachhaltigkeit, zukünftig Plusenergiehäuser und eine energieautarke Energieversorgung zu ermöglichen.

Enormes Wachstum werden auch neue Segmente, wie die Nutzung solarthermischer Anlagen in den Bereichen Prozesswärme und Fernwärme verzeichnen. Ein mögliches Folgeprojekt läge darin, die Fassadenkollektortechnologie diesbezüglich zu untersuchen und zu optimieren.

6 Literaturverzeichnis

- [1] Bergmann I., Weiß W. (2002): Fassadenintegration von thermischen Sonnenkollektoren ohne Hinterlüftung, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie
- [2] Forschungsforum (2001): Fassadenintegration von thermischen Solaranlagen, Systemische und Bauphysikalische Grundlagen und Umsetzung der Ergebnisse im Rahmen von „Haus der Zukunft“
- [3] Isaksson C., Jaehnig D., Bergmann I., AEE INTEC (2006): Recommendations for uniform european requirements for building integration of solar thermal collectors, Report WP3.D3, NEGST – New generation of solar thermal systems
- [4] Matuska T., Sourek B. (2006): Facade solar collectors, CTU Prag
- [5] Metzger J., Matuska T., Sourek B.: Performance of solar combisystems with evacuated flat-plate collectors and different heating, CTU Prag
- [6] A COMPARATIVE SIMULATION STUDY OF SOLAR FLAT-PLATE COLLECTORS DIRECTLY AND INDIRECTLY INTEGRATED INTO THE BUILDING ENVELOPE, IBPSA 2009, Metzger J., Matuska T., Schranzhofer H.
- [6] Müller T., Bergmann I., Hausner R., Höfler K., Nussmüller W.: Colourface Planungsrichtlinien für farbige Fassadenkollektoren
- [7] Weber A. (2002): FIIFA Fassadenkollektor zur Integration in Isolierfassaden, Im Auftrag des Bundesamtes für Energie, Förderprogramm Solar Aktiv

7 Anhang

Anhang 1: Variation der Dämmstärke – Einfluss auf Leistungseintrag:

Um den Einfluss der Dämmstärke auf den Energieeintrag zu analysieren, wurden für Variantenkonzept 1 (Standard GIST Wandaufbau), Versuche mit verschiedenen Dämmstärken hinter dem Kollektor, für die beiden Standorte Zürich und Stockholm, durchgeführt.

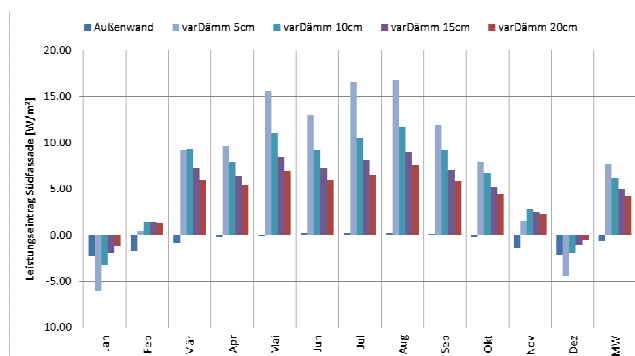


Abb. 14: Jahresverlauf bei Variation der Dämmstärke
Standort Stockholm

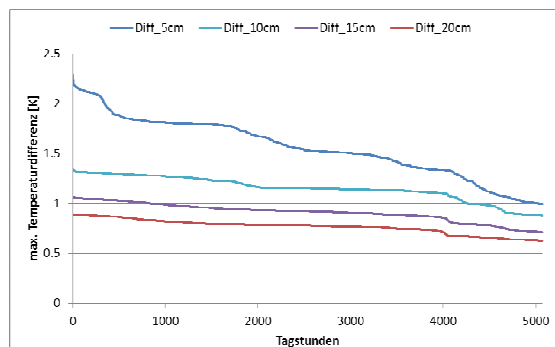


Abb. 15: Tagstundenganglinie Differenz zw. Raum- und Wandoberflächentemperatur -Standort Stockholm

Als entscheidendes Behaglichkeitskriterium ist auch die resultierende Innenwandtemperatur zufolge der Leistungsbeaufschlagung durch den anliegenden Kollektor zu bewerten. Abb.15 zeigt die Temperaturdifferenz zwischen der Innenoberfläche der Außenwand zur Innenoberfläche der Kollektorfassade. Bei geringer Dämmstärke (5 cm) ergibt sich ein deutlich höherer Einfluss auf die Innenwandtemperatur im Vergleich zu hohen Dämmstärken (20 cm).

Anhang 2: Festgelegte Dämmkonzepte inkl. Wandbau:

Variante 1 - Standard GIST Wandaufbau - U-Wert = 0,26 W/m²K

Die Variante 1 ist eine einfache Grundvariante mit einem mittleren U-Wert. Für die ersten Prototypen wurde dieses Konzept realisiert.

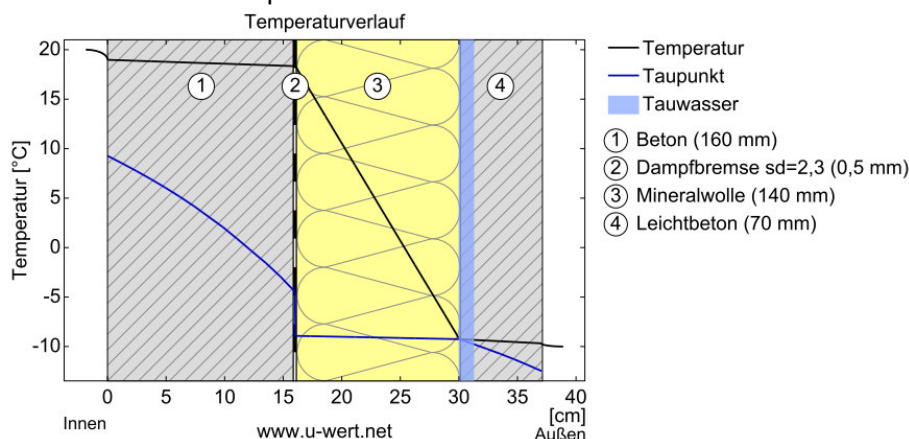


Abb. 16: Wandaufbau mit Mineralwolle und Temperaturverlauf über den Querschnitt

Die Abbildung zeigt den Verlauf von Temperatur und Taupunkt innerhalb des Bauteils. Der Taupunkt kennzeichnet die Temperatur, bei der Wasserdampf kondensieren und Tauwasser entstehen würde. Solange die Temperatur der Konstruktion an jeder Stelle über der Taupunkttemperatur liegt, entsteht kein Tauwasser. Falls sich die beiden Kurven berühren, fällt an den Berührungspunkten Tauwasser aus.

Die Oberflächentemperatur der Wandinnenseite beträgt 19,0°C, was zu einer relativen Luftfeuchtigkeit an der Oberfläche von 53% führt. Unter diesen Bedingungen sollte nicht mit Schimmelbildung zu rechnen sein. Das folgende Diagramm zeigt die relative Feuchte innerhalb des Bauteils. Außerhalb des Bauteils entspricht diese Größe der relativen Luftfeuchtigkeit.

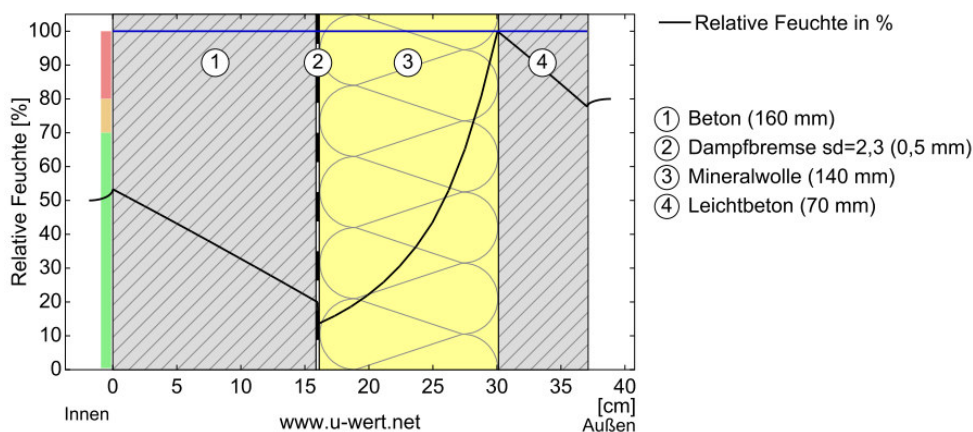


Abb. 17: rel. Feuchte innerhalb des Bauteils

Variante 2 - optimierter GIST Wandaufbau für Passivhausstandard - U-Wert =0,16 W/m²K

Die Variante 2 entspricht dem Standard eines modernen Passivhausstandard Wandaufbaus. Abb. 18 zeigt den Wandaufbau mit der Dämmebene, zusätzlich wird der Temperaturverlauf und in Abb. 19 der Feuchtegehalt im Wandaufbau dargestellt.

Es ist ersichtlich, dass mit dem Wandaufbau kein Tauwasserausfall und somit keine Schimmelbildung zu erwarten ist.

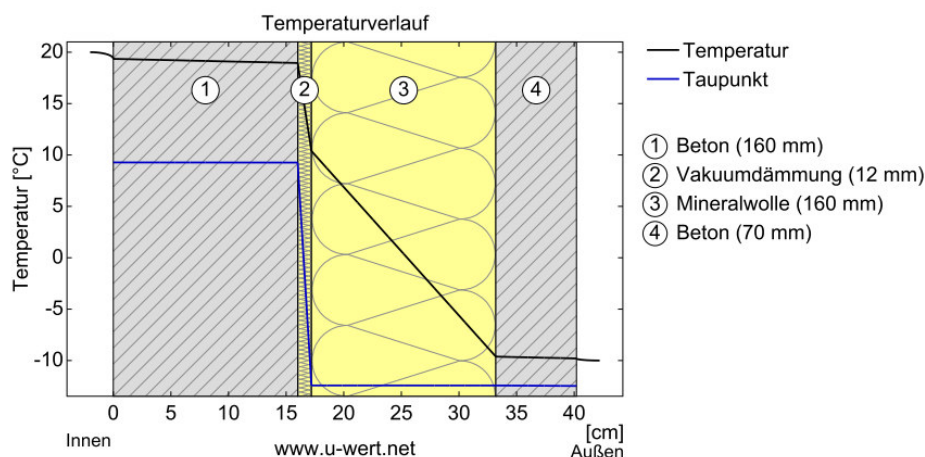


Abb. 18: Wandaufbau mit Mineralwolle und Temperaturverlauf über den Querschnitt

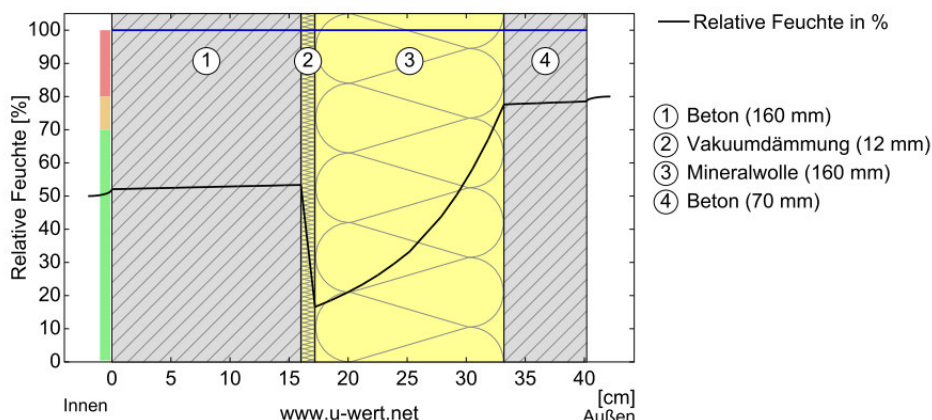


Abb. 19: rel. Feuchte innerhalb des Bauteils

Anhang 3: Messaufbau der Prüfstände

Die folgende Abbildung zeigt das ausgearbeitete Systemschaltbild des Testfassadenversuchsstandes mit der integrierten Messtechnik. Die dicken Linien stellen den Fluidkreislauf, Absorber, Wärmetauscher und Ventile dar. Zur Berechnung der Energieflüsse wird vor und nach den Wärmeüberträgern (Wärmetauscher und Absorber) die Temperatur und im Kreislauf der Massenstrom gemessen. Zur Messung der Einstrahlung wird zur Energiebilanzierung (Effizienzberechnung) das Verfahren der thermografischen Analyse eingesetzt. Der Feuchtigkeitshaushalt wurde speziell im unteren Bereich des Kollektors gemessen mit einem HT Temperatur/Feuchtesensor, weiters wurde ein Sensor in der Dämmebene platziert.

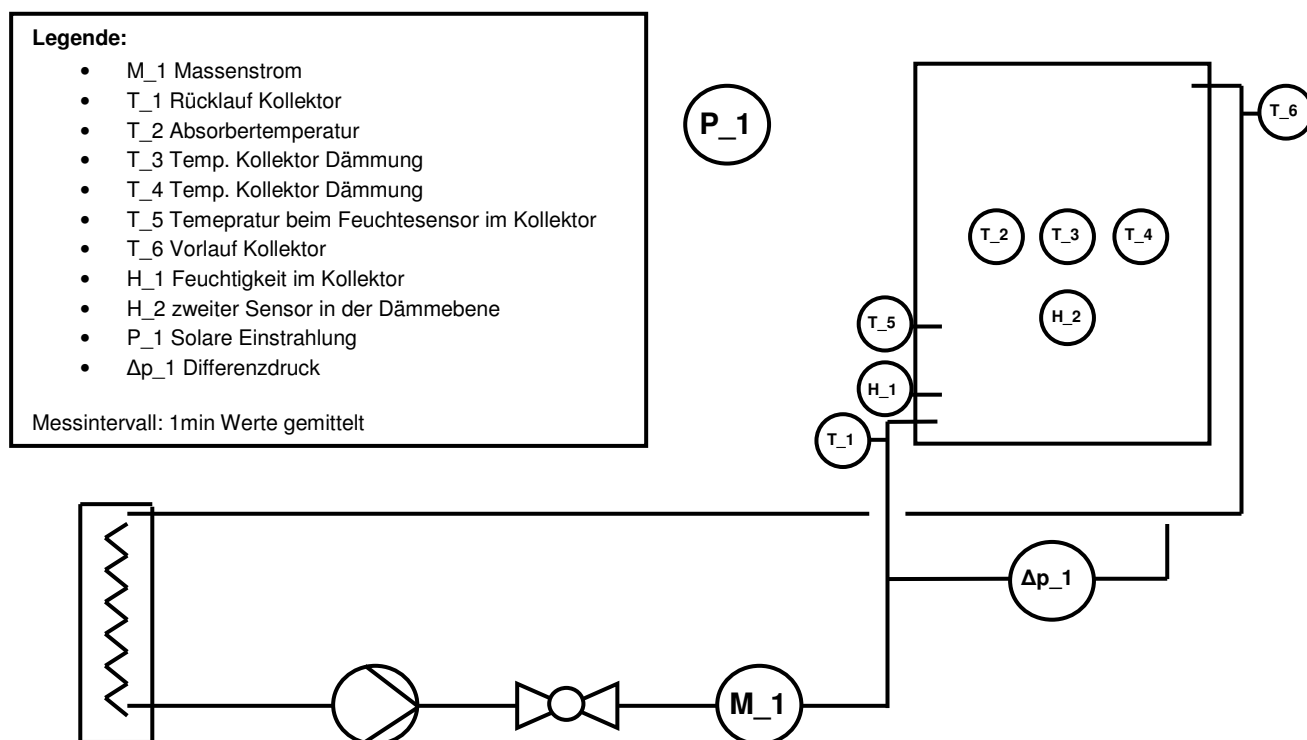


Abb. 20: Schaltbild des Testfassadenversuchsstandes

IMPRESSUM

Verfasser

TiSUN GmbH

Patrick Hauser

Stockach 100, 6306 Söll

Tel: +43 (0)5333 201 0

Fax: +43 (0)5333 201 100

E-Mail: office@tisun.com

Web: www.tisun.at

Projektpartner

Universität Innsbruck

Institut für Konstruktion und
Materialwissenschaften

Technikerstr. 13, 6020 Innsbruck

Tel: +43 (0)512 5076 561

E-Mail: bauphysik@uibk.ac.at

Betonwerk Rieder GmbH

Zentrale Maishofen

Mühlenweg 22, 5751 Maishofen

Tel: +43 (0) 6542 690 0

Fax: +43 (0) 6542 690 109

E-Mail: office@drieder.at

Eigentümer, Herausgeber und Medieninhaber

Klima- und Energiefonds

Gumpendorfer Straße 5/22

1060 Wien

office@klimafonds.gv.at

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.

Der Klima- und Energiefonds ist nicht für die
Weiternutzung der hier enthaltenen
Informationen verantwortlich.

Gestaltung des Deckblattes

ZS communication + art GmbH