

DBZ

Deutsche BauZeitschrift

Energie Spezial 11 | 2014

In Freiburg wurde eine Doppelhaushälfte aus den 1950er-Jahren von Prof. Günter Pfeifer durch einen Anbau ergänzt, der mit seiner transluzenten Luftkollektorfassade Energie gewinnt und jetzt beide Hausteile mit Energie versorgt.



Nicht den Energieverbrauch minimieren, sondern den Energiegewinn maximieren, ist das Prinzip von Luftkollektorhäusern. Die Verglasung des Luftkollektors und die sichtbaren Wände prägen deren ungewöhnliches Erscheinungsbild.



Foto: Angèle Tersluisen, Kaiserlautern

Energie Spezial

63 Aktuell

News **63**

64 Architektur

Haus Bingel, Freiburg **64**
Architekten: Günter Pfeifer Freier Architekt BDA DWB,
Freiburg

68 Technik

Die Bauphysik des Luftkollektors **68**
Angèle Tersluisen, Kaiserlautern

72 Produkte

Neuheiten **72**

Titel

Luftkollektorhaus Haus Bingel
Foto: Claudius Pfeifer, Berlin

Online

Mehr Informationen und das Energie Spezial zum Download finden Sie unter: www.DBZ.de/energie-spezial

Kreislaufarchitektur

Ab 2016 gelten durch die neue EnEV 2014 noch höhere energetische Anforderungen für Neubauten. Wenn das nicht heißen soll, dass im Neubau und Bestand weiter lediglich gedämmt werden soll, sind kluge Lösungen gefragt. Hier sind besonders wir Architekten gefordert, das architektonische Potential auszuloten und der Energiewende eine bauliche Gestalt zu geben. Viele Architekten, Planer, Ingenieure arbeiten zusammen mit der Industrie und den Bauherren an Strategien, die eine Architekturwende einleiten. Aus diesem Grund stellen wir in unserem Energie Spezial in der DBZ immer wieder gute Ideen für energieeffizientes Bauen vor: Planer und Projekte, die neue Wege zeigen oder alte Pfade wieder betreten, um die Themen Energie und Bauen intelligent miteinander zu verknüpfen.

Eines von vielen Beispielen, wie aus der Analyse autochthoner Bauformen, also der ursprünglichen, einheimischen, über die Jahrhunderte „gewachsenen“ Bauweisen, völlig neue gestalterische und technische Ansätze entstehen können, ist die Architektur mit Luftkollektorsystemen. Nach dem Grundsatz der Kybernetik „Ein Teil ist immer ein Teil des anderen“ werden hier planerische Grundprinzipien und Energiekonzepte so miteinander verknüpft, dass das Sammeln von solarer Energie und die Maximierung des Energiegewinns die oberste Planungsprämisse ist. So entsteht aus dem Einfangen der Sonnenenergie und dem „Recycling“ der Prozesswärme im Haus eine Kreislaufarchitektur, die in unserem Beispiel auf Seite 64 sogar dazu ausreicht, das „alte“ Nachbarhaus mit Energie zu versorgen. Auch wenn die bislang realisierten Luftkollektor-Projekte alle noch Modellcharakter haben, zeigt dieser Ansatz doch, dass neue Architekturen keineswegs das bisher Gelernte auf den Kopf stellen. Man muss es nur neu interpretieren. Mittlerweile steht auch die notwendige Software zur Verfügung, um mit dynamischen Simulationen die Planung und Ertragsprognose von Luftkollektorsystemen berechenbar und für die EnEV nachweisbar zu machen.

Ihre DBZ Redaktion

Energieautarkes Aufsatzhaus aus Holz

www.rhomefordencity.it

Im diesjährigen Solardecathlon in Versailles waren die internationalen Studententeams aufgefordert, Lösungen zu den städtebaulichen, sozialen und ökologischen Problemen in ihren Herkunftsländern zu formulieren. Die Beiträge beschäftigten sich daher mit Konzepten zur Nachverdichtung von Großstädten, der energetischen Sanierung im Bestand und zur Modernisierung der Infrastruktur mit Smart Grids und E-Mobilität. 20 Prototypen aus Chile, Costa Rica, Dänemark, Deutschland, Frankreich, Holland, Indien, Italien, Japan, Mexiko, Rumänien, Schweiz, Spanien, Taiwan, Thailand und den USA waren für die Ausstellung nach Versailles transportiert, aufgebaut und zwei Wochen lang betrieben worden. Die drei Projekte unter Beteiligung deutscher Universitäten belegten Platz 4 – Team Rooftop aus Berlin, Platz 7 – Team On Top aus

Frankfurt a. M. Main und Platz 14 – Team Techstylehaus aus Erfurt (mehr dazu in der DBZ 7|2014). Den ersten Platz belegte ein Wohngebäude in moderner Holzbauweise des italienischen Hochschulteams. Deren Gebäudekonzept „Rhome for denCity“ ist eine flexible Wohneinheit mit 80 m² Wohnfläche, die als Aufsatzmodul auf Mehrfamilienhäuser aufgedockt werden soll. Das Passivhaus wurde in Fertigbauweise vorgefertigt und produziert mehr Strom, als es verbraucht. Flexible PV-Schirme in der Fassade liefern Energie und Schatten. Die vorgefertigten Elemente für das asymmetrische Satteldach wurden ebenso wie die Wandelemente mit einer bis zu 32 cm starken Holzfaserdämmung versehen. Das Gebäude wird in einem Sanierungsprojekt um das Tor Fiscale am Stadtrand von Rom in der Praxis erprobt.

6. Norddeutsche Passivhauskonferenz am 26. Nov. 2014

www.zebau.de

Bei der 6. Norddeutschen Passivhauskonferenz geht es um effiziente Gebäudekonzepte von aktiv bis zero emission. Architekten und Ingenieure präsentieren

Projektbeispiele, die bereits jetzt diese Anforderungen erfüllen. Die Energiewende und energieeffizientes Bauen sind auch das Thema einer hochkarätigen Expertenrunde – das erstmalige Zusammentreffen in einer Diskussionsrunde von Prof. Dr. Wolfgang Feist, Passivhaus-Institut, Prof. Dipl.-Ing. M.Sc. Econ. Manfred Hegger, AktivPlus e.V., Ministerialrat Dipl.-Ing. Hans-Dieter Hegner, BMUB und Dipl.-Ing. Harald Halfpaap von ProKlima Hannover ist das besondere Highlight der diesjährigen Passivhauskonferenz.

Tage des Passivhauses vom 7. bis 9. November 2014

www.passivhausprojekte.de

Vom 7. bis 9. November können Passivhäuser in ganz Deutschland und darüber hinaus besichtigt werden. Eine Übersicht der Gebäude bietet die o.g. Internet-Seite. Das Konzept der internationalen „Tage des Passivhauses“ wird bereits im elften Jahr fortgesetzt – zusätzlich gibt es eine kleine Premiere: Mit dabei sind erstmals auch Hersteller von Passivhaus-Komponenten, die den Besuchern die Besonderheiten ihrer Bauteile erläutern.



Passivhaus und Sitz eines Herstellers von Passivhaus-Komponenten in Reinsdorf/Sachsen

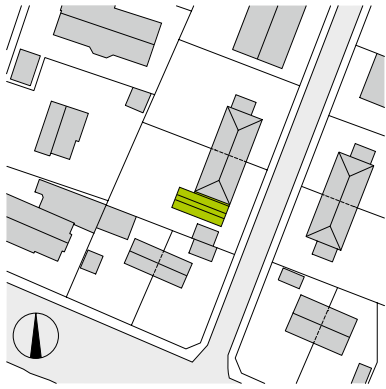


ZUKUNFT: BELEUCHTET.

IM FORUM LICHT+DESIGN

Erleben Sie Projekt-Vorträge von renommierten Experten: Amandus Sattler von **Allmann, Sattler, Wappner** +++ Helmut Angerer von **Conceptlicht** +++ Bernd Möller vom **Atelier Brückner**

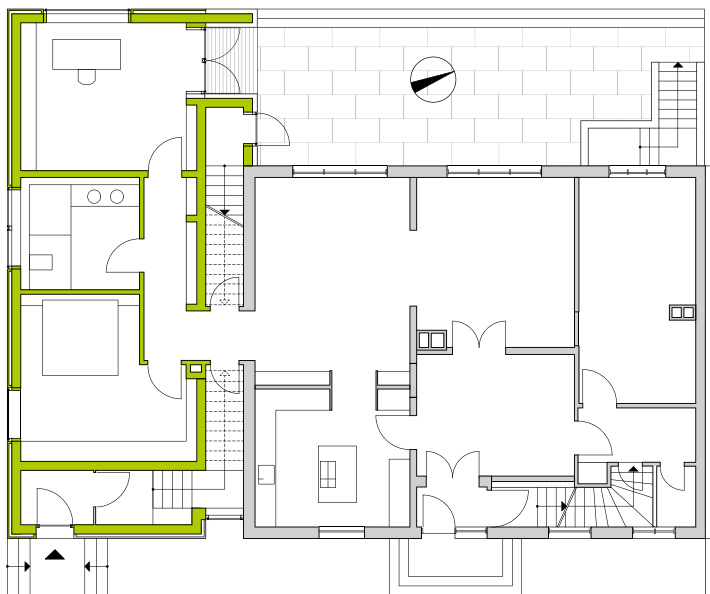
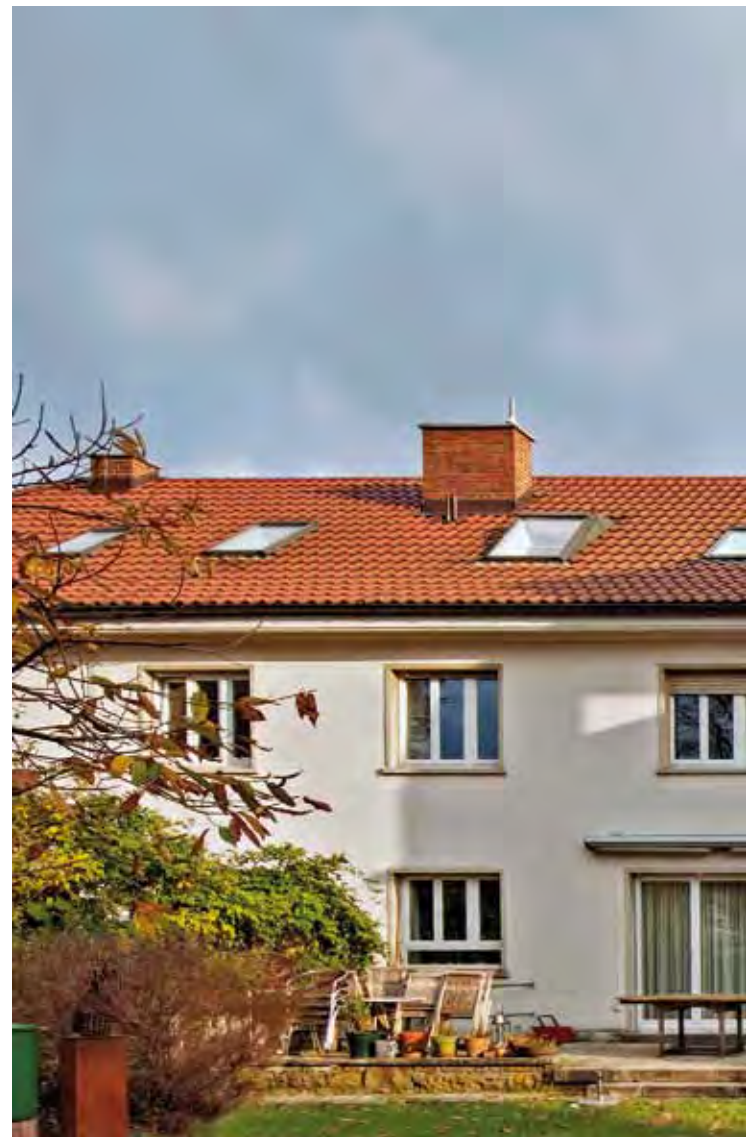




Lageplan, M 1 : 2 000

Solaraktive Hülle Haus Bingel, Freiburg

In Freiburg wurde eine Doppelhaushälfte aus den 1950-er Jahren von Prof. Günter Pfeifer durch einen Anbau ergänzt, der mit seiner transluzenten Luftkollektorfassade Energie gewinnt und jetzt beide Hausteile mit Energie versorgt.



Grundriss Erdgeschoss, M 1 : 200

Der Bauaufgabe war eine ziemlich alltägliche, die Lösung des Architekten dagegen ist eher ungewöhnlich: Das alte Haus der Bauherrenfamilie, eine Doppelhaushälfte aus den 1950er-Jahren mit den energetischen Standards dieser Zeit, sollte umgebaut und saniert werden. Dafür stellte ihm Architekt Günter Pfeifer einen Anbau zur Seite, der nun beide Gebäudeteile mit Energie versorgt. Die Gestaltung der Fassade ist dem energetischen System geschuldet, das zur Energiegewinnung dient: ein Luftheizungssystem. Dahinter verbirgt sich die Idee des Luftkollektors, der im Prinzip wie ein Solarkollektor funktioniert, nur dass beim Sammeln der solaren Energie Luft statt Wasser als Wärmeträger verwendet wird.

In dem Freiburger Stadtteil Waldsee, fast schon im Schwarzwald gelegen und von der Sonne verwöhnt, prägen die langgestreckten und von Walmdächern bedeckten Doppelhäuser das Siedlungsbild. Pfeifer gab dem Anbau daher eine eigenständige Form, stellte ihn quer zu dem Bestandsgebäude und verband beide mit einem Zwischendach, das sich ebenso wie der Neubau durch seine Hülle aus Polycarbonatplatten von der Nachbarbebauung deutlich abhebt. Die Grundrisse für das von drei Generationen einer Familie genutzte Ensemble sehen zwei getrennte Wohnungen vor, die sich über Alt- und Neubau erstrecken. Die Wohnung der Großeltern liegt im Erdgeschoss, die der jüngeren Familienmitglieder im Ober- und Dachgeschoss. Die Grundrissplanung lässt die Möglichkeit einer weiteren Teilung offen. In der Fuge zwi-



schen Alt und Neu ist eine neue Treppenanlage als vertikale Verbindung positioniert, die sich zum Garten hin in einen Annex öffnet und jeder Wohneinheit einen eigenen, voneinander unabhängigen Zugang in den gemeinsamen Garten ermöglicht. Als Ausgleich für die Terrasse der Erdgeschosswohnung verfügt die zweite Wohnung über eine geräumige und nach drei Seiten hin geöffnete Dachloggia.

Architekt Günter Pfeifer ist Professor an der TU Darmstadt im Fachbereich Architektur und entwickelt im Rahmen seiner Forschung nachhaltige und energieeffiziente Gebäude. Mit der Architektur seiner experimentellen Bauprojekte setzt er ebenso experimentelle Energiekonzepte in gebaute Umwelt um, verwendet Speichermassen, wo andere dämmen und nutzt Wärmegewinne, wo andere Wärmeverluste vermeiden. Pfeifer baut Kreislaufsysteme und vernetzt in seinen Gebäuden Raum, Konstruktion, Material und Energie. Er nennt dies die Kybernetische Strategie der Architektur und meint damit das Wirkungsgefüge der Ressourcen, die in einem Bau zusammenreffen. Die am Institut Fondation Kybernetik in Darmstadt bis zur Simulationsberechnung weiterentwickelte Strategie setzt beim klimagerechten Bauen auf das Gewinnen von Energie, statt auf die Minimierung von Energieverlusten.

Beim Luftkollektorsystem erfolgt die Energiegewinnung im Luftzwischenraum einer transluzenten Fassadenhülle und einer wärmespeichernden Außenwand. Dafür wurden in dem Mehrgenerationenhaus Polycarbonatplatten mit einem U-Wert von $1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ auf einer doppelten, hölzernen Lattung vor den 24 cm starken Speicherwänden aus Porenbeton montiert, so dass sich ein Luftzwischenraum von 8 cm ergibt. Die Mauerwerkswände sind nach außen sichtbar und prägen mit der Verglasung des Luftkollektors das architektonische Er-

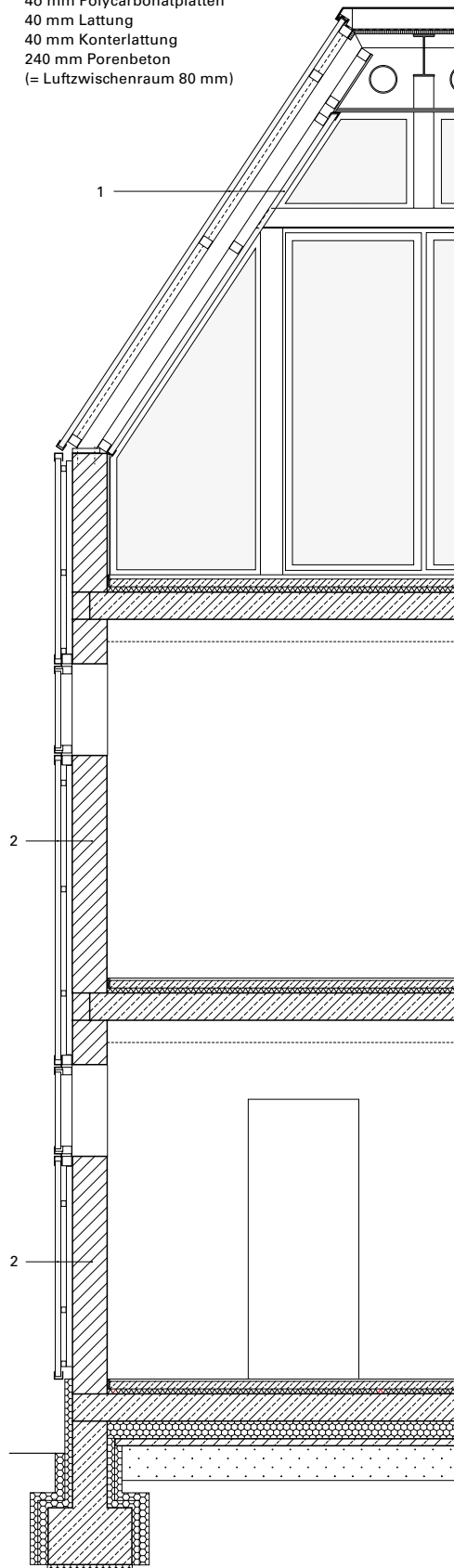
scheinungsbild. Für die Dachkonstruktion wurde das gleiche System verwendet. Die Zweischaligkeit wurde hier allerdings mittels einer inneren und äußeren Schicht Polycarbonatplatten auf einer Dachkonstruktion aus Stahl mit inneren und äußeren Holzpfetten hergestellt. In den hier 28 cm breiten Luftzwischenraum im Dach sind bewegliche Jalousien integriert, die als Sonnenschutz zur Vermeidung von Überwärmung dienen. Wetter- und temperaturgesteuerte Lüftungsklappen ergänzen diese Schutzmaßnahmen. Bei Sonneneinstrahlung können sich in dem Luftzwischenraum erhebliche Temperaturen entwickeln: Bei ähnlichen Projekten wurden im Monitoring Werte von 40 bis 50°C nachgewiesen, sogar im Winter und obwohl die Außentemperaturen Minuswerte aufwiesen (-15°C). Selbst bei trübem Wetter sind Werte von 25 bis 35°C messbar, Werte unter 20°C werden im Luftkollektor selten erreicht.



In der Straßenansicht ist die Treppenhauseingänge deutlich zu erkennen

- 1 Dachaufbau:
 40 mm Polycarbonatplatten
 80 mm Lattung
 (Sonnenschutzlamellen im Zwischenraum)
 120 mm Profilstahl 120/80/5,6
 80 mm Lattung
 40 mm Polycarbonatplatten
 (= Luftzwischenraum 280 mm)

- 2 Wandaufbau:
 40 mm Polycarbonatplatten
 40 mm Lattung
 40 mm Konterlattung
 240 mm Porenbeton
 (= Luftzwischenraum 80 mm)



Fassadenschnitt, M 1 : 50



Foto: Günter Pfeifer, Freiburg

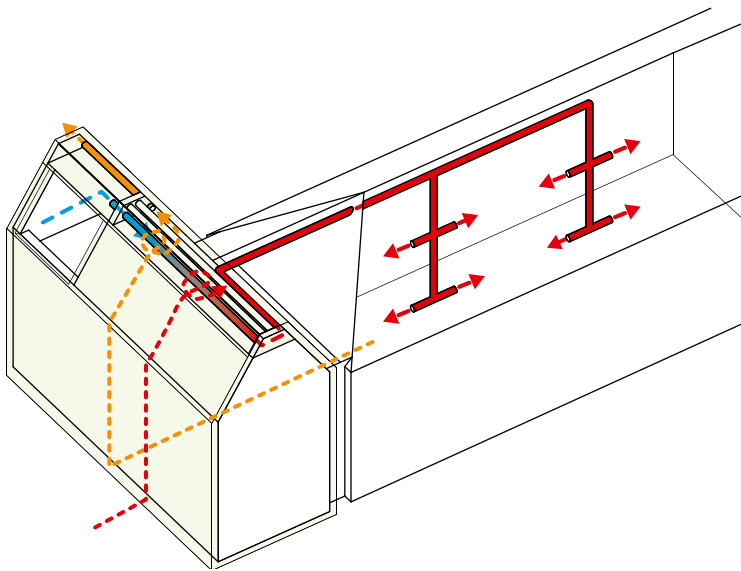
Die Konstruktion der Dachflächen ist als Luftkollektor ausgebildet und dient der Energiegewinnung und dem Wetterschutz

Das umlaufende Warmluftpolster sorgt rings um das Haus für eine gleichmäßige Grundtemperatur. Diese überträgt sich auf das Mauerwerk, das als Speichermedium dient. Die im Luftkollektor gesammelte warme Luft wird in einer Lüftungsanlage mit Frischluft angereichert und in das Gebäude eingeleitet. Dazu ist ein System von Zuluftleitungen mit Tellerventilen verbunden, die jeden Raum im Haus einzeln mit Frischluft versorgen. Im Altbau konnte dafür ein ehemaliger Heizungsschacht genutzt werden, im Anbau wurde ein neuer Schacht gebaut. Die Abluft wird in den Bädern der Wohnungen gesammelt und in die Fassade zurückgeblasen. Dort verbinden sich in dem Luftpolster neue solare Warmegewinne und die Prozesswärme aus der Abluft, sie steigen gemeinsam zum Dachfirst auf, wo sie in die Warmegewinnung „entsorgt“ werden und erneut zur Temperierung der Zuluft dienen. Die Zuluftventile sind mit einer automatischen Steuerung ausgestattet, die die Temperaturen der Solareinträge managt und dafür sorgt, dass bei schlechtem Wetter ohne Solarenergie die Heizanlage zugeschaltet wird.

Das Energiekonzept für Haus Bingel beruht auf dem Kreislaufprinzip: Der Neubau produziert mit seinem Luftkollektorkleid Energie, die via Wärmerückgewinnung für die Aufheizung der Zuluft für die Räume des alten und neuen Hauses genutzt wird. Durch Wärmeverluste (z. B. Fensterlüftung) gemindert gelangt die Energie als Prozesswärme wieder in das System zurück. So können die gewonnenen Energien des Solareintrags auf die Außenwand und die Prozessenergien aus dem Haus mittels Wärmerückgewinnung immer wieder neu genutzt werden.

Der Heizenergiebedarf für das Mehrgenerationenhaus lag nach der Simulation bei 34 kWh/m²a für das gesamte Haus einschließlich Altbau und somit ca. 50 % unter dem geforderten Wert der EnEV 2009 für Neubauten. Der Primärenergiebedarf liegt bei ca. 60 kWh/m²a. Die Angaben für den Heizwärmebedarf und den Primärenergiebedarf wurden mittels thermodynamischer Simulation berechnet und konnten daher für die Berechnungen gemäß EnEV in Ansatz gebracht werden. Die Ergebnisse werden im Verlauf der Nutzung des Hauses nachgemessen und die Technik entsprechend nachjustiert. /S

Mehr Informationen zum Kybernetischen Prinzip: DBZ.de Webcode DBZT32GJ oder www.architekturclips.de/kybernetisches-prinzip

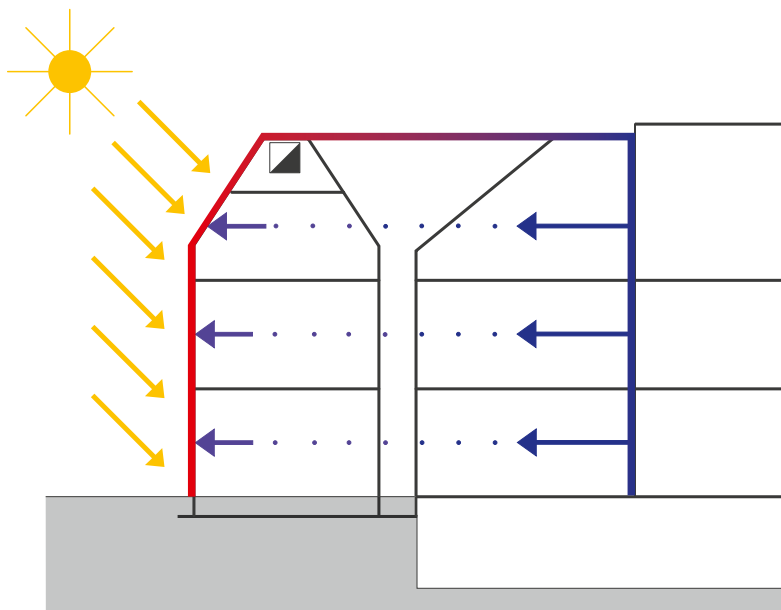


Lüftungskonzept mit Luftkollektor, Wärmerückgewinnung, Luftverteilung



Foto: Günter Pfeifer, Freiburg

Im Dachfirst wird die erwärmte Luft gesammelt und verteilt



Kreislauf der Energieströme

Das Treppenhaus führt im Dachgeschoss direkt zu der als Energiegarten ausgebauten offenen Dachloggia



Fotos: Claudius Pfeifer, Berlin

Beteiligte

Bauherr: Elmar und Sabine Bingel, Freiburg

Architekt: Prof. Günter Pfeifer Freier Architekt BDA DWB, Freiburg, www.pfeiferarchitekten.de

Objektüberwachung: Dipl.-Ing. Markus Maier Freier Architekt, Ebringen, markusmeier1@hotmail.com

Fachplaner/Fachingenieure

Energiekonzept: Balck+Partner Facility Engineering Dipl.-Ing. Gerhard Kuder, Heidelberg, www.balck-partner.de

Haustechnik: Planung Lüftungsanlage Wärmerückgewinnung – Ingenieurbüro Karl Rösch, Bensheim, www.ingbuero-roesch.de

Statik: Dipl.-Ing. Walter Kienzler, Freiburg, www.kienzler-statik.de

Energiekonzept

Luftkollektorfassade mit Wärmerückgewinnung zur Nutzung von Solar- und Prozessenergie, Luftheizung

Wand: Polycarbonatplatten 40 mm (U-Wert: 1,1W/m²K), Unterkonstruktion 2 x 40 mm Lattung, Leichtbetonmauerwerk (Ytong) 24cm stark, Innenputz Kalkzementputz 15 mm

Decken: Stahlbetondecken

Dach: Stahlkonstruktion – Profilstahl 120/80/5,6 und Lattung 80 mm zur Befestigung der Polycarbonatplatten – innen und außen, Luftzwischenraum zwischen den Polycarbonatplatten 280 mm, Sonnenschutzlamellen im Zwischenraum

Gebäudehülle

U-Wert Außenwand =	0,457 W/(m ² K), ohne 2. Haut
U-Wert Außenwand =	1,54 W/(m ² K), Altbau
U-Wert Bodenplatte =	0,30 W/(m ² K),
U-Wert Dach =	0,19 W/(m ² K),
U _w -Wert Fenster =	1,20 W/(m ² K),
U _g -Wert Verglasung Polycarbonatdach =	0,77 W/(m ² K),
U _g -total (mit Sonnenschutz) =	0,77 W/(m ² K),
Luftwechselrate n ₅₀ =	0,5 /h

Haustechnik

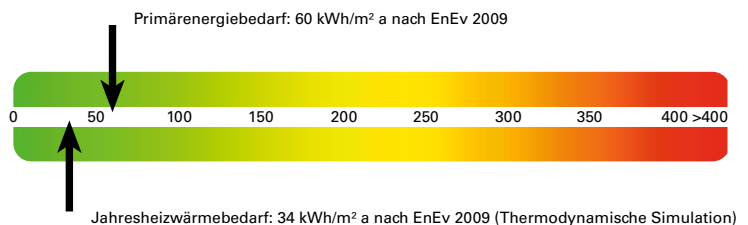
Luftheizung, Wärmerückgewinnung, Lüftungssystem, vorhandene Heizungsanlage BHKW

Herstellernachweis

Polycarbonatplatten: Rodeca GmbH, Mülheim a. d. Ruhr, www.rodeca.de

Fenster in der neuen Hülle: Velfac A/S, Dänemark, www.velfac.de

Stahlkonstruktion: Winterhalter GmbH, Freiburg, www.winterhalter-stahlbau.com



Die Bauphysik des Luftkollektors

Solare Luftheizsysteme und -konstruktionen

Jun.Prof. Dr.-Ing. Angèle Tersluisen, M.Sc. Kamyar Nasrollahi, Kaiserslautern

Das Sammeln solarer Gewinne über die Gebäudehülle ist keine Erfindung der Neuzeit. Alte autochthone Haustypen wurden, wo möglich, zur Wintersonne ausgerichtet, die Wohnräume nach Süd/Südwest orientiert. Man spürte damals, dass solare Gewinne nicht nur über die Fensteröffnungen, sondern vielmehr über die opaken Außenwände gesammelt werden konnten. Meist orientierte sich daher die Außenwand der langen Wohnraumseite zur Sonne. Heute spielt die Ausrichtung opaker Außenwände kaum eine Rolle mehr. Außenwände dienen vor allem dem Schutz vor Wärmeverlusten. Die Ursprünge für diese Entwicklung liegen in den Erkenntnissen der Bauphysik, die folgend vereinfacht dargestellt werden.

Trifft Solarstrahlung auf eine Bauteiloberfläche, wird Energie absorbiert. Licht wird in Wärme umgewandelt. Farbe und Oberflächenbeschaffenheit bedingen den Absorptionsgrad, den Grad also, in dem Licht von der Oberfläche absorbiert werden kann. Unverputzter Ziegel absorbiert ca. 70% der Energie, eine hell verputzte Wand, wie bei alten griechischen Häusern, nur etwa 20 – 30%. Ein Teil der verfügbaren Energie geht an die angrenzende Umgebung verloren, ein Teil wird vom Bauteil aufgenommen – die Bauteiloberfläche wird erwärmt.

Weist die Außenwand, wie bei alten Häusern, einen hohen U-Wert auf, kann sie Energie in Folge des geringen Wärmewiderstands von außen nach innen leiten. Die solaren Gewinne sind im Innenraum spürbar, erhöhen temporär die Behaglichkeit. Der hohe U-Wert ist für die Wärmeleitung der Gewinne von außen nach innen verantwortlich, gleicher-

maßen jedoch für die Verluste von innen nach außen. Energie fließt immer vom höheren Energieniveau zum niedrigeren, was vereinfacht bedeutet: ist es außen wärmer als innen, fließt Energie von außen nach innen und andersherum. Je größer der Temperaturunterschied ist, desto größer ist der resultierende Wärmefluss. Dies hat zur Folge, dass bei Außenwandbauteilen mit hohem U-Wert ein hoher Energiefluss von innen nach außen in strahlungsarmen Zeiten während der Heizperiode stattfindet. Genau genommen reduziert solare Einstrahlung eher die enormen Verluste opaker Außenwände. Zum Vergleich: eine 1-schalige südausgerichtete Ziegelwand mit dem U-Wert von $1,39 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ weist nominal im Vergleich zu einer 1-schaligen süd-

ausgerichteten Gasbetonwand mit dem U-Wert $0,28 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ die ca. 1,5-fache Nutzbarkeit solarer Gewinne auf. Die bilanziellen Verluste der Wand sind jedoch im Vergleich zur Gasbetonwand um ein Vielfaches höher (Abb.01: 1+3). Die Reduktion des U-Wertes unserer Außenwände war daher eine sinnvolle Maßnahme, die zwar die solaren Gewinne, vor allem aber die bilanziellen Verluste reduzierte.

Es entwickelten sich mehrschalige Außenwandkonstruktionen, die bei gleichbleibendem Materialeinsatz auf Grund der Schichtung den U-Wert reduzierten und die solaren Gewinne erhöhen konnten (Abb.01: 2). Bei einer 2-schaligen Ziegelwand wird die Energie zwar auf der außenluftzugewandten Seite absorbiert, durch den geringen Wärmewiderstand der ersten Bauteilschicht gelangt jedoch ein größerer Teil der Wärme in den geschützten Luftspalt. Die Luft erwärmt sich und dient als zusätzlicher Widerstand gegen mögliche Wärmeverluste.

Kollektorkonstruktionen

Mehrschichtige Konstruktionen, die den Glashauseffekt nutzen, optimieren die möglichen Gewinne (Abb.01: 4). Der Glashauseffekt bezeichnet das Phänomen, dass Glas für Lichtstrahlung im hohen Maße durchlässig, für Wärmestrahlung relativ undurchlässig ist. Fügt man einer opaken Wand auf der Außenseite eine transparente, transluzente Schicht mit Luftspalt zu, findet die Absorption im geschützten Luftspalt statt: die Wärmeenergie kann im großen Umfang genutzt werden. Transparente bzw. transluzente Schichten lassen jedoch nicht 100% des eintreffenden Lichtes durch. Wie bei Fenstern ist der g-Wert,

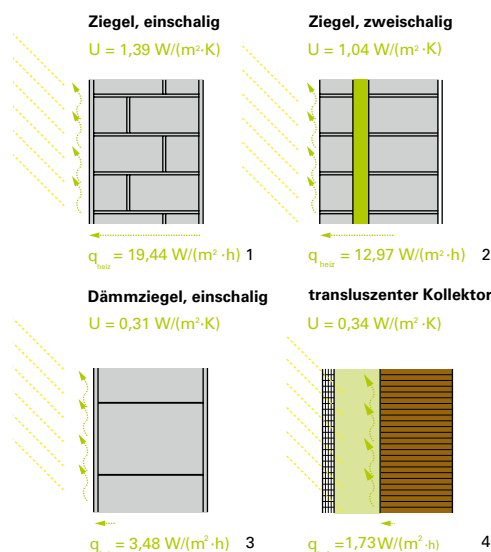


Abb. 01: Absorptionsebene und Wärmestrom verschiedener südausgerichteter Außenwandkonstruktionen

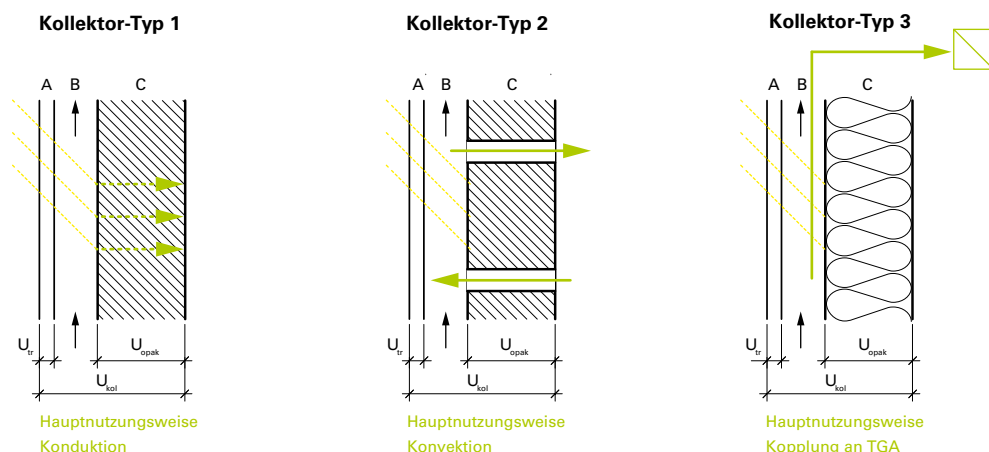


Abb. 02: Kollektortypen nach Konstruktions- und Nutzungsart

der Gesamtenergiedurchlassgrad, von Entscheidung. Der g-Wert beziffert, wie viel der Sonnenenergie durch eine transparente Schicht gelangen kann. Einfachverglasungen haben g-Werte von ca. 0,85, Mehrkammerstegplatten erreichen, je nach Kammerzahl, nur Werte um ca. 0,40. Im Groben gilt: je geringer der U-Wert einer transparenten Schicht, desto geringer ist meist der g-Wert. Verschmutzung und Verschattung reduzieren den Solareintrag zusätzlich.

Die Ausrichtung des Bauteils zur Sonnenbahn ist ertragsbestimmend. Zur Wintersonnenwende, am 21.12., geht die Sonne in unseren Breiten im Süd-Osten auf, erreicht einen niedrigen Sonnenstandswinkel von ca. 13 bis 18° und geht im Süd-Westen bereits unter. Nur für die Tage um den 21.03. und den 21.09. gilt unser alter Kinderreim: im Osten geht die Sonne auf... Der Sonnenstand erreicht einen Winkel von ca. 36 bis 42°. Zur Sommersonnenwende geht die Sonne bereits im Nord-Osten auf, erreicht einen Sonnenstand von 59 bis 65° und geht erst im Nord-Westen wieder unter (Werte: http://www.stadtlima-stuttgart.de/index.php?klima_sonnenstand (03.10.2014)). Die Betrachtung der Sonnenstände ist von großer Bedeutung für die Planung solar aktiver Hüllflächen, die Sonnenstände sind ortsabhängig.

Kollektortypen

Prinzipiell können zwei Konstruktions-Typen bzw. drei Nutzungsarten unterschieden werden (Abb. 02):

Typ 1: Der einfachste Kollektor besteht aus einer opaken Wand, einer Luftschicht und einer transparenten Schicht. Die Wärmeüber-

tragung vom Luftspalt zum Raum erfolgt durch Wärmeleitung, also konduktiv. Für eine gute Wärmeleitung und eine hohe Nutzbarkeit der Gewinne raumseits sollten U-Wert und Wärmespeicherfähigkeit der opaken Wandschicht möglichst hoch sein. Um Verluste bei ausbleibender Solarstrahlung gering zu halten, sollte eine ruhende Luftschicht gewährleistet sein, was Anforderungen an die Anschlussdetails am Fuß- und Kopfpunkt des Kollektors definiert. Es gilt: Je niedriger der U-Wert der transparenten Schicht, desto geringer sind die Wärmeverluste vom Luftspalt an die Umgebungsluft. Die Verluste der Gesamtkonstruktion werden reduziert. Doch Vorsicht: ein niedriger U-Wert bedeutet gleichermaßen einen niedrigen Gesamtenergiedurchlass. Zur Optimierung der Schichten wird empfohlen, die instationäre Gebäudesimulation als

Planungswerkzeug zu nutzen. Für Kollektortyp 1 gilt vereinfacht: U-Wert und Speicherfähigkeit der opaken Schicht sollte möglichst hoch, der U-Wert der transparenten Schicht sollte bei gleichzeitig großem g-Wert möglichst gering sein.

Typ 2: Der Typ 2 basiert auf der als Trombewand bekannten Wandkonstruktion, die Edward Sylvester Morse, ein amerikanischer Archäologe und Professor für Zoologie, 1881 in den USA zum Patent anmeldete und Félix Trombe in seinem Solarhaus im französischen Odeillo 1967 wissenschaftlich erforschte. Die Trombewand weist neben den Zu- und Abluftöffnungen des Luftspaltes im oberen und unteren Teil der opaken Schicht Zu- bzw. Abluftöffnungen auf, die eine Luftverbindung vom Luftspalt zum Raum herstellen. Ehemals durch Betätigen der mechanischen Zu- und Abluftklappen, heute durch temperaturgeführte Steuerung und Regelung des Luftaustausches, kann die erwärmte, im Kollektor aufsteigende Luft direkt als Zuluft für den Raum verwendet werden. Die Nutzbarkeit der Energie beträgt dadurch ein Vielfaches im Vergleich zum Kollektortyp 1. Der Kollektortyp ist sowohl im Umluft-, als auch im Zuluft-Heizmodus sowie zum Belüften von Räumen nutzbar.

Typ 3: Kollektorkonstruktionen, die Typ 1 entsprechen, deren opake Wandschicht jedoch einen sehr niedrigen U-Wert aufweist, können kaum konduktiv Wärme an der Raum abgeben. Die Energie im Luftspalt kann jedoch genutzt werden, um sie via Haustechnik, z. B. über einen Wärmetauscher, dem Heizsystem zuzuführen. Der Kollektor ist geeignet, warme Luft zu produzieren, die warmluft-



Patchworkhaus Pfeifer Roser Kuhn, Freiburg 2003

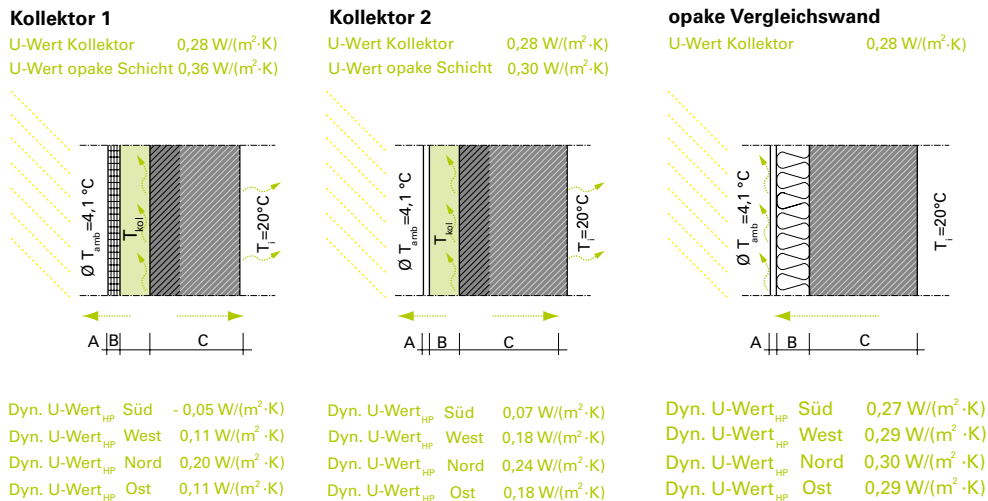


Abb. 03: Simulation: Statischer und dynamischer (äquivalenter) U-Wert für verschieden orientierte Wandkonstruktionen: Kollektor 1 (opake Schicht Poroton-Ziegel 30cm, transparente Schicht Mehrkammerstegplatte (g=0,4)), Kollektor 2 (opake Schicht Poroton-Ziegel 36,5cm, transparente Schicht Einfachverglasung (g=0,85))

durchströmte Bauteile im Gebäudeinnern bedient. Die Anforderung an die transparente Schicht sinkt, je schneller die Energie dem Luftspalt entzogen werden kann. Dieser Kollektortyp entkoppelt die volatile Wärmege- winnung von der Nutzung, so dass die Wär- me dem Raum bedarfsgerecht zugeführt werden kann.

Kollektorbilanz – statischer versus dyna- mischer U-Wert¹

Der Vergleich zweier Kollektorkonstruktionen und einer gedämmten Wand mit jeweils iden- tischem statischem U-Wert, unter Einbezug der solaren Gewinne während der Heizperiode simuliert (Software TRNSYS), verdeutlicht die Wirkungsweisen (Abb.03). Die gedämmte Vollziegelwand weist, je nach Himmelsrich- tung, einen dynamischen U-Wert zwischen 0,27 und 0,30 W/(m²K) auf. Diese Werte ent- sprechen im Durchschnitt denen des nach DIN berechneten U-Wertes von 0,28 W/(m²K). Der Kollektor 1, gebildet aus einer opaken Wandschicht mit höherem U-Wert und einer transparenten Schicht niedrigeren U-Wertes, erzielt in Südausrichtung einen negativen Wert von -0,05 W/(m²K). Der durchschnittliche Wärme- fluss geht während der Heizperiode von außen nach innen. Der dynamische U- Wert Richtung Norden liegt bei 0,20 W/(m²K): solare Gewinne werden auch bei Diffusstrah- lung generiert.

Der Kollektor 2 wurde im Gegensatz zum Kollektor 1 aus einer opaken Wandschicht mit niedrigerem U-Wert und einer transparenten Schicht mit höherem U-Wert gebildet. Auf Grund der höheren Verluste durch die trans- parente Schicht an die Außenluft sind die Werte hier etwas höher: Der dynamische U-

Wert Richtung Süden liegt bei 0,07 W/(m²K), der Richtung Norden bei 0,24 W/(m²K). Be- trachtet man die zu erzielenden Kollektortem- peraturen während der Heizperiode, erreicht der südausgerichtete Kollektor 1 auf Grund der geringeren Verluste mit durchschnittlich 20,6°C und max. 84°C höhere Temperaturen als Kollektor 2 mit max. 74°C und durch- schnittlich 12°C. Nordausgerichtet erreicht Kollektor 1 immerhin noch Maximaltempera- turen von 33°C, im Mittel von knapp 11°C. Die mittlere Außentemperatur liegt im Be- trachtungszeitraum bei 4°C. Die Nutzung der Konstruktionen als Trombewand würde bei beiden Kollektoren einen negativen, äquiva-

lenten U-Wert erzeugen. Richtung Süden läge der U-Wert von Kollektor 1 bei -0,56, von Kol- lektor 2 bei -0,44 W/(m²K).

Energetisch-dynamische Wirkungsweise

Bei allen Konstruktionen gilt, dass sowohl die Funktion während der Heiz- und Kühlperi- ode als auch der Tag- und Nachtmodus in Ab- hängigkeit des Ortes (Sonnenbahn/Möglich- keit der Nachauskühlung...) detailliert geplant werden sollte. In der Kühlperiode müssen die Kollektoren durchgehend durchlüftet oder verschattet werden, in der Heizperiode soll- ten sie eine ruhende Luftschicht aufweisen, um die Verluste zu minimieren. Die Kollektor- Details müssen diese dynamischen Funktio- nen gewährleisten. Werden Trombewand- systeme genutzt, muss sichergestellt werden, dass nur Luft in den Raum gelangt, wenn gelüftet werden soll oder wenn die Kollektor- temperatur über der Raumlufttemperatur liegt. Andernfalls erhöht die Kollektornutzung den Heizwärmebedarf. Es empfiehlt sich da- her, die instationäre Simulation als Planungs- werkzeug während der Konzeptions- und Detaillierungsphase zu nutzen und ggf. eine temperaturgeführte Steuerung einzuplanen.

Kollektorsysteme

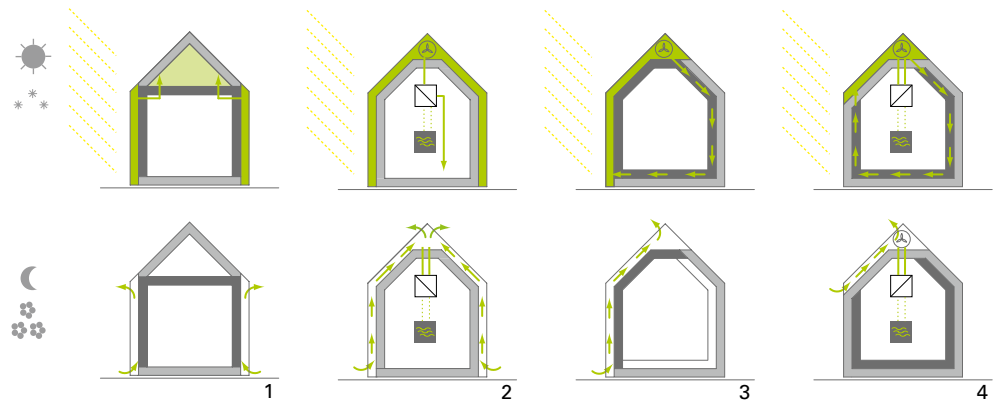
Kollektorkonstruktionen führen zu positiven Bilanzen, wenn sie in ein energetisches System mit Speichermöglichkeit eingebettet werden. Die gebauten Beispiele zeigen verschiedene Ansätze (Abb. 04).

Projekt 1: Das Wohn- und Atelierhaus Lang- Kröll von Florian Nagler Architekten (2002) nutzt die Prinzipien der Kollektortypen 1 und 2. Die Außenwände wurden als Kollektoren



Fassadendetail mit Zuluftauslass zum Speicher - Punkthaus Mannheim, Energiekonzept: Fondation Kybernetik, TU Darmstadt

Abb. 04: Realisierte Architekturen mit energiesammelnder Gebäudehülle – Systemzeichnungen: (1) Wohn- und Atelierhaus Lang-Kröll, Architekt: Florian Nagler Architekten. (2) Sanierung eines 1950er-Jahre Einfamilienhauses, Architekt: Bruno Maurer. (3) Kinderreitschule Weilimdorf, Architekt: Werner Grosse Architektur, Stuttgart. (4) Solarhaus Hehli vom Dach, Architekt: Hans Ruedi Stutz



Grafiken: Terzluisen

mit Polycarbonatstegplatten ausgebildet. Sie wirken für das Wohngeschoss konduktiv, reduzieren Verluste. Das im Dach angeordnete Atelier kann über mechanisch zu betätigende Klappen die aufströmende Warmluft der Kollektoren als Luftheizung nutzen. Die unter den Trauflinien regelmäßig angeordneten Luftauslässe sorgen während der Heizperiode für die Entladung der Kollektoren. Das Haus baut auf rein passive Prinzipien.

Projekt 2: Das „Luftkollektorhaus“, ein von Architekt Bruno Maurer saniertes freistehendes Altenteilhaus, nutzt Kollektortyp 3. Der Altbau wurde gedämmt und zusätzlich mit einer Kollektorschale aus Polycarbonatstegplatten umhüllt. Die heiße Luft sammelt sich im Dachspitz, wo ein Teil der Energie über einen Wärmetauscher zur Warmwasserbereitung genutzt wird. Die verbleibende Energie wird als Warmluft konvektiv genutzt. Durch den Kamin wird die warme Luft ins Erdgeschoss eingebracht.

Projekt 3: Das Wohnhaus der Kinderreitschule Weilimdorf des Architekten Werner Grosse nutzt eine Mischform aus Kollektortyp 1 und 3. Das Haus ist als Vollholzhaus (Palisadio) konstruiert. Die südlich ausgerichtete Fassade- und Dachfläche wurde als Kollektorkonstruktion ausgebildet, ein schwarzer Anstrich der Vollholzwand sorgt für einen hohen Absorptionsgrad. Im Dachspitz wurde Lüftungstechnik angeordnet, die die erwärmte Kollektorluft in ein Murokausten-/Hypokaustensystem, also warmluftdurchströmte Bauteile einbringt, die die Wärme konduktiv an den Innenraum abgibt. Es ergibt sich ein geschlossenes System vom Kollektor zur Hypokauste

zum Kollektor. Während der Kühlperiode wird der Kollektor über den Dachspitz entlüftet.

Projekt 4: Der Schweizer Architekt Hans Ruedi Stutz nutzte den Kollektortyp 3 für den Neubau Solarhaus Hehli vom Dach. Die süd- ausgerichtete Dachhaut wurde hier durch ein Solarglas mit einem hohen Gesamtenergiedurchlassgrad und umströmten Absorberblechen konstruiert. Die heiße Luft wird wie im Projekt 2 im Dachspitz gesammelt und mittels Wärmetauscher zur Erwärmung des Warmwassers verwendet. Die verbleibende warme Luft wird, ähnlich dem Projekt 3, durch Hypokausten-/Murokaustensysteme, hier aus Kalksand-Formsteinen, geleitet und gelangt wieder zurück in den Kollektor. Die aktive Speichermasse ist enorm, das publizierte Monitoring des Systems belegt hohe Gewinne und eine hohe Nutzbarkeit.

Résumé

Kollektorkonstruktionen können in Verbindung mit Speichermassen eine Alternative zum herkömmlichen Wärmeschutz und zur herkömmlichen Energiebereitstellung darstellen. Das Sammeln solarer Energie über die Gebäudehülle und die Speicherung thermischer Energie stellen eine ökonomische Alternative dar.

Anmerkung

¹ Die Bilanzierung von Kollektorkonstruktionen ist nach DIN derzeit noch nicht möglich. An der TU Kaiserslautern wird an einem Bilanzierungsansatz sowie einer vereinfachten Bilanzierung gearbeitet. Das Forschungsprojekt wird im Rahmen der Forschungsinitiative Zukunft Bau gefördert.

Weiterführende Literatur

Filleux, Charles; Gütermann, Andreas: Solare Luftheizsysteme: Anlagenkonzepte, Systemtechnik, Planung. 1. Aufl. Staufer: Ökobuch, 2005

Autorin



Jun.Prof. Dr.-Ing. Angèle Terzluisen studierte im Anschluss an eine Bauzeichnerlehre Architektur an der TU Darmstadt und der ETH Zürich. Sie war Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Fachgebiet Entwerfen und Wohnungsbau der TU Darmstadt, wo sie promovierte. Seit 2010 leitet sie als Juniorprofessorin das Fachgebiet Hauskybernetik am Fachbereich Architektur der TU Kaiserslautern. Hier forscht sie auf dem Gebiet des Sammeln und Speicherns volatiler Energien in Architekturen.

Autor



M.Sc. Kamyar Nasrollahi studierte an der Universität Kashan (Iran) Maschinenbau (B.Sc.) und war viele Jahre als Controller für HVAC (Heating, Ventilation & Air Conditioning) in Isfahan und als Fachingenieur in Teheran tätig. Im Anschluss studierte er an der Universität Kassel Regenerative Energien und Energieeffizienz. Seit

2010 ist er Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fachgebiet Hauskybernetik am Fachbereich Architektur der TU Kaiserslautern.



Hilfestellung für energieeffizientes Bauen

Der Gewebe-Berater von Roma listet detailliert etwa 200 Tuchmöglichkeiten für textile Behänge und die jeweiligen Energieeffizienzwerte auf. Eine Gebäudefront, die den ganzen Tag der Sonneneinstrahlung ausgesetzt ist, muss anders ausgestattet werden als die Schattenseite. Zu berücksichtigen sind Faktoren wie die Ausrichtung der Fassade und der Einfallswinkel der Sonne. Prinzipiell stehen drei verschiedene Gewebegruppen (Glasfaser-, Polyester- und Spezialgewebe) zur Verfügung. Innerhalb dieser drei Produktgruppen gibt es eine große Bandbreite an Farben und Strukturen – und folglich an Produkteigenschaften wie Blendschutz, Sichtschutz bei Tag und Nacht, Transmission, Reflexion und Absorption sowie UV-Schutzfaktor. Der Gewebe-Berater listet zu jeder einzelnen Variante den sogenannten F_c -Wert sowie den Gesamtenergiedurchlassgrad auf.

Roma KG
89331 Burgau
info@roma.de
www.roma.de

Das Luftdichtsystem

Je nach Art der Dämmung sieht das RockTec-System drei unterschiedliche Dampfbremsen bzw. Luftdichtungsbahnen vor. Die feuchtevariable RockTect Dasatop Sanierungsdampfbremse wird schlaufenförmig unter die neue Dämmung und über die Sparren verlegt. Im Bereich der Gefache dient sie als leistungsstarke Dampfbremse mit einem s_d -Wert von bis zu 2 m. Auf der Sparrenoberseite kann sich der s_d -Wert auf bis zu 0,05 m verringern. Feuchtigkeit, die in die Dachkonstruktion eingedrungen bzw. in ihr enthalten ist, kann zuverlässig entweichen, das Schrägdach wird nachhaltig geschützt. Eine alternative, in der Sanierung beliebte Verlegevariante unterstützt die Dampfbremse RockTect Meditop: Sie wird zwischen zwei Wärmedämmebenen verlegt, also über der Zwischen- und unter der Aufsparrendämmung. Der s_d -Wert der RockTect Meditop ist 0,5 m.

Mit der RockTect Vapotop bietet Rockwool eine besonders reißfeste Dampfbremse, die auf einer Schichtung verlegt werden kann. Sie besitzt einen s_d -Wert von 2,3 m und kann während der Bauphase die Konstruktion durch ihre wasserabweisende Funktion bis zu drei Monate schützen.



Deutsche Rockwool Mineralwoll GmbH & Co. OHG
45966 Gladbeck
info@rockwool.de
www.rockwool.de



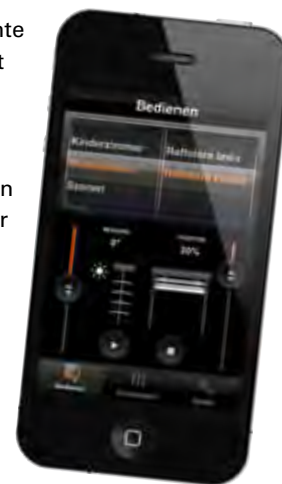
Wärmepumpe mit PV-Anbindung

Für die AEG Warmwasser-Wärmepumpen WPT 220 EL und WPT 300 EL ergeben sich nach DIN EN 16147 Leistungszahlen von 3,0 und 3,3. Die neue Norm verknüpft den COP-Wert mit dem Warmwasserkomfort, der als Zapfprofil festgelegt ist. Beide AEG Warmwasser-Wärmepumpen erreichen mit Zapfprofil XL größtmöglichen Warmwasserkomfort. Durch den Anschluss an eine Photovoltaik-Anlage lassen sich die beiden Warmwasser-Wärmepumpen umweltschonend und wirtschaftlich betreiben. Der gekapselte Kompressor und die optimierte Luftführung arbeiten sehr leise. Den dauerhaft zuverlässigen Betrieb und Wasserhygiene gewährleistet der Sicherheitswärmetauscher an der Behälteraußenseite. Mit einer geringen Bauhöhe von nur 156 cm ist die kleinere Einheit WPT 220 EL mit 220 l-Speichervolumen ein Problemlöser für niedrige Räume.

AEG Haustechnik
90449 Nürnberg
info@eht-haustechnik.de
www.aeg-haustechnik.de

Sonnenlicht-Manager

WMS WebControl, die neue Bedienkomponente im Warema Mobile System (WMS) ermöglicht die zugriffssichere Bedienung von Markisen & Co. per kostenloser App oder Webbrowser im heimischen WLAN-Netz – ohne dass hierfür eine direkte Verbindung zum Internet bestehen muss. In Zusammenarbeit mit der Würzburger Agentur Cadera Design entwickelte Warema die intuitiv bedienbare Anwendung, die sich auf die wichtigsten Funktionen beschränkt und damit sehr übersichtlich bleibt. Die Komponenten des WMS sind zugleich Sender und Empfänger. Alle Systemkomponenten können Informationen an weiter entfernte Teilnehmer weiterreichen – eine intelligente Routingfunktion, die die Reichweite deutlich erhöht. Das System verwendet eine Sendefrequenz von 2,4 GHz sowie eine 128-Bit-Verschlüsselung, das Eindringen in das Funknetz oder Bedienen durch Dritte soll somit ausgeschlossen sein. Die Anwendung wurde mit dem Red Dot in der Kategorie Mobile & Apps ausgezeichnet.



Warema Renkhoff SE
97828 Marktheidenfeld
info@warema.de
www.warema.de



Energiegewinnung auf Parkplätzen

Schüco bietet ein modular erweiterbares Carport-System an. Es ist erhältlich in variablen Abmessungen und erfüllt alle Anforderungen an Schnee- und Windlasten. Der Solar Carport ist im System modular erweiterbar, so dass verschiedenste Anforderungen hinsichtlich Breite, Höhe und Tiefe erfüllt werden können. So sind Lösungen vom Einzelstellplatz über Solar Carports mit zwei Stellplätzen hinter- oder nebeneinander bis hin zu großflächigen Carport-Lösungen mit mehreren 100 Stellplätzen realisierbar. Der Schüco Solar Carport wird ergänzt durch PV-Module mit Unterkonstruktion, einem oder mehreren Wechselrichtern und einer Auswahl an Ladesäulen für unterschiedlichste Kundenanforderungen. So bieten die Ladesäulen z. B. unterschiedliche Zugangssysteme, Montagemöglichkeiten und Steckertypen, die den Ladevorgang illuminiert anzeigen.

Schüco International KG
33609 Bielefeld
info@schueco.com
www.schueco.com



Durchdringungsfreies Photovoltaiksystem

Das leichte Photovoltaik-System Solfixx plus von Bauder lässt sich einfach und werkzeuglos auf der Oberlage verschweißen. Solarmodul und Unterkonstruktion sind bei Solfixx plus in einer Einheit integriert. So wird der darunterliegende Dachaufbau nicht beschädigt, dafür aber dauerhaft abgedichtet und bleibt effizient gedämmt. Bei dem PV-System produziert jedes Modul unabhängig von den anderen den höchstmöglichen Ertrag. Deshalb besitzt jedes Modul einen eigenen Leistungsoptimierer, der Strom und Spannung regelt und so die individuelle Leistung optimiert. Damit haben Verschattungen einzelner Module keinen negativen Einfluss auf die Leistung der Gesamtanlage. Solfixx plus erfüllt die Anforderungen der DIN EN 1991-1-62 und eignet sich mit seinem Systemgewicht von lediglich ca. 13kg/m² auch für Leichtbaudächer.

Paul Bauder GmbH & Co. KG
70499 Stuttgart
info@bauder.de
www.bauder.de

So weit das Zuhause reicht.

Mobile Türkommunikation mit Siedle Scope + Siedle App.

