Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 117 (1999)
Heft: 7

Artikel: Faszination der Solararchitektur
Autor: Hastings, S. Robert
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-79696

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 29.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

S. Robert Hastings, Zürich

Faszination der Solararchitektur

Der Frage nach der Faszination der Solararchitektur nachzugehen bedeutet nicht nur das Wissen um die Sonne und die Jahrhunderte alte Geschichte von entsprechend angelegten Bauten, sondern beinhaltet auch den Traum der zukünftigen Autarkie, der Selbstversorgung und der Unabhängigkeit.

Bei der Solararchitektur wird die Sonne gezielt als Licht- und Wärmequelle einbezogen, um den nicht erneuerbaren Energieverbrauch extrem tief zu halten. Nach der Senkung der Wärmeverluste, mittels Dämmung, evtl. Wärmerückgewinnung, und des Wasser- und Stromverbrauchs deckt die Sonne einen grossen Anteil des Restbedarfs.

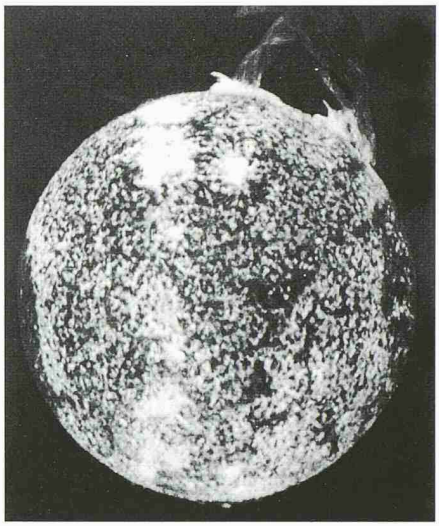
Die Sonne als Energiequelle

Allein schon die schwer vorstellbaren Statistiken unserer Sonne sorgen für Faszination: die 4,5 Milliarden Jahre alte Kugel hat einen Durchmesser von 1 390 000 km und eine Masse von 1989×10^{30} kg. Durch thermonukleare Fusion werden 700 000 Tonnen Wasserstoff in ungefähr 695 000 Tonnen Helium pro Sekunde umgewandelt (keine Sorge, der Wasserstoffvorrat reicht für weitere fünf Milliarden Jahre). Die resultierende Kerntemperatur liegt bei 15 600 000 K, die Oberflächentemperatur bei 5800 K. Die entstehende Leistung liegt bei ungefähr 386×10^{15} Gigawatt (ein Kernkraftwerk leistet etwa 1–2 Gigawatt). Trotz der 150 Millionen Kilometer Entfernung erhält die Erde 500×10^{12} kWh/Jahr[1].

Unser weltweiter Gesamtenergieverbrauch liegt bei $0{,}124 \times 10^{12}$ kWh/Jahr. Auf die Schweiz strahlt die Sonne 44×10^{9} kWh/Jahr, der Gesamtenergieverbrauch ist $0{,}15 \times 10^{9}$ kWh/Jahr. Eine Dreizimmerwohnung (100 m²) mit einer 28 m² Südfassade erhält 25000 kWh/Jahr von der Sonne, mehr als genug um den Gesamtbedarf von etwa 15 000 kWh/Jahr decken zu können.

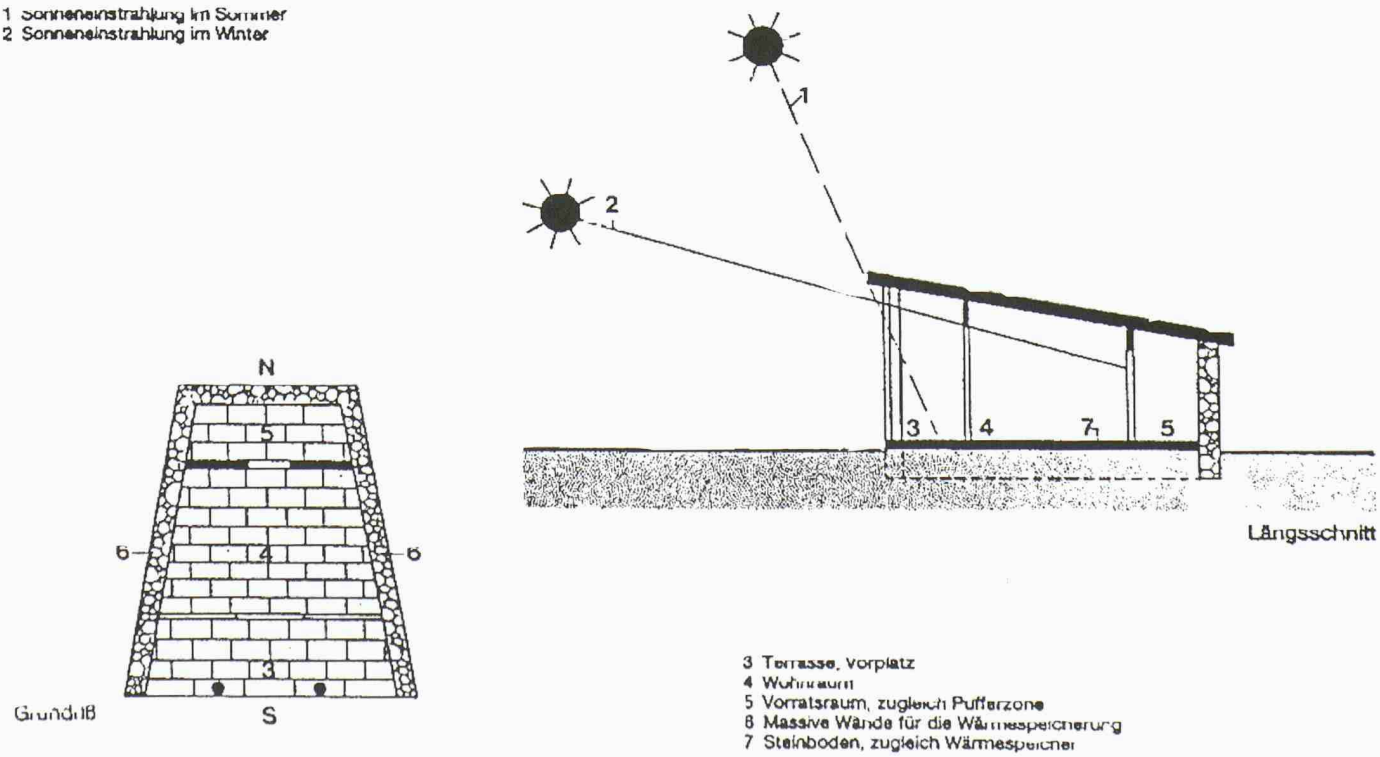
Solararchitektur im Lauf der Zeit

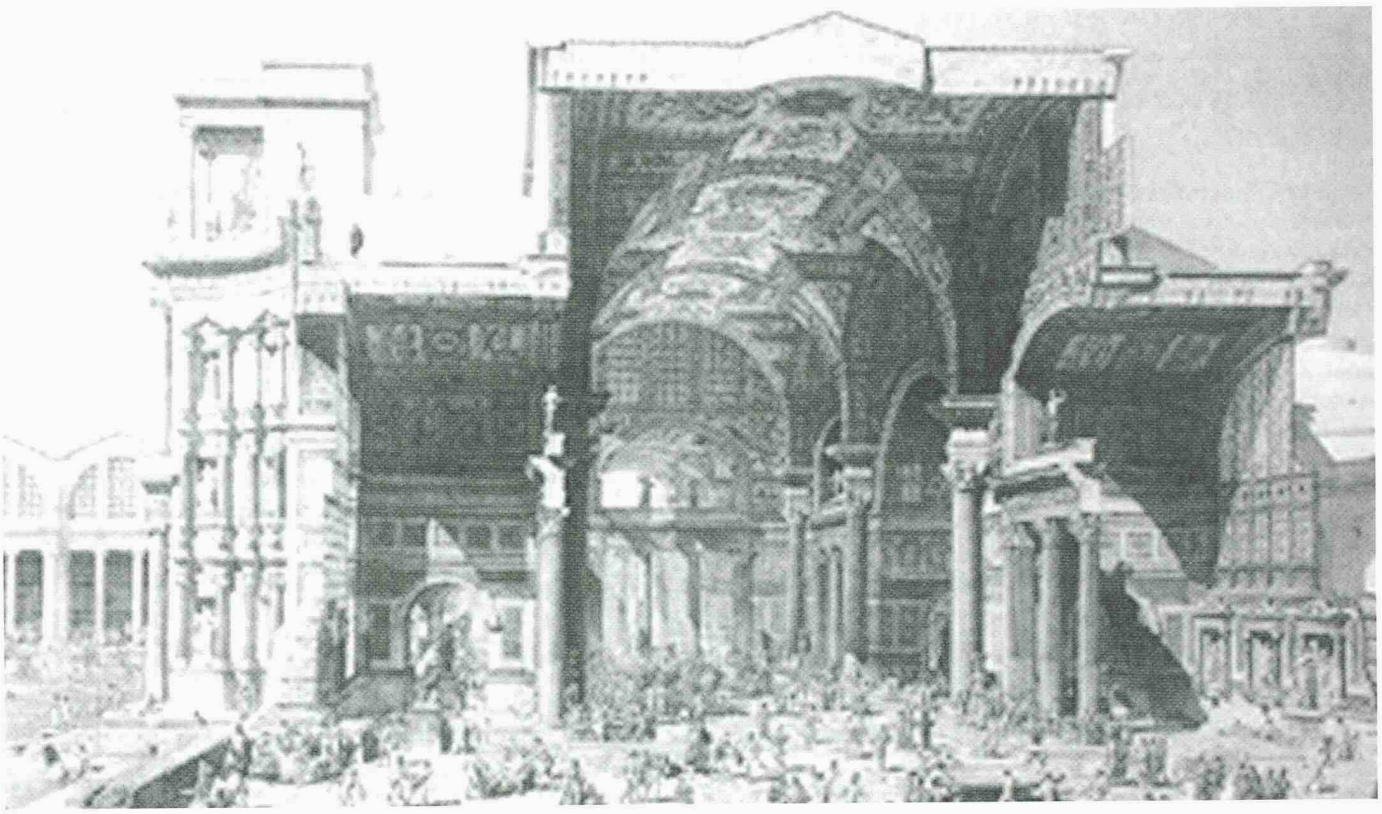
Nicht nur die Nutzung der obenerwähnten Ressource auch die weit zurückreichende Geschichte der Solararchitektur faszinieren. Im alten Ägypten, ungefähr 2800 v. Chr., war die Orientierung nach der Sonne ein Grundelement der Tempelbauten, die errichtet wurden, um diese Weltordnung zu verherrlichen. Die grossen Pyramiden wurden offenbar so ausgerichtet, dass sie im Laufe des Jahres die wechselnde Stellung zwischen Erde und Sonne anzeigten. Der majestätische Tempel von Karnak, Ort der Verehrung des Gottes Ra (Sonnengott), war so gebaut, dass das einfallende Licht auf ein enges Bündel eingegrenzt wurde. Zur Sommer-Sonnenwen-



1
Aufnahme der Sonne

2
Sonnenhaus des Sokrates[3]





3
Römisches Bad von Caracalla[3]

de strahlt das Licht der untergehenden Sonne ungehindert durch die ganze Länge des Tempels, um schliesslich das Heiligtum auf das Prächtigste zu beleuchten. Der Lichtstrahl wurde auf seinem Weg ins Innere durch eine Reihe von Türöffnungen eingeengt, die wie die Blenden in einem Teleskop wirken (Sir J. Normann Lockyer, Astronom).

Im antiken Griechenland wurden «brennende Spiegel», die aus poliertem Silber bestanden, entwickelt. Die Griechen entdeckten, dass ein mit einer konkaven Oberfläche gebogener Spiegel sehr hohe Temperaturen erzeugen kann, da die Sonnenenergie auf einen kleinen Bereich konzentriert wird. Legenden zufolge benutzte Archimedes 212 v. Chr. brennende Spiegel zur Vernichtung einer angreifenden römischen Flotte in Syracus.

Bereits viel früher wurde die Sonnenenergie im Hausbau berücksichtigt, was sich einem Bericht von Sokrates 400 v. Chr. entnehmen lässt: «In Gebäuden, welche nach Süden ausgerichtet sind, dringt die Sonne im Winter durch das Portio, während im Sommer die Sonnenbahn über unseren Köpfen und Dächern liegt, so dass Schatten entsteht.» Das «Megaronhaus» enhält die wichtigsten Merkmale der Solararchitektur: nach Süden orientierte Fenster- und Türflächen, wärmespeichernde Steinwände und Zonierung des Innenraumes.

Die Römer

Auch im Römischen Reich war die passive Solarnutzung im Hausbau bekannt. In seinem sechsten Buch, Kapitel 1, schrieb Vitruv über die Berücksichtigung der passiven Sonnenenergie bei der Planung von Wohnhäusern, wie zum Beispiel beim «Perystilhaus». Dieser römische Haustyp hat einen nicht überdeckten Säulenhof, um die Wohnräume durch die tiefliegende Wintersonne zu erwärmen. Die Nebenräume dienten im nördlichen Teil als thermische Puffer. Ein weiteres Beispiel der Solararchitektur ist das römische Thermalbad, welches schon seit dem ersten Jahrhundert n.Chr. sehr beliebt war. Das Bad wurde in der Richtung des Wintersonnenuntergangs ausgerichtet, um möglichst viel Solarwärme in der Zeit zu gewinnen, in der die Römer am liebsten baden gingen. Eine gigantische verglaste Front liess das Sonnenlicht durch und hielt die Wärme zurück. Zusätzlich absorbierte und speicherte ein Sandboden diese Wärme. Die Wirkung war so stark, dass diese Räume als «Schwitzräume» genutzt wurden[2] (Bild 2).

In der Kolonialzeit wurden in Neuengland «Saltboxhouses» gebaut, die auf griechischen und römischen Prinzipien basieren: Das Haus hat eine hohe Südfassade und ein langes, nach Norden gezogenes Dach. Fensterläden wurden nachts geschlossen, um die Wärmeverluste der Doppelfenster zu reduzieren. Die Appenzeller Häuser weisen eine sehr raffinierte Strategie auf, um die Sonne im Winter hereinzulassen und im Sommer abzublocken. Auskragungen des Hauptdachs sowie die kleinen etagenweise angebrachten Schutzdächer dienen nicht nur als Witterungsschutz für die Fenster, sondern auch als Sonnenschutz im Sommer. Weil die über den Fenstern liegende Auskragung einen gewissen vertikalen Abstand hat, werden diese im Winter vollständig besonnt. Die konkave, weiss angestrichene Dachuntersicht sorgt für eine erhöhte Helligkeit vor den Fenstern.

Unser Jahrhundert

In den ersten Dekaden dieses Jahrhunderts wurde die Architektur des 19. Jahrhunderts als «ungesund erachtet, und Sonne, Licht, Belüftung, Leibesübungen, Dachterrassen, Hygiene und weisse Wände wurden als Mittel zur Vorbeugung, wenn nicht zur Heilung der Tuberkulose gepriesen»[4]. Deswegen wurden Siedlungen wie das Neubühl in Zürich nach Süden ausgerichtet und die Häuser mit entsprechend grosszügigen Fensterflächen versehen. Wegen der reinen Luft und starker Sonne wurden Tuberkulose-Kliniken in den Bergen (z.B. das Sanatorium in Davos, von Pfleghard und Häfeli) gebaut.[4]

Solares Bauen gewann an Akzeptanz durch Beispiele von namhaften Architekten wie Frank Lloyd Wright. Das Jacobs House (1937) ist nach der Solargeometrie klar gegliedert. Weitere Beispiele sind das Robie House in Chicago (1909) und das eigene Wohnhaus Taliesen East (1910).

Den Brüdern Keck wurde die thermische Wirkung der Sonne erst klar, als sie 1932 das Crystal House bauten. Danach, verwendeten sie die passivsolare Triade: Sonne, Masse und Beschattung in den Häusern, die sie im mittleren Westen der USA bauten.

In den Jahren 1940–50 faszinierte das solare Bauen die Ingenieure. Eine Reihe von Hightech-Solarhäusern wurde realisiert (MIT-Solarhäuser I-V). Dabei war allerdings nicht eine gesamtarchitektonische Lösung das Thema, sondern die Optimierung des aktivsolaren Heizsystems.

Nach dem Ölschock Anfang der 70er Jahre war die Energieautarkie für viele von grossem Interesse. Die passive Nutzung der Solarenergie wurde bevorzugt. Diese Bewegung begann im sonnigen Südwesten der USA. Das allgemeine Interesse daran war gross und die passive Nutzung der Solarenergie ist heute quer durch die ganzen USA etabliert. Von den zahlreich entstandenen Beispielen wurden schliesslich auch europäische Architekten «angesteckt». In der Folge entstanden eine Mehrzahl von Häusern von Schweizer Architekten (u.a. Stuby, Wagner, Amsler, Schäfer, Kühnis, Meier...). Sie begannen vor allem mit der direkten Nutzung der Sonnenenergie wie die alten Griechen und Römer vor 2000 Jahren. Wintergärten und verglaste grossräumige Atrien verbreiteten sich. Es entstanden also Räume zur passiven Solargewinnung. In der Ostschweiz und im Vorarlberg wurde viel mit Solarluftsystemen experimentiert, was eine Besserung der räumlichen und zeitlichen Verteilung der Solarwärme ermöglichte. Erste Systeme beinhalteten Klappen, Luftwege und Speicher. Damit konnte der Benutzer sein Haus selber durch den Winter steuern. Mit der starken Vereinfachung der Solarluftsysteme gingen eine gewisse Flexibilität und wohl auch die Freude, alles selbst kontrollieren zu können verloren (analog: DOS gegenüber dem voll automatisierten Windows 95).

4
Louis Kahn, Solarhaus, Prototyp für Pennsylvania[8]

Die Faszination heute

Seit den 80er Jahren gibt es eine Reihe von neuen Produkten. Als Beispiele werden im Folgenden neue Fensterkonstruktionen, transparente Wärmedämmung und Luftkollektoren beschrieben:

Bei den neuen Fensterkonstruktionen mit Hochleistungsgläsern kann, dank neuen Glasprodukten mit k-Werten sogar unter 1,0 W/m²K, ein Nettoenergiegewinn auch bei ost- und westorientierten Fenstern erreicht werden. Dass Fenster tatsächlich den Heizkessel ersetzen können, hat das Haus von Rüedi in Trin bewiesen. Faszinierend ist nun die Frage, wie ein Konzept für das hochneblige Schweizer Mittelland aussehen muss – im Gegensatz zum gut besonnten Alpengebiet –, um das Solarpotential möglichst stark auszuschöpfen, ohne dass die notwendige Zusatzheizungsleistung zunimmt.

Die transparente Wärmedämmung (TWD) hat sich mittels mehrerer Demonstrationsprojekte als tauglich erwiesen. Dank der solaren Einwirkung kann der k-Wert einer Wand sogar negativ sein, also energiegewinnend wirken. Die Lösung der zwei Hauptprobleme (Kosten und Überhitzungsschutz) beeinflusst das äussere Erscheinungsbild eines Baus sehr stark: zur Kostensenkung werden industriell gefertigte TWD-Elemente verwendet, was zu einer präzisen «Maschinen-Architektur» führt. Eine Mehrzahl realisierter Lösungen zeigen auf, wie Überhitzung vermieden werden kann: sie reichen von externen Sonnenschutzsegeln, bis zu innenliegenden Lamellen. Solche Verschattungen führen zu saisonal bedingten Veränderungen der Fassaden. Als Alternativlösung können Absorber mit Hinterlüftung eingesetzt werden. Die Luftdurchströmung wird mittels Klappen geregelt, den Flügelklappen eines Flugzeugs entsprechend. Kein Wunder, dass solche Veränderungen der Gebäudehülle je nach Klima und Benutzerverhalten viel faszinierender sind als die unsichtbare Drosselung der Leistung eines Gaskessels im Keller.

Heute müssen Luftkollektoren nicht mehr selbst gebastelt werden. Serienmässig hergestellte, optimierte Kollektoren von mehreren europäischen Herstellern sind auf dem Markt zu finden. Der einfachste dieser Kollektoren (ein unverglaster perforierter Blechabsorber) erreicht einen sehr hohen Wirkungsgrad und hat sich auf dem Markt als konkurrenzfähig erwiesen. Es ist faszinierend, dass ein unverglaster Kollektor in windexponierter Lage (wie Toronto) so gut funktioniert. Grosse Fortschritte in der Wirtschaftlichkeit erzielen auch die im Holzbau einfachverglasten Luftkollektoren[5]. Es erscheint unglaublich, dass diese Kollektoren fast unsichtbar sind und das Haus wie ein normaler Holzbau aussieht. Hier, wie es oft der Fall ist, verbessert sich die Wirtschaftlichkeit, wenn Solarkomponenten eine Doppelnutzung erbringen (Verglasung als

5
Wolfgang Feist, Passivhaus in Darmstadt (1991)

Gebäudehaut, Betonböden und Mauern mit Hohlräumen, die für die Luftführung und Wärmespeicherung dienen)[6].

Die Kombination verschiedener Wärmeschutzmassnahmen ermöglicht es, Häuser mit einem Wärmebedarf unter 15 kWh/m²a (55 MJ/m²a) zu bauen. Beispiele von Massnahmen sind tragfähige Isolationsplatten für die Unterkellerung, extrem gut gedämmte Wände und Dächer, Hochleistungsfenster und mechanische Zuluft durch Erdregister mit Wärmerückgewinnung aus der Abluft. Die so genannten «Passivhäuser» werden von Wolfgang Feist untersucht und propagiert (Bild 5). Die Faszination besteht darin, dass das Haus durch den Bewohner und seine täglichen Aktivitäten beheizt wird[6].

Sommerwärme für den Winter

Die Bestrebungen, Solarwärme vom Sommer für den Winter zu speichern, erinnert an das Eichhörnchen, das die Nüsse im Herbst lagert, um die ernährungsarmen Wintermonate zu überstehen. Der Haken bei der Speicherung von Solarenergie in Form von gelagertem Heisswasser ist bei den Kosten zu suchen. Grossvolumenspeicher für Siedlungen haben sich bewährt, da sich das Verhältnis Oberfläche zu Volumen hinsichtlich Wärmeverlusten günstig auswirkt. Spannend sind die Versuche der Saisonalspeicherung bei Einfamilienhäusern. Hierbei muss mit ungünstigen Speichergrössen gearbeitet werden. Es gibt mehrere Beispiele von Häusern, bei denen ein bis 20 m³ grosser Speichertank im Zentrum des Hauses steht und durch alle Stockwerke dringt, analog dem massiven Kamin (Haus Jenny, Haus Naderer im Vorarlberg, IEA13-Haus in Berlin, Diamant-Häuser, ISE-Haus, Haus Trin). Abzuwarten bleibt, ob solche Lösungen aussterben werden. Der immer kleiner werdende Restwärmebedarf erschwert die Amortisation der Kapitalkosten des Wärmeerzeugers, sei es bei Gas-, Öl- oder Solar-Anlagen. Neue Lösungen wie ein kostengünstiger Latentwärmespeicher (gleiche Speicherkapazität in einem Bruchteil des Volumens) oder chemische Energiespeicher könnten einen Durchbruch ermöglichen, denn auch beim Passivhaus verbleiben 15 kWh, die irgendwie gedeckt sein müssen.

Die Geschichte geht weiter: eine Prognose

Bauten werden stärker mit der Sonne gekoppelt, was sich auf die Ästhetik der Architektur auswirkt und dementsprechend die Freude am Wohnen, Lernen und Arbeiten vergrössert. Es wird eine grosse Vervielfachung von «Passivhäusern» geben, die sich zur Sonne hin öffnen. Dank neuer Dämmsysteme, wie Vakuumisolation, effizientere Wärmerückgewinnung und sparsamere Haushalts- und Bürogeräte usw., wird der Energiebedarf trotz vergrösserter Fensterflächen tief gehalten. Durch Mikroprozessoren optimierte Steuersysteme werden eine Selbstverständlichkeit, und übernehmen die Regelung variabler Elemente der Gebäudehülle.

Die heute zunehmende soziale Abkapselung durch den anscheinend nicht zu vermeidenden Privatverkehr, elektronisch vernetzte Heimarbeitsplätze, Multimedia-Installationen, und Isolierung von Senioren verlangen geradezu nach neuen Wohn-, Arbeits- und Unterhaltungsformen. All das muss in die Visionen der «Solarstädte der Zukunft» einfliessen und berücksichtigt werden.

Das Bewusstsein der Leute betreffend Ökologie, Umwelt und Nachhaltigkeit wird zunehmen, mit dem entsprechenden Zuwachs der Nachfrage nach klimagerechtem Bauen. Die Solarnutzung wird auf die Randbedingungen eines Orts und die Nutzung des Gebäudes optimiert, dank planerfreundlichen Computer-Werkzeugen und einer Zunahme an Architekten, die das nötige Interesse und die entsprechende Ausbildung haben.

Adresse des Verfassers:
S. Robert Hastings, Architekt SIA, Solararchitektur, ETH Hönggerberg, 8093 Zürich

Anmerkungen

[1]«The Sun». http://seds.lpl.arizona.edu/nineplanets/nineplanets/sol.html

[2]*Butti; K. and Perlin, J.*: A golden Thread, 2500 Years of Solar Architecture and Technology. ISBN 0-917352-08-4, Cheshire Books. Pala Alto, California. 1980

[3]*Behling, Sophia and Stefan*: Sol Power, the Evolution of Solar Architecture. ISBN 3-7913-1670-2. Prestel Verlag, Munich and New York. 1996

[4]*Columina, B.*: «Krankheit als Metapher in der modernen Architektur». Daidalos. Nr. 64, Juni 1997

[5]*Hastings, R.* (editor): Solar Air Systems: Exemplary Buildings. James & James Science Publishers, London. 1998

[6]*Gütermann, A.*: «Hybride Solarenergie wird wirtschaftlich», Bulletin Forschungsstelle Solararchitektur. Nr. 14, ETH-Hönggerberg, 8093 Zürich, Nov. 1997

[7]*Hastings, R.*: «Das Passivhaus». Bulletin Forschungsstelle Solararchitektur. Nr. 15, Nov. 1997

[8]*Maron J. Simon*: Your Solar House. Simon & Schuster, Inc. Rockefeller Center, Sixth Avenue New York 20, N. Y. 1947

Bilder

Bild 1: *H. Friedmann*, Spektrum der Wissenschaft, Heidelberg 1987. 2, 3, 4, 5: wurden uns von der Forschungsstelle für Solararchitektur, ETH Hönggerberg, zur Verfügung gestellt.