

Sonnenenergie und Heimatschutz [Dossier]

Autor(en): **Schmidt, Christian / Badilatti, Marco / Bertolami, Silvio**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Heimatschutz = Patrimoine**

Band (Jahr): **76 (1981)**

Heft 1-de

PDF erstellt am: **24.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-174918>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

«Wunder» Sonne

cs. Noch währenddem die alten Ägypter glaubten, dass die Sonne das rechte Auge des grossen Gottes Re sei, der die Welt erschaffen habe und sie nun erhalte, noch währenddem die Lotosblume, die erst bei hellem Lichtschein auf dem Wasser des Teiches auftaucht, als Mutter der Schöpfergottheit «Sonne» betrachtet wurde, da war das Tagesgestirn schon ein riesiger Atomofen. Und auch zu der Zeit, als die spanischen Eroberer die astrologisch orientierten Sonnenanbetungsstätten der Inkas möglichst vollständig zerstörten, da verbrannte die Sonne bereits ihre fünf-hundert Millionen Tonnen Wasserstoff zu Helium in der Sekunde.

Eigentlich ist sie «unsere» Sonne – denn sie ist nur eine unter vielen in den zahllosen Systemen. Ein Stern unter Milliarden von Sternen. Und erst noch einer der kleineren, wenn er auch das 1300000fache Volumen der Erde hat. Die Sonne unseres Systems besteht nun zu 99 Prozent aus Wasserstoff und Helium. Demzufolge ist sie ein Gasball. Ein junger, glühender Ball, den es erst seit fünf oder zehn Milliarden Jahren gibt. In der Sonne ereignen sich andauernd thermonukleare Kernfusionen, wobei zwei leichte Atomkerne zu einem einzigen Kern verschmolzen werden: Das Verbrennungsprodukt ist Helium. Im Innern der Sonne herrscht dabei ein Druck von 100 Milliarden Atmosphären, so dass die Atome nur noch mit zerquetschten Elektronenhüllen existieren können. Bei der Kernfusion entsteht eine Flut von elektromagnetischen Wellen, die an die Sonnenoberfläche transportiert und dann in den Weltraum gestrahlt wird.

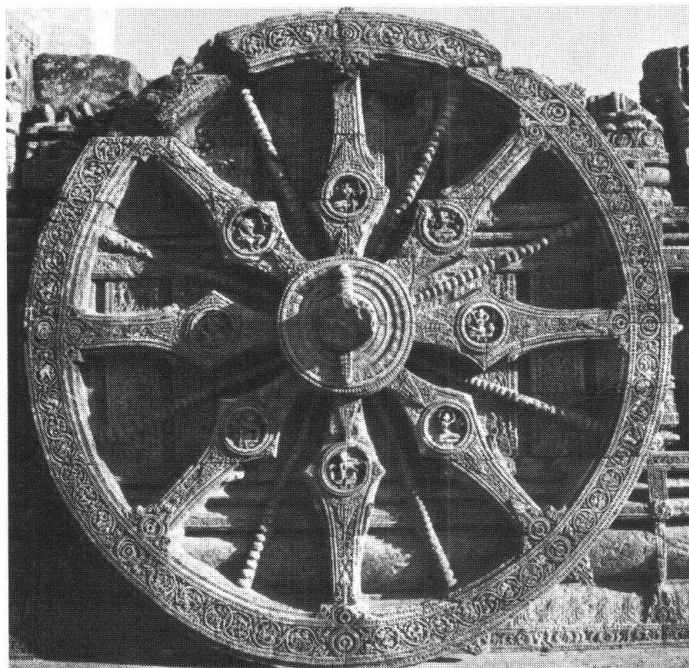
Während ihrer jährlichen 940 Millionen Kilometer langen Reise um die Sonne empfängt die

Erde den 2198000000sten Teil der total von der Sonne ausgestrahlten Energie. Trotzdem entspricht das einem jährlichen Energiegeschenk von 4 Billionen Litern Benzin. Für die Distanz von der Sonne zur Erde, für die 149 598 000 Kilometer also, benötigen die Sonnenstrahlen gute acht Minuten. Das ist aber verhältnismässig wenig; denn die Strahlen von der übernächsten Sonne benötigen bereits vier Jahre, bis sie die Erde erreichen.

Die Zusammensetzung der Sonnenstrahlen ist vielfältig: So strahlt die Sonne nicht nur Radio- und Röntgenstrahlen aus, sondern auch ultraviolette und infrarote. Und natürlich die für den Menschen sichtbaren Wellen, die wir schlicht als «Licht» bezeichnen. Am energiereichsten sind die ultravioletten Strahlen, von denen aber nur ein Viertel die Erdoberfläche erreicht; der Rest wird von der Atmosphäre absorbiert. Durch diesen Prozess wird die Luft aber erwärmt. Die elektromagnetischen Wellen vermö-

gen also Materie in eine Unruhe zu versetzen, die sich dann in Form von Wärme zeigt. Im Weltraum ist es vergleichsweise nur deshalb so kalt – minus 273 Grad –, weil er praktisch leer ist und dementsprechend die ihn mit Lichtgeschwindigkeit durchziehenden Wellen nicht absorbieren kann.

Ohne die Sonne wäre es auf der Erde wüst und leer: Sie ist es, die durch ihr Licht die Produktion des lebenswichtigen Sauerstoffs anregt. Die Sonnenstrahlen sind es, die die Früchte wachsen lassen. Sie erfüllen die Forderung nach dem täglichen Brot. Und wenn die Sonne gleich weiterscheint, wie sie es heute tut, so wird sie es auch noch die nächsten 100 Milliarden Jahre tun.



Symbol der Sonne:
das Sonnenrad aus dem altindischen Tempel Konarak
(Bild Wolgensinger)

Sonnenenergie – Wegweiserin in die Zukunft

«Sanft» oder «hart» zum Ziel?

Aussage steht gegen Aussage: Während es auf der einen Seite heisst, die Sonne werde im Jahr 2000 etwa 50 Prozent des schweizerischen Gesamtenergiebedarfs decken, so stöhnt die andere Seite über diese «utopische» Zahl, weist auf ihre eigene Ziffer – ein paar wenige Prozente – hin und fordert dringend neue Kernkraftwerke. Wer hat recht? Was stimmt? Ist der «sanfte» oder der «harte» Weg der richtige? – Die Recherchen und die Aussagen der Fachleute zeigen, dass die Lösung dieser Frage weniger in der Technik, sondern eher im Verhalten des einzelnen Bürgers und der Politik zu suchen ist.

Der *Gesamtenergiekonsum* der Schweiz hat sich seit 1950 bis zur Rezession um gute 270 Prozent erhöht. Dabei ist die *Auslandabhängigkeit* auf 85 Prozent angestiegen: Nur 15 Prozent des Energieverbrauchs werden im Land selbst – durch die *Wasserkraftwerke* – produziert. Gerade die Hälfte des gesamten Energieverbrauchs wird für *Heizzwecke* verwendet, rund ein Viertel dient *Transportzwecken*, und etwa 20 Prozent werden in der *Industrie* konsumiert.

Dem bitteren Ende entgegen

Die Ausgangslage: In der Schweiz ist das *Erdöl* mit einem Anteil von 73 Prozent am Gesamtenergieverbrauch der dominierende Energieträger. Irgendwann im nächsten Jahrhundert werden die *Erdölvorräte* aber knapp werden – auch wenn all die Sparappelle, die Preissteigerungen und die ersten Früchte der «Umdenken»-Strategie zu einem leichten Rückgang des Ölverbrauchs geführt haben.

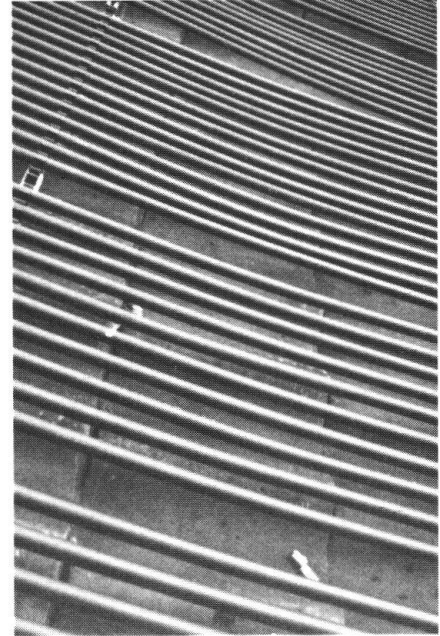
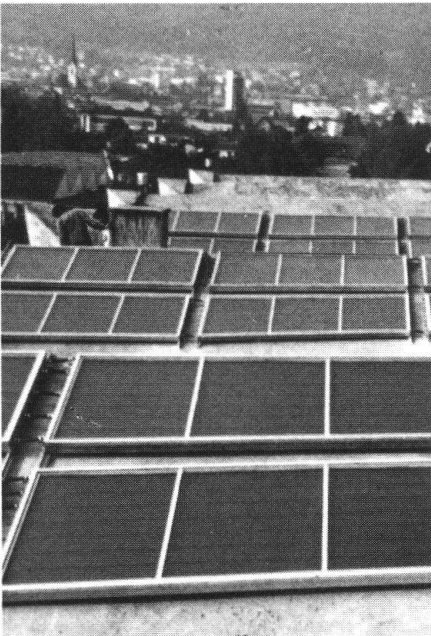
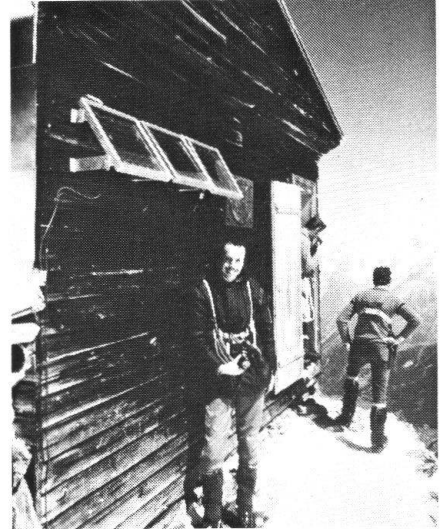
Ähnlich steht es mit dem *Erdgas*: Hier stieg der Verbrauch im Jahre 1979 um 13 Prozent, und er wird bis ins Jahr 2000 noch einmal ansteigen; aber auch das Erdgas muss gegen Ende des folgenden Jahrhunderts durch andere Energieträger ersetzt werden. Allerdings gibt es Möglichkeiten, Erdgas synthetisch herzustellen.

Wie Erdöl und Erdgas gehört auch die *Kohle* zu den fossilen, nicht regenerierbaren Energieträgern. Ihr kommt jedoch heute für die Energieversorgung kein grosser Stellenwert mehr zu: In den vergangenen zwanzig Jahren ging der Kohlenverbrauch um 90 Prozent zurück, und nur 3 Prozent der für die Heizung aufgewendeten Energie werden heute mittels Kohle gedeckt. Für die Energieversorgung in der Zukunft soll aber wieder mehr Kohle verwendet werden. Allerdings werden Probleme des

Umweltschutzes den Verbrauch nicht übermässig ansteigen lassen.

«Dürfen wir alles, was wir können?»

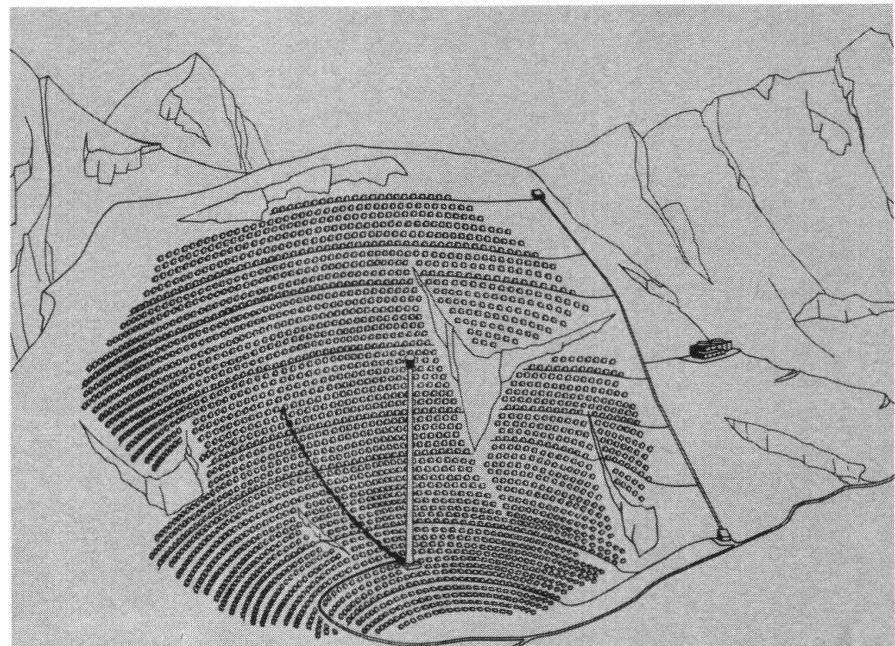
Umstrittenster der nicht regenerierbaren Energieträger ist wohl die *Kernenergie*. Umstritten, da sich der Mensch mit der *Nukleartechnologie* ein Instrumentarium geschaffen hat, das er kaum noch zu überblicken vermag: «Dürfen wir alles, was wir können?» fragte sich in diesem Zusammenhang der ehemalige deutsche Bundesminister für wirtschaftliche Zusammenarbeit, *E. Eppler*, anlässlich eines Vortrages in Zürich. Umstritten ist die *Kernkraft* auch innerhalb der *Eidgenössischen Energiekommission* (EEK), die bei der Überprüfung des Bedarfsnachweises für neue schweizerische Kernkraftwerke zu drei verschiedenen Resultaten kam: Während ein Drittel der Kommissionsmitglieder sich für den Bau mehrerer Kernkraftwerke aussprach, beschränkte sich der zweite Drittel auf eines. Der dritte aber glaubt, dass durch die bessere Nutzung der Energie keine Versorgungslücken entstehen – und demzufolge auch keine neuen Kraftwerke benötigt werden. Ebenso umstritten bleibt die *Kernenergie* in bezug auf die immer aktuelle Frage nach der Lagerung ausgebrannter Brennstäbe: Wenn hier die *Eidgenössische Kommission für die Gesamtenergiekonzeption* (GEK) meint, dass die Entsorgungstechnik als «industriell reif und die physikalische Realisierbarkeit als gegeben betrachtet werden kann», so meinen die *Umweltorganisationen* in ihrem Konzept (EKCH), «dass lediglich Projektskizzen vorliegen, die je nach Interessenlage mit mehr oder weniger Hoffnung belegt sind». Ein ähnlicher Zwiespalt herrscht bei der Frage über die Vorräte des Kernbrennstoffes Uran: Skeptiker nehmen an, dass schon Mitte der neunziger Jahre eine Verknappung



Oben links: Das Eidgenössische Institut für Reaktorforschung (EIR) in Würenlingen testet auf einem Freiluftprüfstand die Leistungsfähigkeit der auf dem Schweizer Markt erhältlichen Kollektoren (Bild EIR). Oben rechts: Solarzellen liefern den Strom für die Notfunkanlage der Solvayhütte auf dem Matterhorn (Bild SSES).

Mitte von links nach rechts: Mit Klarglas verdeckte Flachkollektoren, der Sonne folgende Parabolkollektoren, freiliegende Rohrkollektoren verbunden mit Wärmepumpensystem (Bilder SHS, Ottiger).

Unten: Für ein schweizerisches Solar-kraftwerk in den Alpen bestehen erst Projektstudien: Um den Turm mit dem Empfänger für die fokussierten Sonnenstrahlen sollen sich die zahlreichen Heliostaten gliedern (Konzept und Bild Battelle/Weidmann).



pung des Urans eintreten könne. Und das bei mittleren Abbaupreisen. Die Befürworter der Kernkraft dagegen heben hervor, dass im Hinblick auf die zweite Generation der Kernreaktoren – die schnellen Brüter – das Uran 40- bis 70mal besser genutzt werden könne. Daher lasse sich, so die GEK, «keine verbindliche Aussage» über den effektiven Vorrat an Kernbrennstoffen machen.

Wie weiter?

Wie soll nun nach der Sackgasse Erdöl die Energieversorgung der Schweiz in der Zukunft aussehen? Wie, wenn die bisherigen einheimischen und regenerierbaren Energieträger Wasser und Holz nur bedingt mehr genutzt werden können? Wenn neue Wasserkraftwerke wie Ilanz I und II sowie das fünfstufige Rheinkraftwerk zwischen Sargans und Sennwald aus heimatschützerischen Gründen abgelehnt werden müssen? Und wie, wenn vom Holz – um keinen Raubbau zu begehen – nicht viel mehr als 2 bis 3 Prozent an die Gesamtenergiebilanz beigetragen werden können?

Grundsätzlich bieten sich zwei Möglichkeiten an. So wird von den Befürwortern des «harten» *Energieweges* – unter der Annahme, dass der schweizerische Energiekonsum weiterhin stark ansteige – vor allem die Kernkraft propagiert. Damit soll sowohl der Mehrbedarf gedeckt, gleichzeitig aber auch das knapp werdende Erdöl substituiert werden. Den neuen oder alternativen Energieträgern wird nur ein bescheidenes Potential zugebilligt. Die Vertreter des «weichen» *Energieweges* gehen dagegen hauptsächlich von der Überlegung aus, dass der Energieverbrauch in Zukunft nur noch wenig ansteigt. – Das ohne Komfortverlust und bei gleichzeitigem wirtschaftlichem Wachstum. Erreicht werden soll dieses Ziel durch eine bessere Nutzung der Energie. Zusammen mit einer intensiven Förderung der alternativen Energieträger soll so in ferner Zukunft ganz auf die Kernkraft verzichtet werden können.

Nun die grosse Frage: Wieviel vermögen sie tatsächlich an den totalen Energiebedarf beizutragen, die viel gepriesenen, die viel verschrieenen «alternativen» Energieträger?

Sonnenenergie nicht = Sonnenenergie

Der Zwist der beiden Energieparteien um den Stellenwert der neuen Energieträger ist bereits legendär. Und die Fronten sind oft unerbittlich hart – im Nehmen und im Geben. Dass die Meinungsunterschiede der einzelnen Experten so krass sind, liegt nicht zuletzt in der unterschiedlichen Defini-

tion des Begriffes «alternative Energieträger»: Währenddem die GEK darunter Biogas, Müll, Wind, Geothermik, Umgebungswärme und Sonnenenergie versteht, gehört für die Umweltorganisationen auch noch die Wasserkraft und die Biomasse dazu. Der grösste Begriffsstreit dreht sich aber um das Wort «*Sonnenenergie*» selbst. Für die GEK heisst das die Energiemenge, die durch Kollektoren und Sonnenkraftwerke sowie durch eine auf die Sonne ausgerichtete Bauweise erbracht werden kann. – Das EKCH definiert die Sonnenenergie jedoch als Zusammenfassung aller Energiearten, die ihren Ursprung in der Sonnenenergie haben. Demzufolge sind – neben der Energie der Sonnenstrahlung – auch die Energieträger Wind, Wasser, Biomasse und die Umgebungswärme darunter zu verstehen.

Nicht verwunderlich ist es deshalb, wenn die GEK den Anteil der Sonnenenergie am Gesamtenergieverbrauch für das Jahr 2000 mit 2,25 Prozent (Variante IIIcG) angibt, die besonders zuversichtlichen Sonnenenergiefreunde ihn aber auf 50 Prozent berechnen. Grund genug also für Missverständnisse und Polemik. Ebenso verantwortlich für die grossen Differenzen sind die einerseits optimistischen, andererseits aber pessimistischen Prognosen der *Entwicklungsfähigkeit* dieser alternativen Energieträger. Vielleicht wären diese Voraussagen besser noch als zweckoptimistisch und zweckpessimistisch zu charakterisieren.

Bringt man nun die verschiedenen Definitionen für den Begriff alternative Energieträger unter einen Hut, rechnet man auch die Wasserkraft dazu, so zeigt der Vergleich zwischen dem Energieszenario der GEK und dem der Umweltorganisationen für das Jahr 2000: Währenddem die GEK mit gut 20 Prozent Anteil dieser Energieträger an der Gesamtbilanz rechnet, so sind es bei den Umweltorganisationen und ihrem EKCH doch schon 35 Prozent. Heute kann der Anteil der Sonnenenergie aber, so eine Studie der *Eidgenössischen Technischen Hochschule Lausanne* (EPFL), noch vernachlässigt werden.

Aktiv und passiv – direkt und indirekt

Die Sonnenstrahlen sind die *Grundlage allen Lebens* auf der Erde. Sie fallen unerschöpflich, sauber und gratis an. Sie gefährden die Umwelt also weder mit irgendwelchen Abfallprodukten – wie das Erdöl und die Kohle –, noch droht durch ihre Verwendung eine Klimaveränderung, wie sie durch die Abwärme von Kernkraftwerken hervorgerufen werden kann. Im Laufe eines Jahres erhält die Schweiz von der Sonne ein Mehrfaches – genauer:

das 200fache – ihres Gesamtenergieverbrauchs. Nutzen lässt sich die Sonnenenergie nun aktiv und passiv, direkt und indirekt. Dabei kann sowohl Wärme, aber auch Kraft produziert werden. Die bekannteste der aktiven und direkten Möglichkeiten ist die Energiegewinnung mittels Sonnenkollektoren auf Hausdächern. Dabei wird die einstrahlte Energie in Wärme umgesetzt. Verwendet wird sie für die Warmwasseraufbereitung und für Heizzwecke. Kurze Schlechtwetterperioden können mit einem Wasserspeicher überbrückt werden. Die direkte Sonnenenergie wird gemäss GEK im Jahr 2000 gute 2 Prozent, gemäss dem EKCH 6 Prozent und nach der Ansicht der *Schweizerischen Vereinigung für Sonnenenergie* (SSES) bis zu 8 Prozent an den totalen Energiebedarf beisteuern. Ein Quadratmeter Kollektorfläche vermag dabei nach Berechnungen der *Informations- und Beratungsstelle Sonnenenergie* (Infosolar) in Brugg zwischen 85 und 130 Kilogramm Erdöl pro Jahr zu ersetzen. Die indirekt anfallende Sonnenenergie, die *Umgebungswärme*, kann mit einer Wärmepumpe ebenfalls für die Energieversorgung genutzt werden. Sie vermag – je nach Gesinnung – zwischen 1,2 Prozent und 3,4 Prozent an den Energieverbrauch beizusteuern. Diese beiden Arten der Energiegewinnung, die insbesondere in Zusammenhang mit einer besseren Energiekonservierung – einer besseren Wärmedämmung – wirkungsvoll sind, eignen sich vor allem für die Deckung des Bedarfs an *Niedertemperaturwärme*.

Sonnenkraftwerke: keine Augenweide

Die direkte Sonnenenergie lässt sich nicht nur dezentral auf Hausdächern gewinnen, sondern auch in Sonnenkraftwerken. Für diese zentralen Anlagen eignen sich hauptsächlich höher gelegene Gegenden, da die Sonnenstrahlung hier – das ganze Jahr hindurch – intensiver ist. Die Strahlen werden dabei durch zahlreiche, fünfzig Quadratmeter grosse Spiegel – *Heliostaten* genannt – gesammelt und auf einen Empfänger fokussiert. Mit der dabei entstehenden Wärme wird Dampf erzeugt und damit wie in einem herkömmlichen thermischen Kraftwerk eine Turbine zur Elektrizitätserzeugung angetrieben. Berechnungen der GEK zeigten, dass durch den Bau zahlreicher Sonnenkraftwerke auf einer Gesamtfläche von fünfzig Quadratkilometern theoretisch 20 Prozent des heutigen Elektrizitätsverbrauches produziert werden könnten. Die Umweltorganisationen gehen nicht auf diese grosstechnologischen Projekte ein, da sie «in keiner Weise» ihrem auf die dezentrale Sonnenenergienutzung ausgelegten Konzept entsprechen.

Mit der Energie solarthermischer Kraftwerke kann – so zeigen es Zukunftsprojekte – neben der Elektrizitätserzeugung aus Methanol oder Wasserstoff synthetisch ein Energieträger produziert werden, der sich als *Erdölersatz* verwenden lässt.

Das *Eidgenössische Institut für Reaktorforschung* (EIR) in Würenlingen ist als Vertreter der Schweiz zur Zeit an zwei Sonnenkraftwerk-Projekten beteiligt. So werden in *Südspanien* in internationaler Zusammenarbeit zwei Pilotkraftwerke gebaut, die im Laufe des Jahres 1982 in Betrieb genommen werden sollen. Zudem hat das EIR auf dem *Weissfluhjoch* einen Heliostatentest durchgeführt, um deren Arbeitstüchtigkeit unter harten klimatischen Bedingungen überprüfen zu können. Die Resultate übertrafen die Erwartungen.

Auf Widerstand stossen die Sonnenkraftwerke nicht nur bei den Gegnern der Grosstechnologie, sondern auch bei *Heimat- und Naturschützern*: In einem Bergtal auf einmal einem grossen Heliostatentfeld, den dazugehörigen Gebäuden und Hochspannungsleitungen begegnen zu müssen –

Was sind eigentlich...?

Kollektoren

Technische Einrichtungen, die Sonnenenergie einfangen, damit Wasser, Öl, Luft oder Mauern erwärmen und so für die Warmwasseraufbereitung oder für die Raumheizung benützt werden können. Im wesentlichen unterscheidet man zwischen zwei Kollektorentypen:

Flachkollektoren sind unter Glas verdeckte Radiatoren (Absorber), die an einem Gebäudeteil oder im Gelände starr befestigt sind. Sie verwandeln die Sonnenstrahlung in Wärme und geben diese ab an geeignete Transportmedien (Flüssigkeiten, Luft), die die Wärme zur Nutzungs- oder Speicherquelle führen.

Spiegelkollektoren konzentrieren die Sonnenstrahlen auf einen beweglichen Brennpunkt (Parabolspiegel) und erwärmen bei hoher Temperatur die dort in geschwärtzten Rohren zirkulierenden meist flüssigen Transportmedien.

Solarzellen

«Batterien» aus Silliziumplättchen (oder auch aus Arsenium-Gallium), die Sonnenlicht direkt in elektrische Energie umwandeln. Die auf der Plättchen-Oberfläche einfallenden Sonnenstrahlen lösen Elektronenwanderungen zwischen den Atomen aus und erzeugen so elektrischen Strom.

das entspricht dem Bedürfnis des Wanderers nach einer Umwelt ohne Technik weniger.

Energieversorgung dezentralisieren!

Pierre Fornallaz, Professor für Feintechnik an der ETH Zürich, Ehrenpräsident der Schweizerischen Vereinigung für Sonnenenergie (SSES): «Die wichtigste Forderung für die Zukunft lautet: Wir müssen die vorhandene Energie besser nutzen. So würde für die Gesamtenergiebilanz der Schweiz nur schon viel Gutes getan, wenn auf all die energetisch unsinnigen Massnahmen – wie die Propaganda für das elektrische Heizen – verzichtet würde. Ein Haus lässt sich beispielsweise schon durch die passive Sonnenenergienutzung mittels einer guten Wärmedämmung und bauphysikalisch durchdachten Konstruktion zu 70 Prozent heizen. Und die anderen 30 Prozent lassen sich teilweise und oft sogar ganz durch die Nutzung der aktiven Sonnenenergie wie Sonnenkollektoren und Holz decken. Den grössten Beitrag an die Gesamtenergiebilanz werden aber nicht die Sonnenkollektoren leisten, sondern die mit Wärmepumpen genutzte Umweltwärme.

Im Vergleich zu den anderen Industrieländern ste-

hen in der Schweiz wohl am meisten mit Sonnenenergie ausgerüstete Häuser. Wir hatten eine ziemlich gute Entwicklung, die aber allein das Verdienst *privater Initiative* ist: Eine staatliche Hilfe existiert leider fast nicht. Vom Bund hört man nur das bekannte (man sollte). Und angesichts der Machtverhältnisse in der Schweiz müssen Massnahmen des Bundes zur Förderung der Sonnenenergie als (problematisch) bezeichnet werden. Auch von der Eidgenössischen Fachkommission für die Nutzung der Sonnenenergie (KNS) hat man bis heute wenig gehört.

Prinzipiell habe ich aber keine Zweifel, dass sich die Schweiz – bei einer heutigen Auslandabhängigkeit von 85 Prozent – durchaus selbst mit Energie versorgen könnte. Wenn ich aber für das Jahr 2000 nur mit 50 Prozent eigener Energieproduktion rechne, so habe ich noch nicht alle möglichen Sonnenenergieträger mit einkalkuliert: Viele sind heute noch zu wenig erforscht. Die direkte Sonnenenergienutzung ist heute jedoch bereits für jedermann möglich. Sie bringt zwar *höhere Investitionen*, aber *kleinere Gesamtbetriebskosten* als herkömmliche Energieanlagen. In Zukunft wird sich diese Rechnung weiter zugunsten der Sonnenenergie verändern, da die Energiepreise ansteigen werden.

Ein erheblicher Teil der Gelder für die Sonnenenergieforschung wird in die falsche Richtung geleitet: nämlich für die *Projektierung von Sonnenkraftwerken*. Auch das EIR fördert vor allem diese zentralistischen Systeme, aus denen immer die gleichen Grossfirmen ihren Profit schlagen. Die energetische Zukunft der Welt liegt aber nicht in der zentralistischen Sonnenenergienutzung, sondern eben in der dezentralen.»

Für sonnengerechte Architektur

Dr. Jean-Marc Suter, Leiter des Vorhabens Solarwärme am EIR:* «Die Energie wird knapp – viel Zeit haben wir nicht mehr. Daher muss auf dem Sektor der Sonnenenergie möglichst schnell möglichst viel geleistet werden. Sie darf aber nicht revolutionär, sondern nur *evolutionär* – also Schritt für Schritt – eingesetzt werden. Ein plötzliches Abschalten der Kernkraftwerke hätte ebenso ein riesiges Chaos zur Folge. Mit steigendem Anteil der Sonnenenergie an der Gesamtenergiebilanz werden die heutigen Energieträger bei den Hochbauten immer mehr eine Funktion als Puffer erhalten. Mit anderen Worten: Sie werden nur noch zu Spit-

* Die Aussagen von Dr. J.-M. Suter sind persönlich und müssen sich nicht mit den EIR-Ansichten decken.

Wertvoller Beitrag...

cs. «Die Sonnenenergie kann, wenn sie am richtigen Ort und mit vernünftigen Erwartungen eingesetzt wird, zwar nicht alle Energieprobleme auf einen Schlag lösen, aber doch einen wertvollen Beitrag leisten. Ist sie rein wirtschaftlich gesehen heute oft noch etwas teurer, so kann sich die Lage angesichts der Bewegung der Erdölpreise früher als erwartet ändern.» So die Ansicht der Eidgenössischen Kommission für die Nutzung der Sonnenenergie (KNS).

Eine der wichtigsten Aufgaben der KNS besteht in der Koordination der Forschungs- und Entwicklungsbemühungen. Die ihr zur Verfügung stehenden öffentlichen Gelder verwendet sie sowohl für die Förderung der Sonnenenergie in der Schweiz als auch für die Entwicklung der Schweizer Industrie entsprechenden Exportprodukte. Um dem grossen Informationsbedürfnis der Bevölkerung in Zusammenhang mit der Sonnenenergie nachzukommen, hat die KNS die Bildung einer Beratungsstelle für Sonnenenergie angeordnet. Auskunft gibt: Infosolar, Beratungsstelle für Sonnenenergie, HTL Brugg-Windisch, Postfach, 5200 Brugg.

zenverbrauchszeiten benötigt werden, sonst aber im Hintergrund stehen. Wohl ist die Sonnenenergie eine sehr wichtige Komponente für die Energieversorgung in der Zukunft – da bin ich optimistisch, man darf sich jedoch nicht täuschen: Auch mit grossen Anstrengungen wird man bremsende Faktoren in Kauf nehmen müssen – wie die Sanierungsraten und Erneuerungsraten der Gebäude von einigen Prozenten im Jahr und die notwendige Weiterbildung der Baufachleute.

Ebenso ist das *Recht auf Sonne* des Einzelnen noch zu wenig verankert: Die Raumplanung muss mehr auf die Sonnenenergie abgestellt werden, und die Baubehörden dürfen Bewilligungsgesuchen für Sonnenenergieanlagen nicht mehr so viele Hindernisse in den Weg legen: Ob ein Haus schön gebaut wird oder nicht, hängt allein von der *Kunst des Architekten* ab; und nicht davon, ob es ein Sonnenenergiehaus ist oder nicht. Wichtig für die Zukunft der Sonnenenergie ist auch, dass die Investitionskosten für die Anlagen sinken und dass nur gute Kollektoren erstellt werden. Heute ist die Qualität der Arbeit noch sehr unterschiedlich. Ganz unabhängig von den herkömmlichen Energieträgern kann in unserem Land ein das ganze Jahr bewohntes Haus nicht werden – zumindest auf wirtschaftlich vertretbare Art nicht.

Durch die dezentral anfallende Sonnenenergie lässt sich die Kette Energieproduzent, Verteiler, Konsument durchbrechen. Das ist wichtig für das *Energiebewusstsein* des Einzelnen. Aber auch die Nutzung der Sonne in zentralen Kraftwerken ist von Bedeutung; diese Lösung darf im heutigen Entwicklungsstadium nicht einfach aus dogmatischen Gründen verworfen werden. Ganz allgemein möchte ich aber vor zu grossen zentralistischen Kraftwerken – seien es nun Kernkraft- oder Sonnenenergieprojekte – warnen: Sie sind strategisch gesehen weniger sicher. Zudem können sie eine Eigendynamik mit wirtschaftlichen und sozialen Konsequenzen – Arbeiterentlassung – entwickeln, so dass vom einmal eingeschlagenen Weg nicht mehr abgewichen werden kann.»

Realistisch bleiben

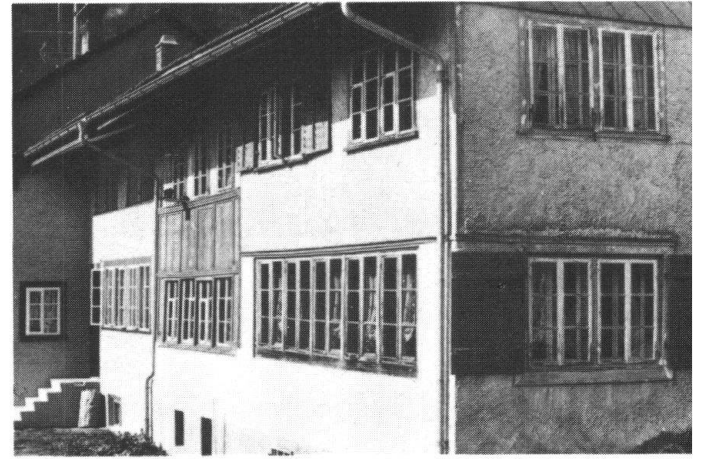
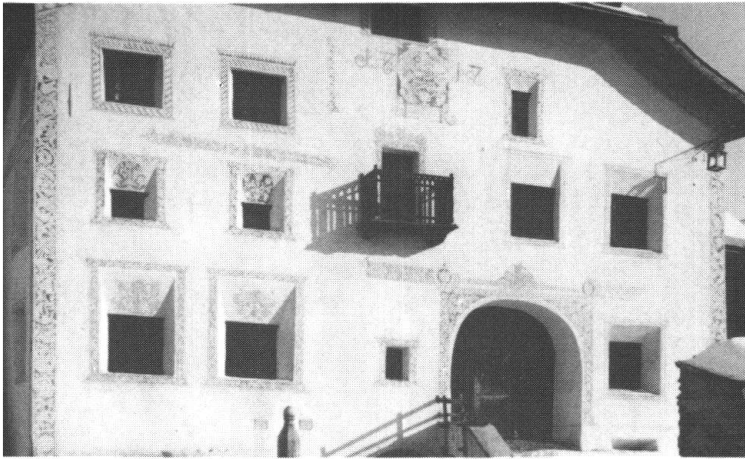
Dr. Paul Kesselring, Mitglied der Eidgenössischen Fachkommission für die Nutzung der Sonnenenergie (KNS), Leiter der Abteilung Prospektivstudien am EIR: «In bezug auf die Energieversorgung der Schweiz ist mir sowohl der Slogan «Atomkraft – nein danke» zuwider als auch der Spruch «Solar-kraft – nein danke». Denn die Welt ist nicht gut oder böse, schwarz oder weiss, sondern sie weist *Grautöne* auf. Die Wahrheit hat viele Gesichter. Demzufolge bin ich der Ansicht, dass wir alle mög-



lichen Energieträger nützen und fördern müssen: Ein Tausendfüßler muss unsere Energieversorgung sicherstellen. Jede Kilowattstunde – woher sie auch kommen mag – ist wichtig, wenn das Erdöl knapp wird. Daher liegt die Lösung der Energiefrage auch nicht im Übergang von der Monokultur Erdöl zur Monokultur Kernenergie. Aber heute steht uns noch keine Technik zur Verfügung, die ökonomisch mit der Kernkraft konkurrenzieren könnte: Dafür müssen wir zuerst lange kämpfen. Und ich glaube, dass ich wirklich für die Sonnenenergie kämpfe – doch Wunder erwarten dürfen wir nicht. Würde nämlich die Förderung der Sonnenenergie überstrapaziert, so würde das Kind mit dem Bade ausgeschüttet. Es nützt also nichts, sich nur im wünschbaren Bereich zu bewegen, wir müssen im realisierbaren diskutieren.

Die weitere Entwicklung der Sonnenenergie ist nun aber weniger von technischen Zeitkonstanten abhängig, sondern vielmehr von *menschlichen*. Und wenn an der Kernenergie 30 Jahre gearbeitet werden musste, bis sie 4 Prozent an den Gesamtenergiebedarf beisteuern konnte – wieso soll es dann bei der Sonnenenergie so viel schneller gehen? Im übrigen glaube ich, dass der bestinvestierte Forschungsfranken derjenige ist, der für eine gute Wärmedämmung und eine sonnengerechte Architektur aufgewendet wird. In bezug auf die dezentrale oder zentrale Sonnenenergienutzung bin ich der Meinung, dass wir das eine tun, das andere aber nicht lassen sollen. Und der Vorwurf, dass das EIR die zentralistischen Projekte übermässig fördere, stimmt nicht. Im Gegenteil.»

Christian Schmidt



Konfliktstoff mit Verständigungschancen

Von Heimatschutz und Sonnenenergie

In der Suche um Massnahmen zur Bewältigung des Energieproblems namentlich im Bausektor ist auch der Schweizer Heimatschutz (SHS) herausgefordert. Langfristig interessant erscheint in diesem Bereich unter anderem die Sonnenenergie. Sie ist unbeschränkt verfügbar, umweltfreundlich und lässt sich mit einfachen technischen Mitteln gewinnen. Der SHS steht ihr daher grundsätzlich positiv gegenüber. Er ist sich aber bewusst, dass ihre Nutzung für das Orts- und Landschaftsbild Probleme mit sich bringt, die an die gestalterischen Fähigkeiten aller Beteiligten grosse Anforderungen stellen. Wie können sie bewältigt werden?

Eine der Hauptgefahren der Sonnenenergieentwicklung liegt darin, dass man sie heute vielfach nur mit *Sonnenkollektoren* verbindet. Dass es auch andere, seit Jahrhunderten bekannte Möglichkeiten gibt, energiebewusst und umweltfreundlich zu bauen, ist in den letzten Jahrzehnten leider etwas vergessen worden.

Von der Vergangenheit lernen!

Wir denken an die kompakte, energiesparende Bauweise, alter Stadtkerne, an die naturbezogene Architektur unserer Vorfahren, ihrer Berücksichtigung der Baulage und der klimatischen Verhältnisse in Bauform, Volumen und Materialwahl. Überall entwickelten geschickte Baufachleute – ob bewusst oder instinktiv bleibe dahingestellt – Bauformen, die den regionalspezifischen Eigenheiten Rechnung trugen und über die wir heute nur staunen. Die Sonnenenergienutzung im Zusammenhang mit architektonischen und siedlungsgestalterischen Problemstellungen ist daher keineswegs eine Erfindung unserer Tage. Nur die Mittel haben sich geändert und reden die Sprache unseres Zeitalters. Sonnenenergiebewusstes Bauen heisst daher nicht einfach «Kollektoren verkaufen», sondern heisst alle umweltrelevanten Faktoren in ein natur- und menschengerechtes Energie- und Bausystem einbeziehen. Das gilt namentlich für die Bauherren, Architekten und Baubewilligungsbehörden.

Bilder links: Schon vor Jahrhunderten verwirklichten einfache Baumeister im Bauernhaus verschiedener Landesteile verblüffende Energiekonzepte. Um eine zentrale Energiekammer (Kachelofen oder Holzherd) wölbten sich beispielsweise oft eigentliche Klimahüllen mit Wohn- und Schlafzimmer, Lauben, Scheune, Schopf und Stall; sie bewahren die Innenwärme, fangen Sonnenenergie ein; der nahe Wald schützt vor Wind und Sturm, der Wetterbaum dämpft Regen und Schnee; Lage, Bauweise, Volumen und Material sind den Bedürfnissen der Menschen und Gegebenheiten des Ortes angepasst (Bilder SHS, Schnebli).

den. An sie richtet sich deshalb eine vom *Schweizer Heimatschutz* (SHS) in Zusammenarbeit mit der *Schweizerischen Vereinigung für Sonnenenergie* und dem *Institut für Denkmalpflege der ETH Zürich* soeben herausgebrachte Schrift mit dem Titel «Sonnenenergie im Orts- und Landschaftsbild».

Allerdings: Die Solartechnik steckt noch sehr im Experimentellen. Es wäre daher vermessen, im heutigen Zeitpunkt einen abschliessenden Verhaltenscodex für ihre Anwendung vorzulegen. Das war und ist aber auch nicht das Ziel des neuen «*SHS-Leitfadens für die Praxis*». Ausgehend von der Bauweise unserer Vorfahren, deren Werke im Gegensatz zur Verschwendungsarchitektur unserer Zeit energiewirtschaftlich oft bestechend weit-sichtig und fortschrittlich waren, werden deren elementare Prinzipien hier wieder in Erinnerung gerufen und verbunden mit den Möglichkeiten, wie sie die heutige Technik bietet. Aufgrund konkreter Situationen und methodischer Vorschläge versucht darauf die Schrift Wege aufzuzeigen, wie im einzelnen Fall vorgegangen werden kann, um die zwei auf den ersten Blick doch recht konfliktrichtig anmutenden Ziele von Heimatschutz und Solartechnik auf einen Nenner zu bringen.

Bundesgericht: Kein Katz-und-Maus-Spiel

Ein solch problemorientiertes Vorgehen drängte sich einerseits deshalb auf, weil Baufachleute und Behörden hinsichtlich der Gestaltung und Bewilligung von Sonnenenergieanlagen beträchtlich verunsichert sind und weil andererseits das *Bundesgericht* vor kurzem in einem wegweisenden Entscheid gegen die Zürcher Regierung zu verstehen gegeben hat, dass es Ortsbildschutz und Sonnenenergieanlagen nicht als unvereinbar erachtet und dass es auch nicht gewillt ist, zum vornherein das eine gegen das andere auszuspielen. Es dürfte deshalb

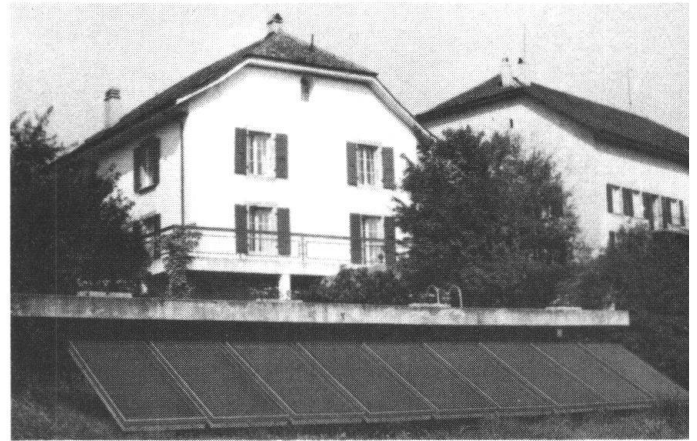
nichts schaden, diesen (Präzedenz-?) Fall auch hier kurz anzuführen:

1977 beschloss die *Sennereigenossenschaft Maschwanden ZH*, auf dem Dach eines Altbaues im geschützten Ortskern einen Sonnenkollektor von 9 Quadratmetern Fläche zu installieren, um damit Warmwasser aufzubereiten. Trotz Einspruchs der kantonalen Denkmalpflege bewilligte der Gemeinderat das Vorhaben unter bestimmten Auflagen hinsichtlich seiner Anpassung. Die kantonale Baudirektion jedoch verweigerte die Genehmigung, indem sie den Ortsbildschutz höher einstufte als das Energieexperiment. Dagegen rekurrierte die Bauherrin beim Regierungsrat, der indessen die Beschwerde ablehnte. Der Fall wurde weitergezogen. Nach einem Augenschein an Ort und Stelle hiess schliesslich das Bundesgericht die Beschwerde am 12. Dezember 1979 gut, weil Grösse, Gestaltung und Anordnung des Kollektors nach ihm weder das Ortsbild noch das Gebäude erheblich beeinträchtigten.

Dieser Entscheid bedeutet zum einen, dass Sonnenenergieanlagen grundsätzlich überall erstellt werden dürfen, dass sie aber zum andern im Sinne des Ortsbild- und Landschaftsschutzes auch verpflichtet. Die *unterschiedliche Rechtslage* in den Kantonen und Gemeinden und die Tatsache, dass für diese Aufgabe spezifische Gesetze noch weitgehend fehlen, erlauben es allerdings nicht, hier und jetzt schon Allgemeinverbindliches auszusagen. Immerhin liefern die einschlägigen Bestimmungen über den Natur- und Heimatschutz in den Kantonen und über die Ortsbilderhaltung und -pflege in den Baureglementen und Zonenplänen der Gemeinden bereits nützliche Beurteilungskriterien bei der Behandlung solcher Projekte. Aber auch die Baubewilligung selber gestattet es, wo nötig, dem Bauherrn objektbezogene Auflagen für sein Solar-Vorhaben zu machen (Dachgestaltung, Standortwahl, Kollektorentypen, Einpassung der Kollektoren).

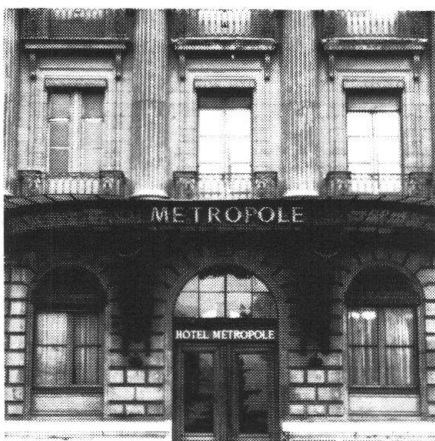
Vorschriften allein genügen nicht

Dass bei den Baubewilligungsämtern bis heute weniger energiepolitische und energiewirtschaftliche Überlegungen im Vordergrund stehen, wenn sie mit solartechnischen Gesuchen konfrontiert werden, sondern vor allem ästhetische, zeigt sowohl die Praxis als auch das Ergebnis einer im Jahre 1978 vom *Eidgenössischen Institut für Reaktorforschung* bei 70 Gemeinden durchgeführte Umfrage. Die gute Eingliederung von Kollektoren in die Baukörper, eine umgebungsgerechte Materialwahl, Vermeidung von Blendwirkungen, Rück-

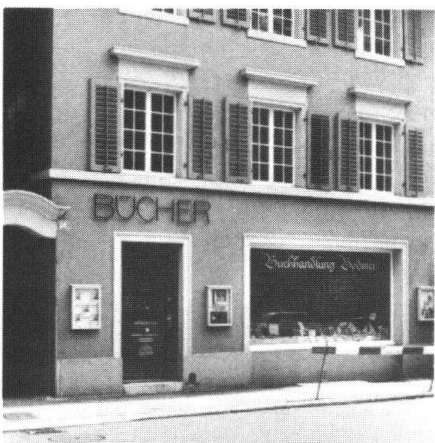




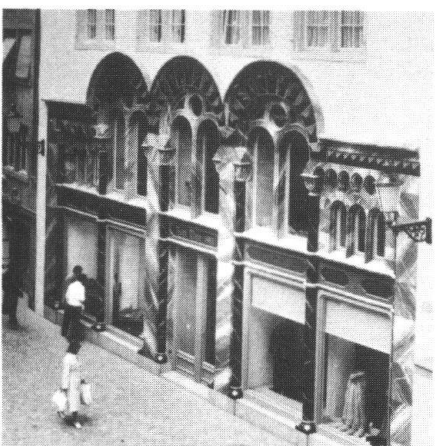
**Methode 1:
Verbergen**



**Methode 2:
Unterordnen**



**Methode 3:
Angleichen**



**Methode 4:
Gegenüberstellen**

Neue SHS-Schriftenreihe!

Nummer 1 der «Sonnenenergie im Orts- und Landschaftsbild» gewidmet

shs. In Zusammenarbeit mit dem Institut für Denkmalpflege der ETH Zürich und der Schweizerischen Vereinigung für Sonnenenergie hat der Schweizer Heimatschutz in seiner neuen Schriftenreihe einen handlichen und leichtfasslichen Leitfaden für Bauherren, Architekten, Handwerker und Baubewilligungsbehörden zum Thema «Sonnenenergie im Orts- und Landschaftsbild» herausgegeben. Ausgehend von der Bauweise unserer Vorfahren und aufgrund konkreter Situationen und methodischen Vorschlägen zeigt die Broschüre praktische Wege auf, wie im einzelnen Fall vorgegangen werden kann, um die auf den ersten Blick konfliktrichtig anmutenden Ziele von Heimatschutz und moderner Solartechnik auf einen Nenner zu bringen. Als Orientierungs- und Entscheidungshilfe will sie dazu beitragen, der verbreiteten Verunsicherung bei der Projektierung, der Bewilligung und dem Bau von Sonnenenergieanlagen entgegenzuwirken und energiewirtschaftlich und heimatschützerisch optimale Lösungen zu finden. Die 24seitige, nützliche Schrift ist reich bebildert, in deutscher und französischer Sprache erhältlich und kann zum Preis von 5 Franken bezogen werden beim Schweizer Heimatschutz, Postfach, 8032 Zürich (Bestellschein auf Seite 24).

In seiner neuen Schrift schlägt der Schweizer Heimatschutz vier Methoden vor, nach denen Sonnenenergieanlagen in bestehende Strukturen eingepasst werden können (Bilder SHS, IREC):

Methode 1 (Verbergen): Das neue Element wird gegenüber dem Vorrangigen zurückversetzt. Der Sonnenkollektor lässt das Haus frei und wird beispielsweise im Garten versteckt, so wie das moderne Geschäft unter den alten Lauben verschwindet.

Methode 2 (Unterordnen): Das neue Element wird dem grösseren Ganzen untergeordnet. Der Kollektor befindet sich auf dem Nebengebäude und übernimmt dessen abgewinkelte Dachgestalt, wie die Hotelbeschriftung Formen und Linien der ursprünglichen Hausfassade aufnehmen.

Methode 3 (Angleichen): Das neue Element passt sich in Form, Material und Farbe dem Bestehenden an. Der Kollektor wird in das Dach eingelegt, Schaufenster und Fassadenbeschriftung lehnen sich an den Gestaltungsstil des Hauses an.

Methode 4 (Gegenüberstellen): Zwei ungleiche, aber gleichwertige Elemente werden miteinander verbunden. Der Sonnenkollektor hebt sich vom zu flachen Dachsattel des Ökonomiegebäudes ab, wie das neue Geschäft in verträglichem Gegensatz zur alten Struktur des Hauses steht.

sichtnahme auf natur- und heimatschutzwürdige Objekte und auf das vorhandene Strassen-, Quartier- und Ortsbild sowie eine befriedigende Gesamtwirkung der Anlagen stehen im Vordergrund der Anliegen. Kürzlich von der *Vereinigung Schweizerischer Bauinspektoren* herausgegebene Richtlinien bemühen sich, die zum Teil grosse Rechtsunsicherheit abzubauen und unterbreiten den Behörden Empfehlungen für die Bewilligung von Sonnenkollektoren. Sie sollen diesen als Grundlage dienen für konkrete Bestimmungen auf kommunaler Ebene, sind jedoch sehr allgemein und schematisch gehalten.

In diesem Zusammenhang ist nämlich vor einer verbreiteten Illusion zu warnen: Baugesetze allein gewährleisten noch keineswegs gute Sonnenenergieanlagen! Ja, zu starre Vorschriften können optimale Lösungen sogar erschweren oder verunmöglichen. Wichtiger ist vielmehr der Wille des Bauherrn, für seinen Fall wirklich die beste Lösung zu suchen, ist die Bereitschaft des Architekten, das Projekt von A bis Z individuell und verantwortungsbewusst zu betreuen und ist schliesslich die Fähigkeit der Handwerker, die Arbeiten mit Fingerspitzengefühl auszuführen. Eine Wegleitung dazu möchte die neue SHS-Schrift geben.

Verhaltensgrundsätze für die Praxis

Es ist im Rahmen dieses Beitrages nicht möglich, den 24-seitigen Leitfaden im Detail vorzustellen, arbeitet er doch aus didaktischen Gründen vor allem mit dem Bild und aufgrund bestimmter Situationen, die hier mangels Platz nicht wiedergegeben werden können. Wir müssen uns deshalb darauf beschränken, die in der Heimatschutz-Schrift enthaltenen zusammenfassenden Verhaltensgrundsätze (sie werden in der Schrift erläutert und begründet) für die Projektierung, die Bewilligung und den Bau von Sonnenenergieanlagen anzuführen. Diese erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit oder Endgültigkeit, sondern wollen dazu anregen, jeden einzelnen Fall vorurteilslos anzugehen und damit sowohl in heimatschützerischer als auch in energiewirtschaftlicher Hinsicht verantwortbare Lösungen zu finden. Die Grundsätze lauten:

- *Die Energiefrage ist nur eine von vielen, bei denen unsere hochtechnisierte Gesellschaft früheren Generationen noch einiges ablauschen kann. Technisch, ästhetisch und energiewirtschaftlich optimal zu bauen setzt voraus, dass wir wieder lernen, Natur und Architektur wo immer möglich miteinander zu verbinden.*
- *Man kann und soll heute die alten Handwerkmeister nicht einfach nachahmen. Aber auch wir müssen*

ganzheitliche Antworten auf die Fragen unserer Zeit suchen und sie in Einklang bringen mit dem Erbe unserer Vergangenheit.

- *Ortschaften und Landschaften sind keine Wegwerfartikel. Zu ihnen ist Sorge zu tragen. Das aber muss nicht in jedem Fall «schützen» oder «verbieten» heissen. Es verpflichtet vielmehr dazu, für jede Aufgabe die richtige Lösung zu suchen. Das verlangt Beweglichkeit, Einfühlungsvermögen und vor allem fachliches Können.*
- *Die Eingliederung von Sonnenenergieanlagen ins Orts- und Landschaftsbild ist im Sinne eines modernen Heimatschutzes eine erstrangige gestalterische Aufgabe. Methodisch richtig und mit Sachkenntnis und Verantwortungsbewusstsein angegangen, lässt sie sich grundsätzlich lösen, auch wenn die praktischen Erfahrungen den Spielraum erst aufzeigen müssen.*
- *Aus der grossen Zahl bereits vorhandener Materialien für Sonnenenergieanlagen eignet sich lange nicht alles für jedes Objekt. Was wo in Frage kommt, hängt vom jeweiligen Gebäude ab und will ebenso gründlich abgeklärt sein wie die formale und massstäbliche Einpassung der Anlage in ihre Umgebung.*
- *Wollen wir dem Neuen gerecht werden, so dürfen wir es nicht nur an dem uns Vertrauten messen. Es kann seinen eigenen wahrnehmbaren Ausdruck erhalten, wenn wir uns nicht mit Nützlichkeits-Erwägungen allein zufrieden geben. Auch Sonnenenergieanlagen müssen bewusst gestaltet werden!*
- *In einer Zeit zunehmenden Spezialistentums und komplexer werdender Probleme wird es immer wichtiger, wie Bauvorhaben vorbereitet und die entsprechenden Gesuche behandelt werden. Wird diese Aufgabe vernachlässigt, sind Fehlentscheidungen, Ärger, Schäden, ja sogar unwiederbringliche Verluste die Folge. Dem kann und muss von allen Beteiligten vorgebeugt werden!*
- *Bauherren, Architekten und Bewilligungsbehörden dürfen sich niemals auf das erstbeste Konzept einer Sonnenenergieanlage festlegen. Sie sollen vielmehr gemeinsam, offen und mit Kreativität eine Palette verschiedenster Lösungsvarianten zusammensstellen und erst dann die sachgerechteste wählen und verwirklichen.*
- *Auch bei der Erstellung von Sonnenenergieanlagen sollte nur dann zu Rechtsmitteln gegriffen werden, wenn alle weiteren Möglichkeiten ausgeschöpft sind und es anders nicht geht. Während auf Bundes- und Kantonsebene die gesetzlichen Rahmenbedingungen weitgehend genügen dürften, sollten in die Baureglemente der Gemeinden ergänzende Vorschriften eingebaut werden. Denn vorbeugen ist besser als heilen!*

Marco Badilatti



Beispiel einer tadellos integrierten Sonnenenergieanlage in Gonten AR: Kollektor- und Fensterfläche bei diesem Einfamilienhaus wetteifern mit der Klarheit der Südfassaden traditioneller Häuser im Ort (Bild Schäfer).

Solarpraxis aus wirtschaftlicher Sicht

Lohnt es sich auf «Sonne» umzustellen?

shs. Natürlich gibt es – immer noch – Wissenschaftler, die behaupten: «Viel Sonne können wir uns nicht leisten», oder: «Der sanfte Weg ist eine unsanfte Utopie.» Was sie jedoch dabei vergessen haben, sind die Zahlen, die die Sonne schwarz auf weiss erscheinen lässt. Zahlen, die die Heizölrechnung um Tausende von Franken im Jahr tiefer präsentieren, die einen höheren Wohnkomfort bestätigen. Und Zahlen, die dem Umweltschutz dienen. Aber auch Zahlen, das darf nicht vergessen werden, die die höheren Investitionskosten für Sonnenenergieanlagen belegen.

Sonnenenergie in der Praxis: Eine der grössten Kollektorenanlagen für die aktive Sonnenenergienutzung wurde mit 250 Quadratmetern Fläche letzthin im Camping «Bella Tola» im Oberwallis in Betrieb genommen. Damit konnte der Ölverbrauch für die Heizung des Schwimmbades von 33000 Liter jährlich praktisch auf Null gesenkt werden. Und in Magliaso liess sich durch die Sanierung des *Evangelischen Zentrums für Ferien und Bildung* der Ölverbrauch von 124 Tonnen im Jahr auf 20 Tonnen senken; die notwendige Energie wird heute mit Wärmepumpen gewonnen. Gleichzeitig gelang es, den Wirkungsgrad der Anlage von 60 Prozent auf 170 zu steigern. Sonnenenergie wird auch in der *Landwirtschaft* genutzt: Heute trocknen bereits 6000 Quadratmeter Kollektoren das frisch eingebrachte Heu.

Dass sich ganze Dörfer mit Sonnenenergie versorgen lassen, zeigt die Unterengadiner Ortschaft

Sent: Holz, Wasserkraft, Biogas und Umweltwärme werden bis ins Jahr 2000 den gesamten Energiebedarf liefern. Ein Musterbeispiel der dezentralisierten Sonnenenergienutzung! (Siehe «Heimatschutz» 3/77.) Und, um im Engadin zu bleiben, den Skifahrern in *St. Moritz* wird aufgefallen sein, dass das neue Dach der Station *Chantarella* aus Sonnenkollektoren besteht. Sie liefern zwei Drittel des Wärmebedarfs. In *Luzern* können bei der Kehrichtverbrennung – seitdem die Abwärme genutzt wird – 500 Tonnen Erdöl gespart werden. Mit Sonnenenergie lässt sich nicht nur heizen, sondern auch kühlen: Vor allem für die *Länder der Dritten Welt* wurde eine Anlage entwickelt, die mittels Sonnenstrahlen die Energie für Kühlaggregate liefert. Dass die Sonnenenergienutzung aber in wirtschaftlicher Hinsicht für jedermann möglich geworden ist, zeigen die drei folgenden Beispiele aus der Praxis.

Beispiel Einfamilienhaus:

Auf bestem Weg zur «Selbstversorgung»

Wie andere Einfamilienhausbesitzer heute, musste auch er früher rund 5000 Liter Öl pro Heizperiode verfeuern, um während der kalten Jahreszeit stets in einer warmen Stube sitzen zu können und damit ständig heisses Wasser aus den Hähnen sprudeln. In zäher, kreativer Pionierarbeit schaffte Hans Steinemann – Ex-Direktor der BBC-Tochter Micafil und ehemaliger Geschäftsführer der Schweizerischen Vereinigung für Sonnenenergie –, was jetzt fast nach einem Energiesparwunder aussieht: 400 Liter Öl, 300 Kilo Koks und 4½ Kubikmeter Holz genügen ihm im Winter, um sein Haus behaglich warm zu halten.

Und dies brachte Hans Steinemann zustande, ohne auf Elektrizität umzusteigen. Im Gegenteil: Seinen Stromkonsum schraubte er soweit zurück, dass er nun mit der eingesparten Energie eine Wärmepumpe betreiben kann, die ihn von fossilen Energieträgern noch gänzlich unabhängig machen wird.

1. Punkt: Isolieren

Alles fing in den sechziger Jahren an. Es war nicht nur die Zeit der Jugendrevolte, damals keimte auch das Bewusstsein über die schleichende Umweltzerstörung und die Plünderung der nicht erneuerbaren Ressourcen – wenn auch vorerst nur in einem kleineren Kreis von Beunruhigten. Hans Steinemann gehört nicht zu jenen, die Wasser predigen und Wein trinken. So drängten Ende der sechziger Jahre seine Energiesparideen gleich zur Verwirklichung.

Mit einem Lastwagen voll Abfallisolationmaterial im Wert von rund 150 Franken wurde das Einfamilienhaus in Rudolfstetten AG vom Estrich bis zum Keller wärmedämmend. Ausserdem verpasste man allen Fenstern rund ums Haus eine dritte Fensterscheibe. Der Erfolg der verbesserten Wärmeisolation liess sich sehen: Im Vergleich zu früheren Jahren halbierte sich praktisch der Heizölbedarf. Dass die Energie-Spartechnik nicht nur Rohstoffe zum Wohle künftiger Generationen

streckt, sondern sich auch schon für heutige Generationen in Franken und Rappen bezahlt macht, offenbarte sich während der Ölkrise: Als die Zentnerpreise beim Heizöl in die Höhe schneitten, sparten die Steinemanns mit ihrer Mini-Ölrechnung in einem einzigen Jahr 1500 Franken ein.

Krisensichere Energieversorgung

Doch die Isolieraktion war nur der Auftakt zum zweiten Streich: Nun schickte sich «Energieingenieur» Hans Steinemann – wie er sich heute nennt – an, alternative Energiequellen einzusetzen. Der Einbau einer Solaranlage verminderte erneut den Bedarf an zugekaufter Energie: Seither kommt das Einfamilienhaus jährlich mit 1000 Liter Öl oder 2½ Tonnen Koks oder 6 Kubikmeter Holz aus. Auch eine x-beliebige Kombination dieser drei Energieträger ist natürlich möglich. Teil von Hans Steinemanns Heizanlage sind nämlich ein kleiner Schalenbrenner-Ölofen und ein Guss-Zentralheizungskessel für Holz und Kohle. Mit der wahlweisen Verfeuerung von Öl, Holz und Koks ist die Krisensicherheit sprichwörtlich.

In einem nächsten Schritt montierte Steinemann 30 Quadratmeter *Fassadenkollektoren* und installierte eine Wärmepumpe. Diese sorgt nun dafür, dass die Solaranlage auch bei bewölktem Himmel wirksam arbeitet. Sie pumpt ungenügend warmes Wasser auf ein brauchbares Temperaturniveau hinauf. Damit wird man in Steinemanns Einfamilienhaus in Jahren mit normaler Witterung ganz um die Verbrennung von Öl und Koks herumkommen. Die *Deckung des Spitzenbedarfs* an kalten, sonnenlosen Tagen erledigt dann Abfall-Brennholz, das die Förster noch so gerne loswerden. Pro Saison werden 3 bis 4 m³ genügen. Diese Menge ist etwas grösser als der Holzverbrauch eines regelmässig benutzten Cheminées.

Sonnenzellen und Windrad

Es fragt sich, inwieweit die in einem Einfamilienhaus erzielten Resultate auf gesamtschweizerische Verhältnisse übertragen werden können. Klar ist, dass direkte Hochrechnungen auf sämtliche schweizerischen Haushalte unrealistisch sind. Immerhin, die Reduktion des Ölverbrauchs auf 50% des heutigen Wertes bis 1990 erscheint Hans Steinemann ein erreichbares Ziel. Bei der *Wirtschaftlichkeit* soll es laut Steinemann nicht hapern: «Die Investitionen, welche für eine solche Entwicklung erforderlich sind, sind über die Nutzungsperiode wirtschaftlich interessant, interessanter als die Vergleichsprojekte mit Substitution der Ölergie durch Elektrizität oder durch Fernwärme. Allge-

mein wendet sich Hans Steinemann, von Haus aus *Elektroingenieur*, gegen ein uferloses Wirtschaftswachstum, das nicht nur unseren natürlichen Lebensraum zerstört, sondern sich auch zersetzend auf die sozialen Beziehungen auswirkt. So erstaunt es nicht, dass er nicht nur gegen die Verschleuderung des Öls kämpft, sondern auch der Stromvergeudung auf den Leib rückt. Er ist überzeugt: Bis Ende der achtziger Jahre könnte der schweizerische Stromverbrauch im Haushaltbereich ohne Komforteinbusse um 20% zurückgehen. Bereits heute sitzen auf Steinemanns Dach ein Satz *Sonnenzellen* und ein selbstgebasteltes *Windrad* aus Dachkännelprofilen. Sonnenzellen und Windrad decken 20% des Lichtbedarfs des Hauses. Hans Steinemanns Ziel hier: Die Entwicklung eines Do-it-yourself-Bausatzes für Windgeneratoren, der von einem Grossverteiler lanciert würde.

In den letzten Jahren drückte man in Steinemanns Eigenheim den *Stromverbrauch* allein durch die folgenden drei Massnahmen um 30%: Ersatz der Glühbirnen in Nebenräumen durch *Leuchtstoffröhren*, der Anschluss der Waschmaschine ans Warmwasser und eine 75prozentige Aufbereitung des Warmwassers durch die Solaranlage. Zusammen mit der Anwendung der Stromspartechnik in der Küche (optimal isolierte Pfannen, Backöfen, Kühlschränke und Tiefkühler) wird so genügend Energie frei zur Betreibung der Wärmepumpen, ohne dass der Stromkonsum gesamthaft steigen muss.

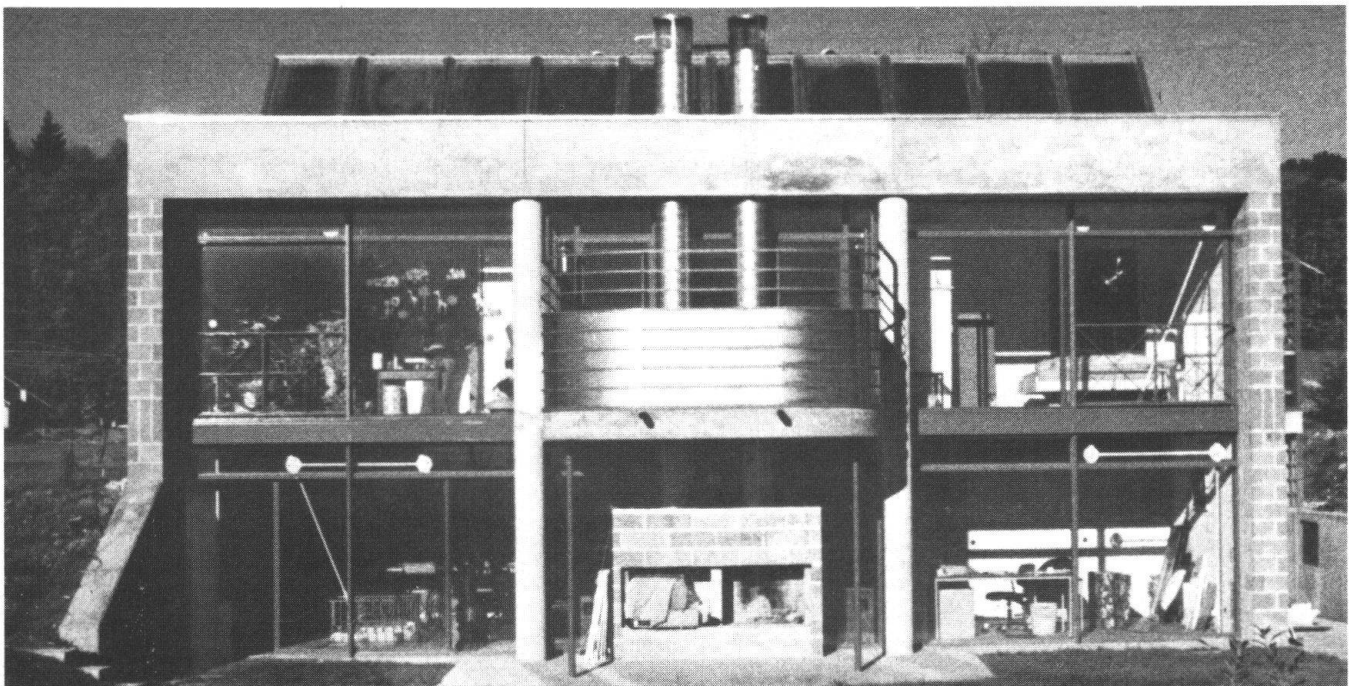
Silvio Bertolami

Zweifamilienhaus von morgen:

Sonnen-Architektur ohne Kompromisse

Ohne Öl, ohne Gas und mit relativ wenig Strom kommen zwei vom Basler Architekten Martin Wagner erstellte Einfamilienhäuser aus. Dank Solarheizung, Wärmepumpe, Isolation, Wärmespeicherung, Orientierung, Grundriss und Fassadengestaltung! Klammert man für einmal die ästhetische Frage aus, darf man das Experiment in energiewirtschaftlicher Hinsicht als überaus interessant bezeichnen, werden hier doch teilweise uralte Erkenntnisse aufgegriffen und mit modernen Mitteln zu einer integralen Sonnenarchitektur verarbeitet.

Der Architekt zu seinen Bauten: «Nach einer Untersuchung der vorhandenen Solartechnik und der damit ausgerüsteten Bauten habe ich 1977 zwei Solarhäuser entworfen, das eine für *Hofstetten (SO)*, das andere für *Bigorio (TI)*. Bis 1977 gab es vor allem Komplexe, die bestehende Haustypen zum Solarhaus wandelten, mit den üblichen An-



Die Südfassade dieses stark technisch anmutenden «Sonnenhauses» in einem ehemaligen Rebberg in Hofstetten SO beheizt an sonnigen Wintertagen das ganze Haus (Bild Wyss).

hängseln von Kollektoren und Treibhäusern. Dagegen gab es kaum komplette Konzeptionen, die mir beim Entwurf weitergeholfen hätten. Steildächer mit Sonnenkollektoren galten als die Ideallösung für das ‹Energiehaus Schweiz›. Sie folgten einem Trend der 70er Jahre: dem billigen Heimatstil (Fertighaus) und der falschen Nostalgie.

Wider Pseudo-Bauernhäuser

Aus dieser negativen Wertung des schweizerischen Hausbaus der 70er Jahre entstand mein Bedürfnis, das Problem ‹Architektur mit Sonne› von Beginn neu zu formulieren. Die zwei Solarhäuser sollten allerdings genau in diesem Heimatstil-Umfeld entstehen, inmitten ‹verhexter› Pseudo-Bauernhäuser in eingeschossiger Bauweise (wie es das Zonenreglement will) mit Schlafzimmern unter dominierendem Scheunendach, fürs Gemüt und für den Heimatschutz.

Da die beiden Grundstücke an sonnigen Lagen, orientiert nach Süden, liegen, entschloss ich mich für ein solarbeheiztes Haus, das an beiden Orten gebaut werden konnte. Es musste ein Grundriss-typ gefunden werden, welcher den spezifischen Raumbedürfnissen der Klienten entsprach. Ich entschied mich für einen linear in Ost-West-Richtung erweiterbaren Grundriss, mit *Wohnräumen* gegen Süden, der Erschliessungszone – durch die Sonnenkollektoren überdeckt – in der Mitte und den fensterlosen *Installationsräumen* gegen Norden. Auf ein Kellergeschoss wurde in beiden Fällen verzichtet, da Abstellräume überall einplanbar sind und ein Keller erhebliche *Wärmeverluste* bringt. Das Programm der Bauteile konnte so für beide Bauten vereinfacht und vereinheitlicht werden. Dadurch wurde eine rationelle Produktion der Fassaden, Kamine, Energiezentralen mit Ausrüstung, Sonnenkollektoren usw. ermöglicht.

Wandlung der Betonarchitektur

Die äussere Form des Bauwerks kommt seinem Innenraum voll zugute, wobei sich die offene Seite des Hauses nach der Sonne orientiert, mit den geschlossenen Fassaden zur Energiekonservierung dahinter. Das Solarhaus sollte eine *neue Beziehung zum Wohnen* schaffen mit angenehmen, grossen Innenräumen, die ohne die Ansammlung der sozialen und kulturellen Symbole des romantisierten Raumes auskommen, sondern mehr den luft- und lichtdurchfluteten Industrieraum zum Vorbild haben. Dieser Raum bedarf keiner Vorhänge, Spannteppiche oder Tapeten als Verschönerung. Er ist für seine Bewohner selbstverständlich schön. Die



Glasfassade, die vorher als Energieverschwender galt, wird zum energiesammelnden Sonnenkollektor. Erde, Stein und Beton, die das Haus im Norden, Osten und Westen umschliessen, werden zum Speicher der gewonnenen Energie. Die Wandlung der gehassten Betonarchitektur der 60er Jahre findet statt.

Die *Dekoration am Bau* entsteht nur, wenn es gilt, dieses Konzept zu verfeinern – mit dem Muster des gewöhnlichen Betonblockmauerwerks oder der Glasbausteinwand oder durch die Anordnung von Lüftungsschlitzen und runden Aussichts-fenstern, also mit einfachen und bescheidenen Mitteln. Die vergleichbar teuren Elemente, wie Dachaufbauten, Oberlichter, Energiesysteme usw., sind demonstrativ mit glänzendem Alublech und Chromstahl verkleidet, damit ihr funktioneller Stellenwert als Energiespender deutlich wird, wobei keine Integration dieser Elemente in die kubische Baustruktur angestrebt wurde. Im Gegenteil soll mit ihrer Blossstellung dem Betrachter deutlich gemacht werden, wie die Hauptkomponenten: Wasserspiegel, Sonnenkollektor, Oberlicht, Energiecontainer, Abluftkollektoren, Erdkollektor zusammenspielen, denn die Gattung Solarhaus wird dadurch definiert, dass sie diese Komponenten aufweist.

Unterschiedliche Ergebnisse

Die praktischen Erfahrungen der Bewohner mit den Häusern seit August 1979 haben vor allem gezeigt, dass die *passiven*, durch die Gebäudeform verursachten Massnahmen zur Sonnenenergiegewinnung am effektivsten wirken. So erzählt mir



In Baar hat die Stiftung Sonnenenergiehaus Zug ein Mehrfamilienhaus auf Sonnenenergie umgebaut: Die Niedertemperaturkollektoren auf dem Dach, die Wärmepumpe und eine umfassende Nachisolierung haben den Ölverbrauch um 8000 Liter im Jahr gesenkt (Bild Ottiger).

der Tessiner Bauherr Ende Januar, dass er seit fünf Tagen die Solarheizung ganz abstellen konnte, da sich durch starke Sonneneinstrahlung das Haus tagsüber auf 26°C erwärme und dank der Wärmespeicherung der Konstruktion die Temperatur am anderen Morgen nie unter 20°C gehe, obwohl die Aussentemperaturen nachts unter die Nullgradgrenze fielen. Die gleiche Erfahrung konnte im Februar mit etwas tieferen Temperaturen auch in Hofstetten gemacht werden. Überraschend grosse Unterschiede zwischen dem Haus Bigorio und dem Haus Hofstetten kommen jedoch bei der *Gesamtbilanz* des vergangenen Winters zum Vorschein. Das Zweifamilienhaus in Bigorio mit einem durchschnittlichen Jahresenergieaufwand für Heizung und Warmwasser von ca. 36000 kWh kam bis zum 1. April mit 7500 kWh Fremdenergie (elektrischer Strom) aus, während im Haus Hofstetten bei 40000 kWh Energiebedarf doch ca. 12000 kWh gebraucht wurden.

Grund dafür ist das *mildere Klima* und die lange Sonnenscheindauer im Tessin, ausserdem ist das Haus im Bigorio mit noch weniger Öffnungen gegen Norden versehen und produziert mit dem Wintergarten zusätzliche Energie an Sonnentagen. Doch beide, der Deutschschweizer wie der Tessiner Bauherr, können auf eines verzichten, auf die Energiequelle Öl.»

Martin Wagner

Und im Mehrfamilienhaus?

Minus 8000 Liter Öl – höhere Wohnqualität

Bewogen durch die Erkenntnis, dass sowohl Befürworter wie Skeptiker die Energieversorgung eines Gebäudes mit Sonnenenergie als «möglich» erachten, hat die Stiftung Sonnenenergiehaus Zug ein Mehrfamilienhaus in Baar auf Sonnenenergie umgebaut. Die ersten Ergebnisse stimmen optimistisch.

«Die Zielsetzungen, die sich die *Stiftung Sonnenenergiehaus Zug* in Zusammenhang mit der Projektliedenschaft Baar gegeben hatte, werden durch die bisherigen Massnahmen und Untersuchungen zu einem hohen Grade erfüllt.» Zu diesem Schluss kommt die Stiftung heute, nachdem sie sich 1976 das Ziel gesetzt hatte, Abklärungen zur Realisierungsmöglichkeit eines vollständig mit Sonnenenergie beheizten Mehrfamilienhauses vorzunehmen. Die Realisierung des Projektes sollte dabei bei dauernder Bewohnbarkeit erfolgen. Als Objekt konnte in Baar ein dreigeschossiges Gebäude mit je drei 3-Zimmer- und 4-Zimmer-Wohnungen gefunden werden. Die etwa zwanzigjährige Liegenschaft wurde bis anhin mit Einzelöfen beheizt. Als Vergleichsmöglichkeiten für die Wirksamkeit der Sanierung boten sich umliegende identische Liegenschaften an.

Niedertemperatur-Zentralheizung

Im Rahmen der umfassenden Renovation wurde das Gebäude «extrem» nachisoliert, so dass sich allein durch diese Massnahme der Wärmebedarf um rund die Hälfte verringerte. In bezug auf die *aktive Sonnenenergienutzung* musste der erste Plan fallengelassen werden: Das Projekt, mit Hilfe von hocheffizienten Flachkollektoren und einem grossen Warmwasser-Langzeitspeicher die Sonnenenergie im Sommer einzufangen und im Winter für die Heizung zu verwenden, wurde aus Kostengründen aufgegeben. Installiert wurde dann eine Sonnenenergieanlage mit *Niedertemperaturkollektoren*, die mit einem Arbeitsspeicher, einer elektrischen Wärmepumpe und einer Ölheizung kombiniert ist. Eine Niedertemperatur-Zentralheizung ersetzt nun die alten Einzelöfen. Zudem wurden in

den Wohnungen Wärmehähler und Thermostatventile an den Heizkörpern eingebaut.

Erste Erfahrungen positiv

Die ersten sechs Monate Erfahrung mit dem System haben die Erwartung bestätigt, dass in einem normalen Jahr 8000 Liter Öl gespart werden können. Auch der elektrische Energieverbrauch wird im bisherigen Rahmen bleiben, da der Betrieb der Wärmepumpe durch die nicht mehr verwendeten Elektroboiler kompensiert wird. Weiter konnte, wie eine Studie des *Instituts für Hygiene und Arbeitsphysiologie* der ETH Zürich zeigt, die Wohnqualität deutlich verbessert werden. Auf Grund der Erkenntnis, dass sich «eine Nachisolierung lohnt und das Sonnennergiedach erschwinglich ist» – seine Kosten betragen weniger als ein Viertel des heutigen Liegenschaftswertes –, hofft die Stiftung Sonnenenergie Zug, dass dadurch zumindest regional Impulse für energietechnische Sanierungsmassnahmen ausgelöst werden.

Christian Schmidt

Oder in der Kleinindustrie:

Wärmequellen genutzt

shs. Die «ok organisation kolb» gehört zu einem der Marktführer auf dem Sektor Vervielfältigung. Als sich beim Neubau des Stammhauses in der Zürcher City die Frage nach der energetischen Versorgung des Hauses stellte, wurden nach langem Abwägen höhere Investitionskosten einer Solaranlage zugunsten der niedrigen Betriebskosten sowie der Betriebs- und Versorgungssicherheit in Kauf genommen.

Für *Heinrich Kolb* und seinen Chefplaner *Jakob Hildebrand* stand daher, wie in der Broschüre «Alternative Energieanlagen der Schweiz» ausgeführt wird, fest: «Wir wollen beweisen, dass Sonnenenergienutzung auch im dicht bebauten Stadtzentrum möglich und wirtschaftlich sinnvoll ist. Wenn dieser Beweis gelingt, wird manches Vorurteil revidiert werden müssen.» Für die Planung des Hauses waren weder Vorbilder noch Fachleute aufzufinden, welche eine Anlage dieser Grössenordnung bereits bearbeitet hätten. Deshalb zeichnete

schliesslich *Jakob Hildebrand* für das Konzept des Büro- und Gewerbegebäudes mit fünf Obergeschossen und zwei Untergeschossen selbst verantwortlich.

Abwärme nicht mehr in den Kanal

«Mir war von Anfang an klar, dass ich das Gebäude einerseits durch *optimale Isolation* als «Wärmekäfig» ausbilden musste, und andererseits wollte ich jede nur denkbare Wärmequelle ausnützen, um den Gebrauch von Fremdenergie einzuschränken. Bei der Lage des Gebäudes an einer Hauptverkehrsstrasse in der Zürcher Innenstadt konnte wegen der Autoabgase und des Lärms auf eine Klimaanlage und optimale Schallisolation nicht verzichtet werden. Dazu kommen noch die Abgase



aus den (Heizöl-)Kaminen und direkt in unserer Nachbarschaft aus einer Metzgerei und der Küche eines Restaurants. Trotz allem haben wir Wert darauf gelegt, dass sich die Fenster öffnen lassen und aus dem Wärmekäfig kein Käfig für unsere Angestellten wird.»

Der «Wärmekäfig» ist durch *überdurchschnittliche Isolationswerte* erzielt worden.

Wegen der guten Isolation und der Abwärmemengen der technischen Geräte für Druck und Kopie muss erst bei Aussentemperaturen von $+7^{\circ}\text{C}$ ge-

Durch den geringeren Energieverbrauch gegenüber konventionellen Systemen sollen die Investitionen, die beim Bau des Zürcher «ok»-Hauses für die Sonnenenergieanlagen getätigt wurden, in zehn Jahren amortisiert sein (Bild Schmidt).



heizt werden. An einigen Arbeitsplätzen fällt sogar so viel Abwärme an, dass die Luft das ganze Jahr gekühlt werden muss (die anfallende Abwärme wird natürlich der Heizung zugeführt).

Eine wichtige Wärmequelle des ok-Hauses ist die *Abwärme*:

- Die Druckmaschinen, Kopiergeräte, Setzmaschinen und die Menschen, die sie bedienen, geben grosse Wärmemengen ab, von denen die Anlage bei Raumtemperaturen von 22°C 16800 kcal/h nutzen kann.

- Von den Wärmemengen, die die Beleuchtung im Winter abgibt, sind 15050 kcal/h nutzbar.

- Ein im Nachbarhaus installierter Computer, dessen Abwärme (Wasser 40°C) bisher ungenutzt in die Kanalisation floss, kommt bei Bedarf dem Heizsystem des ok-Hauses zugute. Bei der gegenwärtigen Auslastung des Computers (24-Stunden-Betrieb an 200 Tagen im Jahr) erhält das ok-Haus jährlich 30000000 kcal.

Die Sonne speichern

In den Monaten Mai bis September liefern die 40 m^2 *Flachkollektoren* (Dach und Fassaden) 19110000 kcal, in den Monaten Oktober bis März 6687200 kcal, die vor allem dem *Reservespeicher* zugeführt werden. Damit lässt sich das Gebäude bis in den Januar heizen, da ja zum Heizen die Wärmerückgewinnung nur ein bisschen «ergänzt» werden muss. Im tiefsten Winter kann der Reservespeicher bis auf 4°C abgekühlt werden und damit bereits geringe Wärmemengen (wie sie z. B. die Sonnenkollektoren an einem bedeckten Wintertag liefern) aufnehmen.

Sinkt die Temperatur im Reservespeicher unter 50°C , wird die *Wärmepumpe* als Zusatzheizung eingeschaltet und erwärmt das Wasser des Reservespeichers von 45 auf 55°C . Das erwärmte Wasser wird einem Heizspeicher (25000 Liter Wasser-Tagesspeicher) zugeführt. Eine vorsichtshalber installierte Notheizung wurde bis heute nicht gebraucht. In sämtlichen Räumen sind *Heiz-Kühl-Geräte* montiert, die mit Kühlwasser von der Kühlmachine im Dachgeschoss versorgt werden. Zur Kühlung des Kondensators wird Wasser aus dem Speichersystem durchgepumpt.

Nach Plan sollten die Investitionen durch die Energieeinsparungen gegenüber einem konventionellen System in 10 Jahren amortisiert sein. Wie weit dieses Ziel erreicht werden kann, lässt sich an Hand der ersten Ergebnisse noch nicht genau sagen. Schon jetzt aber kann gesagt werden, dass das gewählte Konzept (Isolation) fast zwei Drittel an benötigter Fremdenergie einspart.