Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 103 (1985)
Heft: 1/2

Artikel: Alternativenergien und Innovationsschübe
Autor: Suter, Peter
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-75701

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: 07.08.2025

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

Alternativenergien und Innovationsschübe

Von Peter Suter, Zürich

Erneuerbare Energien, wie sie durch passive, aktive und photovoltaische Nutzung der Solarenergie, die Verwendung von Wärmepumpen, die Verwertung von Biomasse und Nutzung der Geothermie zur Verfügung stehen, haben bisher nur einen kleinen Anteil an der gesamten genutzten Energie. Der Autor untersucht, welchen Einfluss neue Werkstoffe und Produktionstechniken innerhalb der nächsten 15 Jahre auf die Alternativenergien haben werden, soweit sie die technische Gebäudeausrüstung betreffen. Einen Schwerpunkt bilden hierbei Betrachtungen über die Rolle der Informatik im Planungsablauf.

Einleitung

In den kommenden Jahren zeichnen sich mehrere technische Innovationsschübe ab. Die *Informatik* wird anwendungsorientierter werden und es im *Planungsablauf* möglich machen,

- den Energiebedarf eines Neu- oder Altbaus (Sanierung) in seiner zeitlichen Schwankung besser zu erfassen;
- endlich wirklich integral zu planen, d.h. die verschiedenen Fachbereiche (Architektur, Baukörper, Installation) von der Konzeptphase an im Dialog wirken zu lassen, indem zwar jeder in seinem Büro arbeitet, aber via Telekommunikation dem Partner Skizzen, Berechnungsergebnisse usw. sofort auf den Bildschirm sendet, Fragen stellt, Varianten untersucht, Kostenfolgen abschätzt und Planungsknoten entwirrt;
- Zeichnungen, Schemata und Pläne mit dem Computer zu erstellen (CAD: Computer Aided Design) sowie Rohrleitungsführungen zu kontrollieren (Fachkoordination);
- die Kosten laufend zu überwachen und die Abrechnung zu erstellen;
- die Inbetriebsetzung, vor allem der Regelung, gezielter und schneller vorzunehmen.

Die *Informatik* wird aber auch die *Installationstechnik* beeinflussen durch

- das Vordringen der elektronischen Regelung und Steuerung;
- die unterschiedlich starke Verwendung von Mikroprozessoren in der Regelung zum Überwachen von Anlagen und zum Optimieren von Ein- und Ausschaltzeiten unter ständigem Feststellen der noch in Speichern vorhandenen Energie und Berechnen der voraussichtlich nötigen Energiezufuhr (z.B. zum Aufheizen nach der Lastabsenkung), unter Berücksichtigung günstiger Tarife usw.

Die Mikroprozessoren sind sehr klein, und sie können so programmiert werden, dass sie z.B. aus den laufenden Temperaturmessungen die aktiv an den Temperaturschwankungen teilnehmenden Betonmassen ermitteln können – eine Angabe, die aufgrund der Gebäudepläne allein nur schwer zu gewinnen wäre.

Die Mikroprozessoren sind dabei bei weitem nicht die Hauptkostenelemente, sondern die Messfühler und ihre Verbindungsleitungen sowie die auf die Installationskosten umzulegenden Ausbildungskosten der Mitarbeiter im Büro, in der Montage und Inbetriebsetzung. Dabei ist es aber keineswegs erforderlich, neues Personal einzustellen. So war es beispielsweise möglich, die für ein Totalenergie-Versorgungswerk (etwa 350 MW = 300 Gkal/h) einer kleinen amerikanischen Stadt tätige Equipe, bestehend aus normalem Betriebspersonal, drei Technikern und einem Ingenieur, innerhalb kurzer Zeit zu befähigen, das Leitsystem selbst zu überwachen, zu warten, ja sogar Soft- und Hardware selbst zu ändern, d.h. sich vom Informatiklieferanten unabhängig zu machen.

Neuartige Materialien wie beispielsweise Folien, die auf Fensterscheiben (aussen, innen oder im Zwischenraum) angebracht werden und das Reflexionsverhalten bezüglich Sonnen- oder Infrarotstrahlung zu ändern vermögen, ohne die Transparenz im sichtbaren Licht übermässig zu beeinträchtigen oder zu starke Farbtonänderungen hervorzurufen, werden entwickelt werden wie ebenso *neue Produktionstechniken*. Diese können beispielsweise den Aufbau von Photozellen revolutionieren (Dünnfilmschichten), aber auch die Rohrleitungsmontage, welche ein bedeutender Kostenfaktor ist, durch neue Verbindungselemente und Methoden stark beeinflussen. Im Bereich der *Biotechnik* zeichnen sich neue Verfahren ab für die Entsorgung der Abwässer wie für die Gewinnung und Umwandlung der in Biomasse enthaltenen Energie.

Problem

Es ist zu untersuchen, ob neue Entwicklungen wie die vorgenannten die Bedingungen für den wirtschaftlichen Durchbruch der sogenannten «erneuerbaren Energien» verbessern werden, soweit sie die technische Gebäudeausrüstung betreffen. Dazu werden im folgenden die

- passive Sonnenenergienutzung,
- aktive Sonnenenergienutzung,
- photovoltaische Sonnenenergienutzung,
- Nutzung der Umweltwärme mit Wärmepumpen,
- Biomasse-Verwertung (ohne Holz) und
- Geothermie

untersucht, wobei Zeithorizonte von 15 Jahren betrachtet werden.

Dabei ist im Auge zu behalten, dass die herkömmlichen Techniken ebenfalls

Tabelle 1. Erneuerbare Energien in der Schweiz 1983 (Schätzung; die Anteile der letzten Zeile dürfen nicht addiert werden)

		Passiv Solar	Aktiv Solar	Photozellen	Biomasse	Wärmepumpen
Installierte Totalleistung	kW	5000	60 000	400	1500	280 000
Beitrag an Endenergiefluss	‰	0,03	0,2	0,002	0,06	2
Potential im Jahr 2000 (Endenergieanteil)	‰	40	30	10	20	50
Potential langfristig (Endenergie)	‰	80	80	60	40	100

noch substanzielle Verbesserungen erfahren können, und dass nicht nur Wirtschaftlichkeitsfragen, sondern auch emotionelle Erwartungen sowie staatliche Vorschriften, die z.B. den Umweltproblemen entspringen, einen wesentlichen Einfluss auf das Marktgeschehen haben.

Stand der Technik und Hindernisse für die Anwendung von Alternativenergien

Tabelle 1 gibt einen Eindruck davon, welche wirtschaftliche Bedeutung verschiedene erneuerbare Energien in den letzten Jahren hatten. Angesichts der Schwierigkeiten solcher Erhebungen sei darauf hingewiesen, dass es sich dabei nur um grobe Schätzungen handelt.

Die Diskrepanz zwischen Potential und Ist-Wert ist enorm. Mag dies bei neuen Techniken normal sein, so ist der geringe Marktanteil (bei Neu- und Umbau) trotz annähernder oder völliger technischer Reife und trotz des beträchtlichen Bekanntheitsgrades erstaunlich. Obwohl die Gründe hierfür weitgehend bekannt sind, seien sie nochmals genannt:

Passive Solarenergienutzung

Der Kenntnisstand der Architekten ist noch sehr unterschiedlich. Baugesetze und Verordnungen wirken oft hinderlich, und die für den Erfolg ausschlaggebende Mitwirkung des Benutzers wird durch wenig praktische Vorrichtungen und unzulängliche Instruktionen beeinträchtigt. Die nötigen speziellen Elemente sind nicht immer in den gewünschten Grössen verfügbar, und die Vorstellungen über hohe Preise hindern manchen Bauherrn daran, solare Architektur ernsthaft zu erwägen. Dazu kommt, dass die Luftführung im Innern entscheidend, aber relativ schwierig zu bestimmen ist. Zudem wurden bisher ausschliesslich Einfamilienhäuser damit ausgerüstet, obwohl auch für Mehrfamilienhäuser Lösungen erarbeitet werden können (s. Bild 6) [1].

Aktive Solarenergienutzung

Haupthindernise für eine aktive Nutzung der Sonnenenergie waren bisher die Preise, die bei manchen Anlagen wegen des zu komplizierten Konzepts sehr hoch lagen. Untersuchungen der SOFAS (Sonnenenergie-Fachverband der Schweiz) zeigen, dass Installationen inzwischen wesentlich günstiger vorgenommen werden können (Bild 1).

Ein weiteres Hemmnis sind schlechte Erfahrungen mit der Lebensdauer gewisser Anlageteile. Eingehende Versuche an der HTL Rapperswil haben gezeigt, wie derartige Erscheinungen mit Sicherheit vermieden werden können, so dass mit den heute produzierten Komponenten ausreichende Lebens- und Amortisationsdauern erzielbar werden [3].

In einigen Fällen war auch die energetische Ausbeute schlecht. Der Ertrag der Kollektoren entsprach zwar den Erwartungen, aber im Speicher- und Verteilsystem traten sehr grosse Verluste auf. Zum Beispiel betreffen die in Bild 2 wiedergegebenen Ergebnisse zwei solare Einfamilienhaus-Heizanlagen, bei denen die Energie der Sonnenkollektoren zunächst stets einem Speicher zugeführt worden war. Wenn auch die höchsten Verluste in den Monaten auftraten, in denen ein Überschuss an Sonnenenergie vorhanden war (und sich eben in erhöhten Verlusten manifestieren mussten), so waren die relativen Speicherverluste doch auch in den anderen Monaten sehr gross. Dabei handelte es sich um Speicher, die etwa den Heizenergiebedarf für zwei Tage im März decken konnten. Eine Änderung des Regelkonzepts, nämlich die Speicher nach Möglichkeit zu umgehen und die Energie direkt in die Heizkörper zu leiten, konnte die Verluste stark reduzieren. Diese Aussage hat übrigens generelle Geltung.

Schliesslich ergeben sich manchmal Baubewilligungsprobleme aus vermeintlich ästhetischen Einwänden oder wegen der Unbeweglichkeit der lokalen Behörden. Eine Elimination dieser unnötigen Hemmnisse ist überfällig.

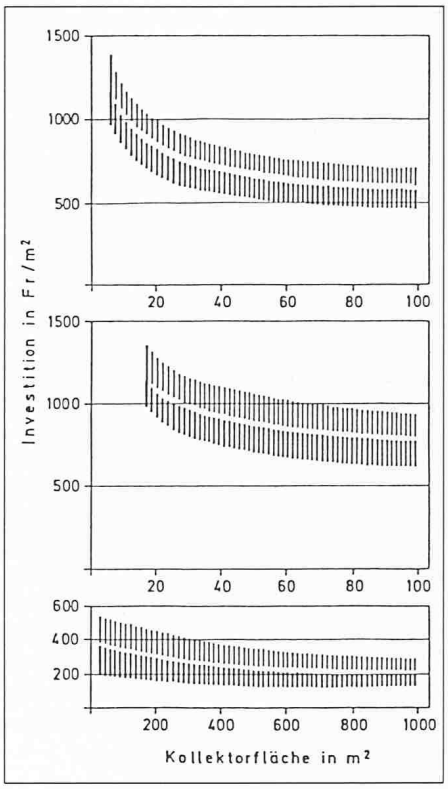
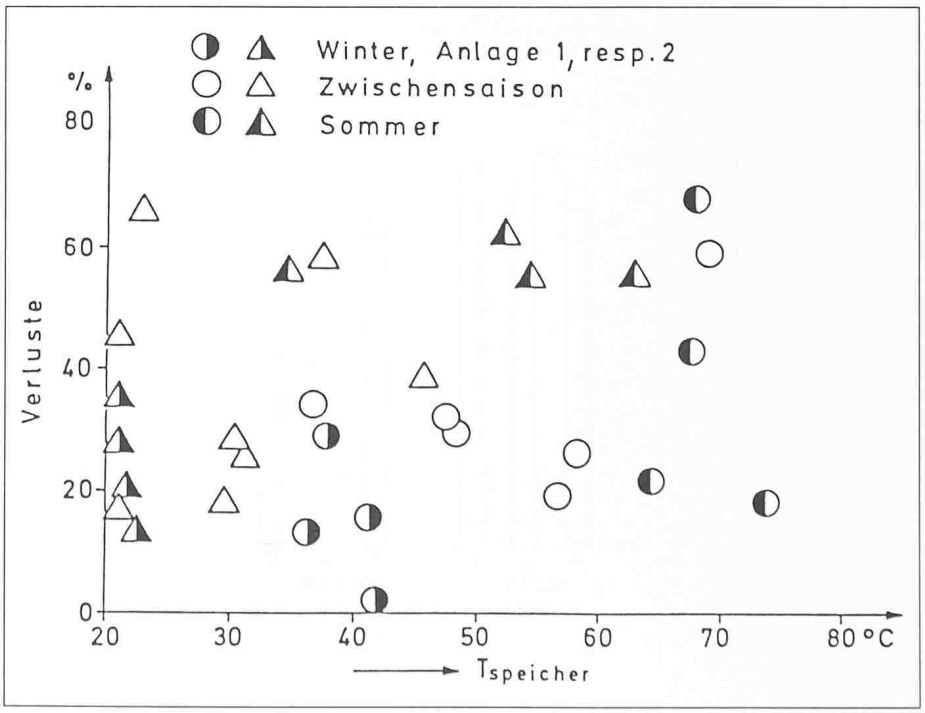


Bild 1. Preise guter aktiver Solaranlagen, fertig installiert [2]; a) Anlagen nur für Warmwasser oder Industriewärme mit verglasten Kollektoren; b) Anlagen kombiniert für Warmwasser und Raumheizung mit verglasten Kollektoren; c) Schwimmbadheizungen mit unverglasten Kollektoren (Absorber für Direktdurchlauf)

Photozellen

Bei kWh-Preisen von etwa 2.00 Fr. für Strom, der nicht abgerufen werden kann, sondern sich statistisch schwankend anbietet, und der eine Stromqualität hat, die üblicherweise nur etwa 0.04 Fr. pro kWh kostet, ist es offen-

Bild 2. Beispiele gemessener Speicherverluste, bezogen auf die dem Speicher zugeführte Energie (Monatswerte) in zwei solargeheizten Einfamilienhäusern



sichtlich der Preis, welcher die Photoelektrizität bisher nur für Anwendungen zulässt, bei denen die Vorteile (Mobilität, Wartungsfreiheit) überwiegen. Dies gilt für Kleinstanwendungen wie Uhren und Taschenrechner sowie für Anlagen an abgelegenen Orten, wo ein Netzausbau sehr teuer wäre [4].

Biomasse

Biomasse wird hierzulande als Brennholz oder Biogas verwendet. Bei Holz wird etwas mehr als das halbe Potential ausgenutzt, für den Rest sind die Einsammel- und Transportkosten zu hoch. Zudem wird der Betrieb mit Heizöl hinsichtlich der einfachen Handhabung und Sauberkeit höher eingestuft. Bei Biogas ergeben sich zudem Lebensdauerprobleme, die mit der Anfälligkeit der Fermentationsbakterien auf Änderungen der Temperatur oder der Zusammensetzung der Biomasse (Düngungseinfluss) zusammenhängen, manchmal verbunden mit Korrosionsangriff auf Werkstoffe.

Wärmepumpen

Die technische Reife und die Eignung von Wärmepumpen sind nicht zu bezweifeln. Während die Kosten des eigentlichen Serienaggregats niedrig sind, wird manchmal die Gesamtanlage aufwendig, vor allem für gewisse Arten des der Gewinnung von Umweltwärme dienenden Wärmetauschers (kalte Quelle). Ein weiteres Hindernis für die besonders günstige Wasser/Wasser-Wärmepumpe liegt bisweilen in restriktiven Grundwasservorschriften und schlechten Erfahrungen infolge mangelhafter Kenntnis der Grundwasserverhältnisse. Eine entscheidende Rolle spielt ausserdem der Elektrizitätstarif.

Geothermie

Als Haupthindernis für die Nutzung der Erdwärme ist das Fehlen eines Erdwärme-Katasters anzusehen und als weiteres Hindernis der Umstand, dass Kollektivlösungen mit Wärmeverteilnetzen in unseren Städten und Siedlungen heute nur schwer durchzusetzen sind. Dasselbe gilt auch für andere netzgebundene Lösungen (Abwärme aus Kraftwerken).

Verbesserungen der Aussichten durch Innovationsschübe

Nun stellt sich die Frage, ob die in naher Zukunft zu erwartenden Innovationen diese Haupthindernisse beseitigen können. Dies scheint der Fall zu sein für

- *passive Solarenergie*, indem der Einbezug der Informatik die Planungsabläufe wesentlich zu verbessern gestattet, so dass vor allem die Energie betreffende Gesichtspunkte schon im frühen architektonischen Entwurf berücksichtigt werden können und die Behandlung der Luftströmungen im Gebäude möglich wird;
- *Photozellen*, weil neue Werkstoffe und Produktionsverfahren eine drastische Preissenkung bringen werden (Dünnfilmzellen);
- *Biomasse*, da neue Verfahren der Biotechnik und neue Züchtungen von Bakterien wesentliche Verbesserungen bei der Nutzung der Biomasse erwarten lassen (der Zeithorizont ist hier aber auf 30 Jahre zu verlängern).

In nur geringem Masse wird die Informatik den Einbezug von *Wärmepumpen* und *aktiven Solarsystemen* in die Planung von Gebäuden verbessern und dadurch deren Marktchancen erhöhen können. Für die *Langzeit-Energiespeicherung* und die *Geothermie* ist hingegen eher die «normale» Entwicklung entscheidend.

Einige der vorstehenden Behauptungen sollen im folgenden näher begründet werden, zunächst bezüglich *aktiver Solarsysteme* und *Wärmepumpen*. Der gesamte Anteil an HLKSE (Heizung, Lüftung, Klima, Sanitär, Elektrizität in Gebäuden) an der gesamten Wertschöpfung der schweizerischen Volkswirtschaft beträgt nach [6] etwa 10% (nämlich etwa 9 Mrd. Fr.). Er ist je nach Gebäudegrösse verschieden; Wertschöpfung ist dabei im Sinne des Mehrwerts definiert [6].

Verwendet man die installierte Heizleistung als Indikator für die Gebäudegrösse, so ergeben sich die in Bild 3 eingetragenen hauptsächlichen Kostenanteile für die Energieversorgung eines Gebäudes. Für die weitere Interpretation ist es wichtig, dass etwa je ein Drit-

Bild 3. Anteil der Sektoren HLKSE an den gesamten Jahreskosten eines Geschäftshauses als Funktion der Gebäudegrösse, d.h. der installierten Heizleistung; 1 Unterhaltskosten der HLK-Anlage, 2 Betriebskosten der HLK-Anlage, 3 Kapitalkosten der HLK-Anlage (ohne Planungsanteil), 4 Planungskapitalkosten der HLKSE-Anlage; A konventionelle Öl-Kombi-Anlage, B elektrische Wasser-Wärmepumpe, C aktive Solaranlage plus Ölkessel

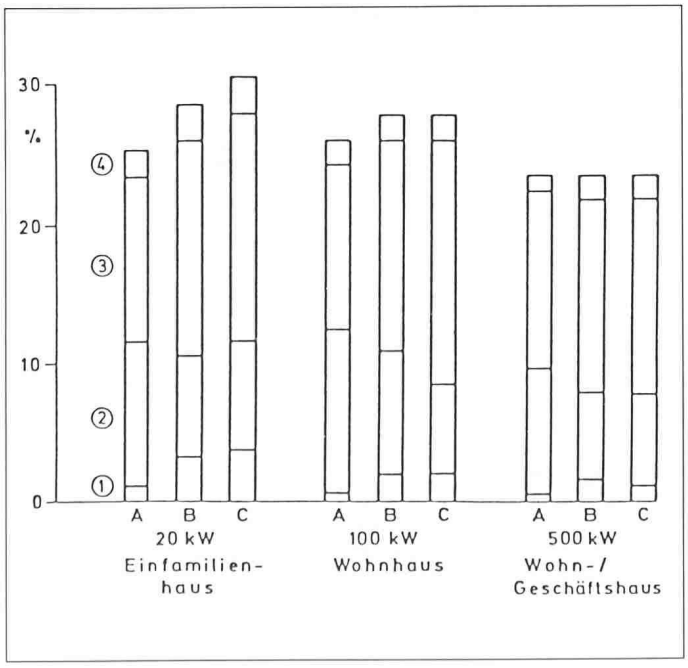


Bild 4. Relative Verbesserung der Jahreskosten infolge besserer Planung bei A konventioneller Öl-Kombi-Anlage, B elektrischer Wasser-Wärmepumpe, C aktiver Solaranlage plus Ölkessel (Einfamilienhaus)

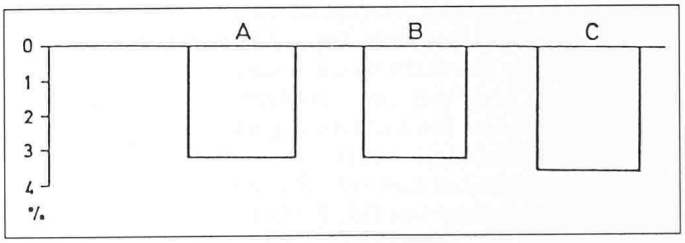
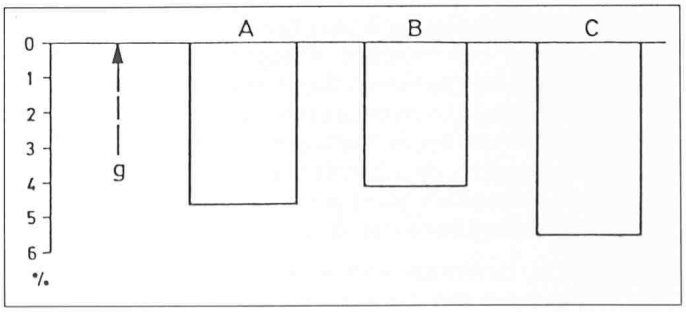


Bild 5. Relative Verringerung der Jahreskosten infolge energiesparender Gebäudekonzeption bei A konventioneller Öl-Kombi-Anlage, B elektrischer Wasser-Wärmepumpe, C aktiver Solaranlage plus Ölkessel; für alle drei Fälle ist dieselbe Gebäudeverbesserung angesetzt, deren Kosten in der Jahreskostendifferenz nicht berücksichtigt sind; sie reduziert den Energiebedarf um 40%, die Anlagekosten HKL um 30%; g ist die nicht bezifferte Kostenerhöhung infolge der Gebäudeverbesserung



tel der Heiz*energie* in den drei Gebäudeklassen A bis C

- kleiner als 60 kW,
- 60 kW bis 300 kW,
- mehr als 300 kW

anfällt. Von den Baukosten lassen sich je nach Gebäudegrösse 8% bis 15% der Planung zuordnen. Die Betriebskosten (Energieeinkauf plus Unterhalt) machen knapp die Hälfte der Jahreskosten aus (s. Bild 3).

Die Informatik kann nun Verbesserungen des Planungsablaufs in dreierlei Hinsicht bringen:

- Die Planung nimmt weniger Zeit in Anspruch; die Planungskosten sinken.
- Die Planung bewirkt wirksamere Installationen und geringeren Aufwand für den Unterhalt; die eingekaufte Energie wird billiger.
- Die Planung führt zu niedrigeren Gebäude-Heiz-/Klimalasten; die Kosten für HLKSE-Installationen sinken. Der Anteil der konstanten Last (z.B. Warmwasser) steigt im Verhältnis zur jahreszeitlich variablen Last (Heizung), was ebenfalls die Baukosten reduziert.

Es ist offensichtlich, dass vor allem der letzte Punkt ins Gewicht fällt. Nun ist es aber bei den erneuerbaren Energien gerade der Kapitalkostenanteil, der überwiegt (s. Bild 3, B und C).

Es mag deshalb interessant sein, folgende zwei Fragen zu stellen:

- Wird die treffsichere Auslegung aufgrund verbesserter Planung die Konkurrenzfähigkeit der Wärmepumpen und Solaranlagen gegenüber den konventionellen Ölheizungen verbessern? (Annahme: Verbesserte Planung kostet 20% weniger, sie reduziert die Dimension der Anlagen um den Faktor 1,6, verringert die Systemverluste (Speicher usw.) bei konventioneller Energie um 10% und bei erneuerbarer – wo sie an sich grösser sind – um 30%.)
- Ist reduzierter Energiebedarf der Gebäude für die erneuerbaren Energien günstig? (Annahme: Reduktion des *k*-Wertes und der Lüftungsverluste um 40%.)

Das in Bild 4 gezeigte Ergebnis ist ernüchternd! Trotz des grösseren Einflusses der verbesserten Auslegung bei erneuerbarer Energie ist die relative Verbesserung bescheiden. Auch der geringere Energiebedarf besser isolierter Gebäude wirkt sich wenig förderlich aus, da gerade in den Monaten, in denen erneuerbare Energie am meisten bringt – nämlich in der Übergangssaison –, die Reduktion des Wärmebedarfs besonders stark ist (Bild 5).

Für *passive Solaranlagen* hingegen dürfte der Innovationsschub in der Planung zu einer starken Verbesserung der Marktstellung führen, wenn auch durch einen indirekten Effekt: Passive Anlagen können nur effektiv sein, wenn die verschiedenen Disziplinen (Architekt, Bauingenieur, Energiefachmann, Installateur) schon von Beginn der Planung an kooperieren; gerade dies aber wird die Informatik entscheidend fördern.

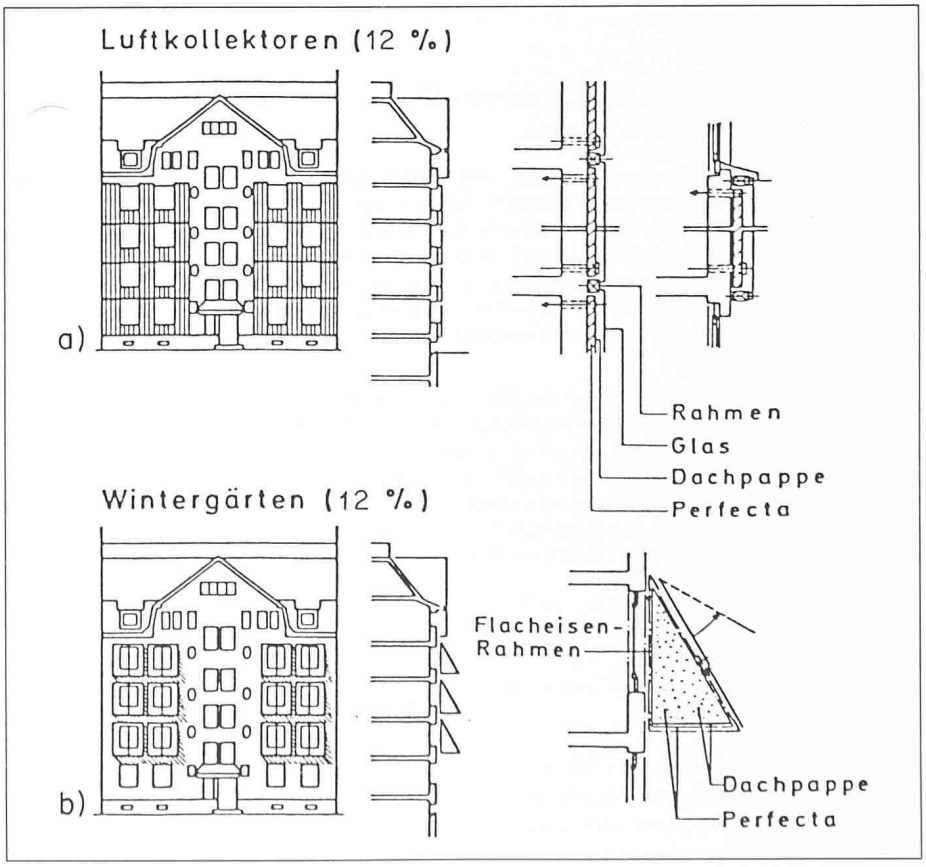
In diesem Zusammenhang sei mit dem Ergebnis einer Studie der KNS (Kommission für die Nutzung der Sonnenenergie) der Ansicht entgegengetreten, passive Solararchitektur sei nur für Einfamilienhäuser geeignet. Balkonvorbauten (Wintergärten) können nämlich durchaus auch an Mehrfamilienhäusern angebracht werden, und im Fall einer akuten Energiekrise könnten auf diese Weise binnen dreier Jahre 15% des Heizenergiebedarfs zusätzlich gedeckt werden (Bild 6).

Bei *aktiven Solaranlagen* führen klare, einfache Installationsgrundsätze zu den schon in Bild 1 erwähnten heutigen Kosten. Von neuen Produktions- und Materialkonzepten ist eine weitere Verbesserung zu erwarten. Neue Klebetechniken und witterungsresistente Kunststoffe können vor allem bei Luftkollektoren zu einer deutlichen Verbesserung und Verbilligung führen, so dass der «Kombination Brauchwasser-Wärmepumpen/Luftkollektor-Solarheizung» gute Chancen eingeräumt werden können.

Zur *Photovoltaik* ist zu sagen, dass die vor etwa zehn Jahren für 1985 prognostizierten Preise für Photozellen sich bislang als deutlich zu optimistisch erwiesen haben. Der heutige Gestehungspreis der kWh liegt bei 1, 60 bis 2, 50 Fr. wobei der erste Wert für grössere Anlagen (MW-Bereich), der zweite für den kW-Bereich gilt. Dennoch ist im vergangenen Jahrzehnt eine deutliche Preisminderung eingetreten. Die Betriebstüchtigkeit und die Zuverlässigkeit der Photozellen sind sehr gut.

Wichtige Neuentwicklungen sind in der Produktionstechnik zu erwarten, vor allem im Bereich der folienartigen amorphen Schichten. Die dann möglichen Gestehungspreise für Elektrizität lassen das Vordringen dieser Technik zwar nicht in die Grundversorgung, wohl aber in die periphere Energieversorgung von Gebäuden erwarten, wobei die typische Leistungseinheit, die gegenwärtig im Mikrowatt-Bereich liegt (Taschenrechner), in den Watt-Bereich (Schaltuhren, Notleuchten) und kW-Bereich (Beleuchtung, Regelung, Informatik) steigen wird. Analog wird die jährlich neu installierte Leistung, die momentan weltweit etwa 5 MW beträgt, um Grössenordnungen steigen.

Bild 6. Beispiele passiver Elemente, nachträglich an bestehenden Mehrfamilien-Wohnhäusern angebracht (in Klammern die zugehörige Heizenergieersparnis pro Haus [1]). a) Luftkollektoren; b) Wintergärten



(4000 MW Solarzellenleistung entsprechen etwa einem Grosskraftwerk, weil die typische jährliche Vollast-Stundenzahl nur etwa 1500 beträgt, bei einem Grosskraftwerk aber etwa 6000.)

Auswirkungen der neuen Biotechnik – beispielsweise auf die Produktion oder Umwandlung von *Biomasse* – können beträchtlich sein. Sie werden sich aber erst nach Jahrzehnten, also jenseits des hier gewählten Betrachtungshorizonts von 15 Jahren, auswirken.

Literatur

[1] *Nussbaum, M., u.a.:* Bauliche Massnahmen zur passiven Solarnutzung im Falle einer Ölkrise. Studie BEW, Inst. f. Hochbauforsch. ETH 1983

[2] *SOFAS:* Wirtschaftlichkeit solarer Anlagen. Studie BEW, 1983

[3] *Frei, U.:* Lebensdauer und Betriebssicherheit von Solaranlagen. IEA Task III, Zwischenber. 1983. Interkant. Techn. Rapperswil 1983

[4] *Real, M.:* Solarzellenanlagen; Abschätzung des Potentials in der Schweiz. Studie BEW, 1983

[5] *Aiulfi, D., u.a.:* Investigation of the performance of solar heating systems; validation of active systems. IEA Task I. Lab. Therm. Appl. EPFL, 1983

[6] Statistisches Jahrbuch der Schweiz. Bern: EDMZ 1982

[7] *Toinet, M.:* La formation de capital-physique. Lausanne: Thèse EPFL 1982

Stellenwert der erneuerbaren Energie

Gut durchdachte, klar und einfach konzipierte Anlagen mit der Nutzung erneuerbarer Energie sind schon heute in vielen Fällen wirtschaftlich, wobei integrale Planung vom Vorprojektstadium an die besten Voraussetzungen liefert. Die Betriebssicherheit und die Lebensdauer sind gross, nachdem der in der Anfangsphase neuer Techniken häufig begangene Fehler eliminiert ist, nämlich durch raffinierte Kompliziertheit einem trügerischen Optimum nachzujagen.

Erneuerbare Energien sind zudem umweltschonend. Natürlich muss auch Energie aufgewendet werden, um die Anlagen für erneuerbare Energien herzustellen. Sie wird benötigt als Prozessenergie bei der Rohmaterialherstellung (Aluminium, Glas, Stahl usw.), als Transportenergie für Menschen und Güter, als Brennstoff für die Heizung der Fabriken und Geschäftsräume, als Antriebsenergie für Werkzeugmaschinen usw.

Die korrekte Betrachtung ganzer Prozessketten ist sehr aufwendig und schwierig, doch können obere Grenzen für die in einer Anlage investierte Energie aus Energiebilanzen ganzer Wirtschaftsräume und Branchen gewonnen werden (s. beispielsweise [7]). Das Verhältnis der investierten Energie zur jährlich gelieferten Nutzenergie ergibt die Energierückzahldauer, der Quotient von Lebensdauer zu Rückzahldauer den sogenannten Erntefaktor, der natürlich grösser als 1 sein sollte. Detaillierte Betrachtungen zeigen, dass er für zweckmässige Anlagen heute stets grösser als 1 (2 bis 5).

Erneuerbare Energien können deshalb schon in absehbarer Zeit einen bescheidenen, aber sehr willkommenen Beitrag zur Energieversorgung von Gebäuden leisten, viel mehr noch aber auf längere Sicht (50 Jahre) unsere Umwelt- und Ressourcenprobleme wirksam lösen helfen.

Adresse des Verfassers: Prof. Dr. *P. Suter*, Labor für Energiesysteme, Inst. für Energietechnik, ETH-Zentrum, 8092 Zürich.

Energetische Bewirtschaftung des Untergrundes

Von Andrea Tuffli, Chur, Andreas Handke, Chur, und Philippe Bodmer, Zürich

Das vorliegende Forschungsprojekt zeigt am Fallbeispiel des Churer Rheintales, wie natürliche und technische Wärmequellen quantifiziert und einer energetischen Nutzung zugeführt werden können. Das ermittelte Potential ist beträchtlich. Der regionale Energiebedarf für Raumwärme und Warmwasserbereitung könnte zu 40 bis 50 Prozent aus diesem Potential gedeckt werden. Die Kostenberechnung bestätigt, dass von den untersuchten 16 Varianten verschiedene Versorgungssysteme im wirtschaftlichen Bereich liegen. Vorgeschlagen wird die Realisierung kleinerer bis mittlerer Fernwärmeprojekte mit einer erforderlichen Heizleistung von 2 bis 5 MW.

Based on the actual situation along the Rhine valley near Chur (Grison) the research project demonstrates how natural and man-made heat sources can be estimated and integrated in a global energy management system. The energy potential available is considerable. About 40–50% of the regional energy demand for domestic heating and warm water supply can be provided by heat pump systems using the ground water heat resource. A cost evaluation of 16 different energy supply concepts revealed that competitive conditions can be expected in many cases. The results of the project suggest the realization of several small to medium-sized district heating systems, each producing 2–5 MW.

Einleitung

Ausgangslage

Aus der Erfahrung mit der Projektierung und Ausführung von Wärmepumpenanlagen zur Nutzung der Grundwasserwärme entstand die Idee des vorliegenden Forschungsprojektes. Es ging vorab um folgende Fragestellungen:

- Was geschieht in hydrologischer und thermischer Hinsicht bei einer Abkühlung des Grundwassers?
- Wo liegen die Einsatzgrenzen und -möglichkeiten der energetischen Grundwassernutzung?
- Wie kann der Untergrund – im weitesten Sinne – bewirtschaftet werden?

Nachdem für das Churer Rheintal durch das Amt für Gewässerschutz Graubünden im Rahmen verschiedener Projekte bereits umfassende Grundlagen erarbeitet wurden, entschied man sich für das Untersuchungsgebiet Igis/Landquart bis und mit Domat/Ems.

Projektziele

Das Schwergewicht des Projektes lag auf der angewandten Forschung. Einerseits ging es um die Erarbeitung allgemein gültiger Grundlagen und anderseits um die praktische Anwendung am Fallbeispiel des Churer Rheintales.

Nach den Hauptthemen gegliedert, wurden folgende Projektziele vorgegeben:

Energiekonzept (Hauptstudie)

☐ Ermittlung der nutzbaren Potentiale aus natürlichen und technischen Wärmequellen

☐ Ermittlung möglicher Versorgungsgebiete

☐ Untersuchung verschiedener Nutzungsvarianten in bezug auf System, Wirtschaftlichkeit, Umweltverträglichkeit und Realisierbarkeit