

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 96 (1978)  
**Heft:** 24

**Artikel:** Wärmepumpenheizungen zur Nutzung der Sonnenenergie und Umgebungswärme  
**Autor:** Promatec SA / Sonag  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-73706>

#### **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:** 24.01.2026

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

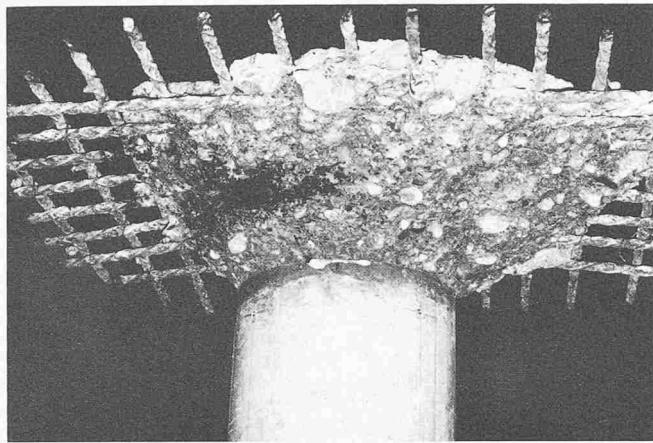


Bild 10. Freigelegter Durchstanzkegel bei Normalbeton. Bruchfläche teils entlang der Korngrenzen, teils durch die Körner hindurch

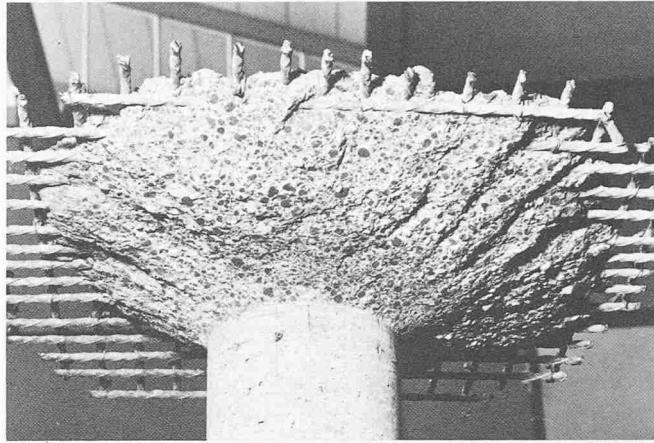


Bild 11. Freigelegter Durchstanzkegel bei Leichtbeton. Bruchfläche immer durch die Zuschlagstoffe

Durchstanzlasten auch für Flachdecken aus Leichtbeton ermittelt werden können. Der konstruktiven Ausbildung und der baulichen Ausführung ist grosse Sorgfalt zu widmen.

#### Literaturverzeichnis

- [1] *Wischers, G.*: «Aufnahme von Druckkräften in Schwerbeton und im Leichtbeton.» *Beton* (Düsseldorf), Nr. 5, 1967.
- [2] *Weigler, H.*: «Gefügedichter Leichtbeton.» *Beton* (Düsseldorf), Nr. 7, 1972.
- [3] *Wischers, G., Lusche, M.*: «Einfluss der inneren Spannungsverteilung auf das Tragverhalten von druckbeanspruchtem Normal- und Leichtbeton.» *Beton* (Düsseldorf), Nr. 8/9, 1972.
- [4] *Badoux, J.-C., Mingard, M.*: «Ponts-Routes en construction mixte avec dalle en béton léger.» *Rapport de l'Institut de la construction métallique, EPFL* (Lausanne), 1973.
- [5] *Short, A.*: «Lightweight Concrete.» *CEB-International Course on Structural Concrete, L7*. Lisboa 1973.
- [6] *Schaeidt, W., Ladner M., Rösli A.*: «Berechnung von Flachdecken auf Durchstanzen.» *TFB, Wildegg* 1970.

- [7] *Elstner, R. C., Hognestad, E.*: «Shearing Strength of Reinforced Concrete Slabs.» *ACI-Journal* (Detroit), p. 29, 1956.
- [8] *Moe, J.*: «Shearing Strength of Reinforced Concrete Slabs and Footings under Concentrated Loads.» *PCA Research and Development Laboratories, Bulletin No. D 47* (Skokie) 1961.
- [9] *Kinnunen, S., Nylander, H.*: «Punching of Concrete Slabs without Shear Reinforcement.» *Kungl. Tekniska Högskolans Handlingar* (Stockholm), 1969, Nr. 158.
- [10] *Hognestad, E., Elstner, R. C., Hanson, J. A.*: «Shear strength of reinforced structural lightweight aggregate concrete slabs.» *ACI-Journal*, Juni 1964.
- [11] *Ivy, C. B., Ivey, D. L., Buth, E.*: «Shear capacity of lightweight concrete flat slabs.» *ACI-Journal*, Juni 1969.
- [12] *Mowrer, R. D., Vanderbilt, M. D.*: «Shear strength of lightweight aggregate reinforced concrete flat plates.» *ACI-Journal*, November 1967.
- [13] *Ladner, M.*: «Einfluss der Massstabgrösse bei Durchstanzversuchen.» *Material und Technik* (Zürich), Nr. 2, 1973.

Adresse der Verfasser: Dr. *M. Ladner* und *H. Roedner*, dipl. Ing. ETH, Ueberlandstrasse 129, 8600 Dübendorf.

## Wärmepumpenheizungen zur Nutzung der Sonnenenergie und Umgebungswärme

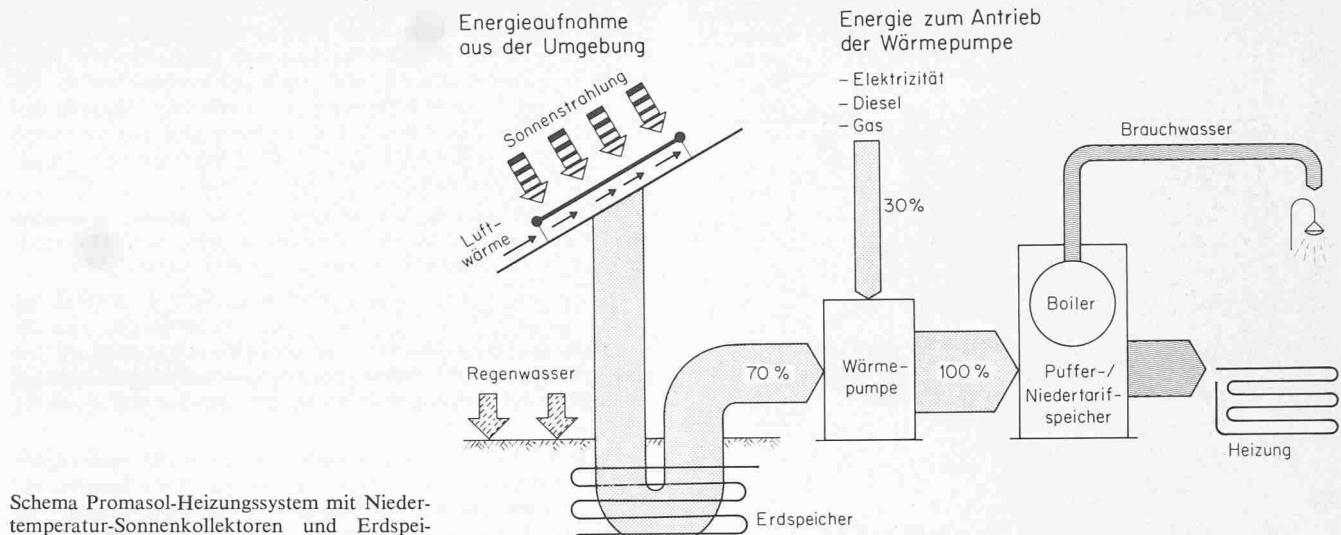
Eine direkte Nutzung der Sonnenenergie zur Raumheizung unter den klimatischen Bedingungen in unseren Breitengraden ist auch unter speziell günstigen Voraussetzungen und bei erheblichen Mehrinvestitionen wirtschaftlich kaum vertretbar. Grössere Möglichkeiten für energiesparende und umweltfreundliche Raumheizungen bietet die in der Schweiz schon seit den dreissiger Jahren angewandte *Wärmepumpe*. Die meisten der über 1000 Wärmepumpenanlagen, die in Europa bis heute installiert wurden, nutzen die im *Grund-, Fluss- oder Seewasser* enthaltene Wärme, die sie auf ein für die Raumheizung nutzbares, höheres Temperaturniveau bringen. Das doch beschränkte Potential an nutzbarem Grund-, Fluss- und Seewasser hat bisher eine weitere Verbreitung der Wärmepumpenheizungen verhindert. Eine internationale Firmengruppe unter schweizerischer Führung hat ein neues Wärmepumpenheizungs-System entwickelt, das mit speziellen *Niedertemperaturkollektoren aus Kunststoff* eine überall verfügbare Wärmequelle für die Wärmepumpen aufweist.

Der günstige Preis der Kollektoren (etwa 30% der herkömmlichen Flachkollektoren) erlaubt bei bescheidenem Investitionsaufwand eine grossflächige Nutzung der Sonnenenergie und Umge-

bungswärme, wobei in der Erde verlegte Plastikrohre die saisonale Speicherung der gewonnenen Energie übernehmen. Bis 70% der für die Raumheizung und Warmwasseraufbereitung benötigten Energie können aus der Umgebungswärme gewonnen werden. Da dieses Wärmepumpensystem den gesamten Wärmebedarf auch während den kälteren Tagen deckt, ist eine Zusatzheizung überflüssig. Die Erfahrungen mit über 30 Anlagen, die in der Schweiz während den letzten zwei Jahren erstellt wurden, zeigen, dass das System äusserst betriebssicher und wartungsfreundlich ist, wobei Betriebskostensenkungen bis zu 65% gegenüber Ölheizungen, eine solche Heizung auch wirtschaftlich sehr attraktiv machen.

#### Bis 70% der Heizenergie aus der Umgebungswärme

Die Wärmepumpe ermöglicht es, Wärme auf ein höheres Temperaturniveau zu bringen. Damit können Wärmequellen, die sonst wegen ihrem relativ tiefen Temperaturniveau nicht genutzt werden können, z.B. Grund-, Fluss- oder Seewasser (Temperaturen von 0 bis ca. 15 °C) dank der Wärmepumpe zur Raumheizung verwendet werden. Da Fluss- oder Seewasser lokal nur beschränkt zur Verfügung stehen, und das Grundwasser meist zu tief liegt, um



Schema Promasol-Heizungssystem mit Niedertemperatur-Sonnenkollektoren und Erdspeicher

noch wirtschaftlich vertretbar an die Oberfläche gepumpt zu werden, hat die beschränkte Verfügbarkeit dieser Wärmequellen bisher eine weitere Verbreitung der Wärmepumpenheizung verhindert.

Die alleinige Nutzung der Erdwärme zur Wärmepumpenheizung führt meist zu einer Auskühlung des Erdreiches mit schädlichen Folgen für die Vegetation. Das nachstehend beschriebene Promasol-Heizungssystem mit speziellen Niedertemperatur-Sonnenkollektoren aus Kunststoff und dem saisonalen Erdspeicher ermöglicht es, bis zu 70% der benötigten Heizleistung aus der Umgebungswärme zu entziehen, wobei die schon genannte Abhängigkeit von lokalen Primärenergien für die Wärmepumpe entfällt. Das System ist zudem monovalent, d.h. einzig der Verdichter der Wärmepumpe benötigt fremde Energie (Elektrizität, Diesel, Gas).

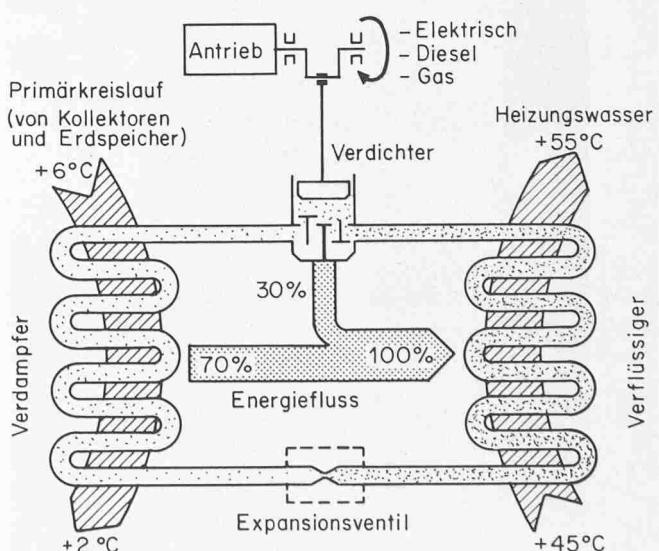
Eine Zusatzheizung auch für die Warmwasseraufbereitung ist nicht notwendig. Sonnenkollektoren, Erdreich und Wärmepumpe liefern auch während den kältesten Wintertagen genug Energie, um den gesamten Wärmebedarf eines Gebäudes zu decken.

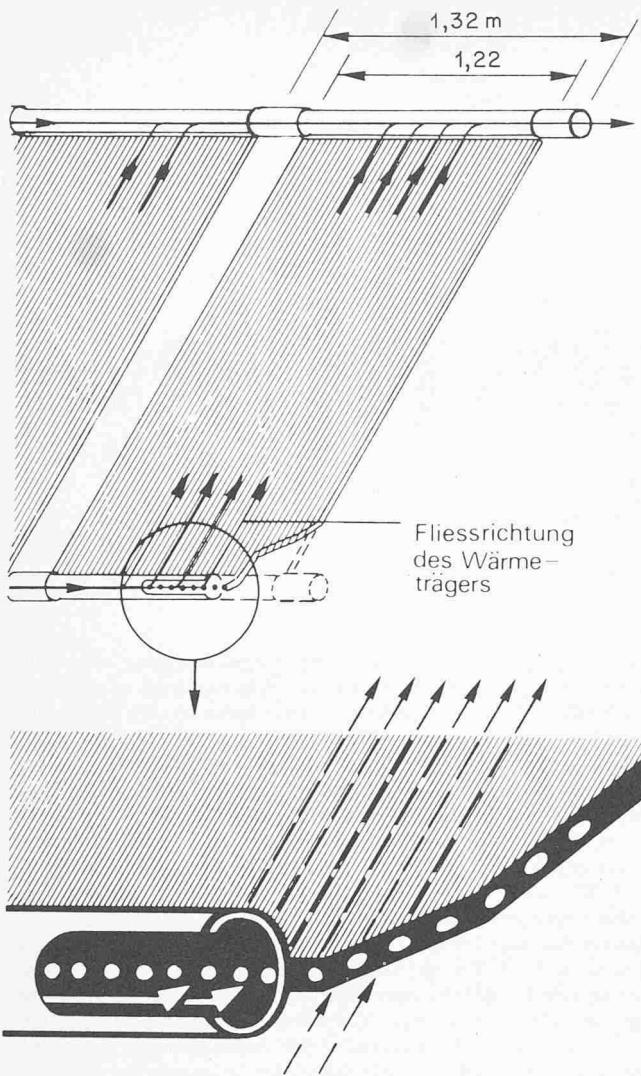
#### Niedertemperatur-Sonnenkollektoren, eine optimale Kombination für Wärmepumpenheizungen

Die beim genannten System verwendeten Niedertemperatur-Kollektoren aus Kunststoff (schwarzes, ultraviolet beständiges *Polypropylen*) sind *nicht verglast* und auch *nicht wärmegedämmt*. Allgemein steigt der Wirkungsgrad von Sonnenkollektoren (verglast und unverglast), je kleiner die Differenz zwischen der Temperatur des Kollektors und der Umgebungstemperatur wird. Bei kleinen Temperaturdifferenzen ist der Wirkungsgrad von Kunststoff-Niedertemperatur-Kollektoren sogar höher als der von Hochleistungs-Flachkollektoren, weshalb die Niedertemperatur-Kollektoren bei den relativ tiefen Temperaturen (maximal 30 °C), die bei Wärmepumpenbetrieb benötigt werden, oft weit bessere Leistungen erbringen als Hochleistungs-Flachkollektoren. Wenn die Temperatur des Wärmepumpen-Kollektorkreislaufs unter der Aussentemperatur liegt (z.B. Wärmepumpenausgang ca. 0 °C, Aussentemperatur 5 °C), wird das in den Niedertemperaturen zirkulierende Wasser-Glykolsmisch zusätzlich durch die Umgebungsluft von beiden Seiten des nicht isolierten und unverglasten Kollektors auch bei schlechtem Wetter und nachts aufgewärmt. Die Kunststoffkollektoren nehmen daher außer über die Absorption der Solarstrahlung zusätzlich über einen Luftwärmetausch Energie aus der Umwelt auf, die im Verdampfer der Wärmepumpe abgegeben wird. Damit für den Primärkreislauf der Wärmepumpe auch an sehr kalten, sonnenarmen Wintertagen genügend Energie bereitsteht, wird die Erde als billiger, saisonaler Wärmespeicher genutzt, indem Kunststoffrohre als Erdregister etwa 1 m bis 1,50 m unter der Erdoberfläche verlegt und mit dem Sonnenkollektorkreislauf verbunden werden. Die beim Promasol-System angewandten Erdregisterrohre bestehen aus vernetztem Polypropylen, das über einen weiten Temperaturbereich sehr gute mechanische Eigenschaften zeigt, so dass mit einer ausgesprochen langen Lebensdauer gerechnet werden kann.

Bild rechts: Funktion der Wärmepumpe: Die Wärmepumpe ist im Prinzip eine Kältemaschine, bei der nicht die Kühlung, sondern die freiwerdende Wärme genutzt wird. Die sonst nicht nutzbare Wärme auf einem tiefen Temperaturniveau kann durch die Wärmepumpe auf ein höheres Niveau gebracht werden, das dann zur Raumheizung genutzt werden kann. Das in der Wärmepumpe zirkulierende Freon transportiert die Wärme, die es durch Verdampfung dem Primärkreislauf im Verdampfer entzogen hat. Der entstandene Dampf wird vom Verdichter auf eine hohe Temperatur und einen hohen Druck gebracht, wobei er im Verflüssiger kondensiert und dabei Wärme an den Heizungskreislauf abgibt. Das Freon gelangt dann über ein Expansionsventil bei niedrigem Druck und niedriger Temperatur wieder zurück in den Verdampfer, womit der Kreislauf fortgesetzt wird. Als Antrieb für den Verdichter werden heute noch meist Elektromotoren eingesetzt, Diesel- und Gasmotoren gewinnen aber immer mehr an Bedeutung und sind heute auch schon serienmäßig für einen weiten Leistungsbereich erhältlich. Durch die Nutzung der Umgebungswärme kann mit der Wärmepumpe ein Mehrfaches der zugeführten elektrischen Energie als Heizwärme genutzt werden. Einen noch besseren Wirkungsgrad bezogen auf die eingesetzte Primärenergie zeigen Diesel- und Gaswärmepumpen, da mit ihnen zusätzlich die Motorabwärme und die in den Abgasen enthaltene Wärme genutzt werden kann.

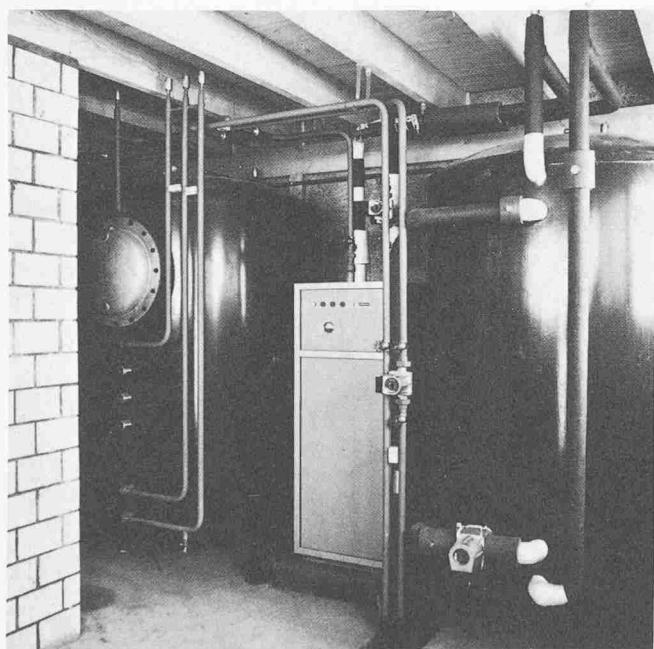
Die Wärmepumpe ist im Prinzip eine Kältemaschine, bei der nicht die Kühlung, sondern die freiwerdende Wärme genutzt wird. Die sonst nicht nutzbare Wärme auf einem tiefen Temperaturniveau kann durch die Wärmepumpe auf ein höheres Niveau gebracht werden, das dann zur Raumheizung genutzt werden kann. Das in der Wärmepumpe zirkulierende Freon transportiert die Wärme, die es durch Verdampfung dem Primärkreislauf im Verdampfer entzogen hat. Der entstandene Dampf wird vom Verdichter auf eine hohe Temperatur und einen hohen Druck gebracht, wobei er im Verflüssiger kondensiert und dabei Wärme an den Heizungskreislauf abgibt. Das Freon gelangt dann über ein Expansionsventil bei niedrigem Druck und niedriger Temperatur wieder zurück in den Verdampfer, womit der Kreislauf fortgesetzt wird. Als Antrieb für den Verdichter werden heute noch meist Elektromotoren eingesetzt, Diesel- und Gasmotoren gewinnen aber immer mehr an Bedeutung und sind heute auch schon serienmäßig für einen weiten Leistungsbereich erhältlich. Durch die Nutzung der Umgebungswärme kann mit der Wärmepumpe ein Mehrfaches der zugeführten elektrischen Energie als Heizwärme genutzt werden. Einen noch besseren Wirkungsgrad bezogen auf die eingesetzte Primärenergie zeigen Diesel- und Gaswärmepumpen, da mit ihnen zusätzlich die Motorabwärme und die in den Abgasen enthaltene Wärme genutzt werden kann.





Schematische Darstellung des Niedertemperaturkollektors. Er besteht aus hochwertigem ultravioletteständigem Polypropylen

Heizraum Promasol-Solarheizungssystem mit Wärmepumpe und Niedertarifoptimierungsspeicher



Der ausgesprochen günstige Preis der Kunststoffkollektoren von ca. Fr. 120.-/m<sup>2</sup> (Flachkollektoren mit Verglasung und Wärmedämmung kosten rund Fr. 400.- je Quadratmeter) erlaubt bei relativ geringen Investitionskosten eine grossflächige Nutzung der Solarenergie, die durch den hohen Wirkungsgrad der Promasol Kollektoren bei relativ tiefen Kollektortemperaturen noch aufgewertet wird und eine Reihe von Vorteilen bringt:

a) Die Erdregisterfläche kann dank der Wärmeaufnahme über die Kollektoren relativ klein gehalten werden. Der Flächenbedarf für ein Einfamilienhaus beträgt ungefähr 120 bis 200 m<sup>2</sup>.

b) Der Boden als Wärmespeicher wird nicht ausgekühlt, so dass schädliche Folgen für die Vegetation ausbleiben. Um im Sommer und im Herbst keine zu hohen Bodentemperaturen zu erhalten, schaltet die Heizungssteuerung den Kollektorkreislauf ab, sobald der Boden eine obere Grenztemperatur von ca. 24 °C erreicht hat.

c) Durch die Promasol-Sonnenkollektoren kann eine relativ hohe Temperatur des Primärkreislaufs der Wärmepumpe erreicht werden. Da der Wirkungsgrad einer Wärmepumpe mit steigender Temperatur des Primärkreislaufs zunimmt, bedingt dies ein besseres Leistungsverhalten der Wärmepumpe. So wird es möglich, dass bis ca. 70% des benötigten Jahreswärmebedarfs über die Umgebungswärme gewonnen werden kann und nur etwa 30% zum Antrieb des Verdichters der Wärmepumpe mit Fremdenergie gedeckt werden müssen.

#### Optimierung der Betriebskosten mit Niedertarifspeicher

Bei elektrischen Wärmepumpen mit Einheitstarif, Diesel- oder Gas-Wärmepumpen wird meist direkt die Wärme der Radiatoren- oder Fußbodenheizung zugeführt, wobei zugleich über einen speziellen Doppelmantelboiler das Brauchwarmwasser erhitzt wird. Bei elektrischen Wärmepumpen, für die während bestimmten Perioden billiger Niedertarifstrom zur Verfügung steht, können die Betriebskosten mit einem Optimierungsspeicher noch weiter gesenkt werden.

Die Wärmepumpe wird dann hauptsächlich während den Niedertarifezeiten eingeschaltet, wobei ein Heizwasserspeicher die notwendige Energie aufnimmt, um auch während der Hochtarifzeit genügend Wärme zur Verfügung zu haben.

Um die Heizungskosten optimal zu senken, wird die Speichergrösse der Dauer der Hochtarifperioden angepasst, wobei auch die Preisdifferenz zwischen Hoch- und Niedertarifstrom berücksichtigt wird. Dank der angepassten Speichergrösse, die für ein Einfamilienhaus zwischen 3000 und 8000 Litern liegt und einer speziell für dieses System entwickelten Steuerung, kann die Wärmepumpe meist zu 70 bis 90% den billigen Niedertarifstrom nutzen.

Beim Promasol-System mit Niedertarifspeicher ist der Boiler für das Brauchwarmwasser im Speicher eingebaut; es entstehen damit keine Verluste durch zusätzliche Wärmeaustauscher.

#### Fußbodenheizungen, eine optimale Kombination mit Wärmepumpen

Fußbodenheizungen bringen nicht nur einen ausgesprochenen hohen Wärmekomfort, sie sind dank den niedrigen Vorlauftemperaturen von 30 bis 50 °C auch eine sparsame und sinnvolle Kombination mit Wärmepumpenheizungen.

Diesel- und Gaswärmepumpen, im Jahre 1978 erstmals serienmäßig auf den Markt gebracht, erreichen wegen der zusätzlichen Nutzung der Motor- und Abgaswärme Temperaturen von bis zu 90 °C, womit auch eine Verbindung mit relativ klein bemessenen Radiatorenheizungen durchaus möglich ist. Eine Kombination mit Niedertemperaturheizungssystemen (Fußbodenheizungen oder relativ gross bemessene Radiatorenheizungen) ist aber bei der heute noch vorherrschenden elektrischen Wärmepumpe mit einer Maximaltemperatur von 55 °C notwendig.

Bei bestehenden Gebäuden, die auf eine Wärmepumpenheizung umgerüstet werden sollen, ist es aber oft möglich, durch eine zusätzliche Isolation die Wärmeverluste so zu senken, dass die bestehenden Radiatoren auch mit einer elektrischen Wärmepumpe gekoppelt werden können.

#### Systemvarianten mit Niedertemperatur-Sonnenkollektoren ohne Erdspeicher

Unter gewissen Voraussetzungen, d.h. vor allem bei bestehenden Gebäuden, ist die nachträgliche Verlegung von Erdregister nur

durch einen Mehraufwand zu bewerkstelligen, so dass andere Wärmepumpensysteme ohne Erdregister vorzuziehen sind. Der Erdspeicher kann beim Promasol-System auch durch einen Kältespeicher von ca. 2000 l, der im Heizraum untergebracht wird, ersetzt werden. Dieser Kältespeicher, der die Primärenergie für die Wärmepumpe liefert, wird durch die Sonnenkollektoren aufgeheizt. Bei diesem System ist aber eine Zusatzheizung (Niedertarif-Elektroheizung oder bestehender Ölbrenner) nicht zu umgehen. Die Energiekosteneinsparungen sind aber auch bei diesem System beträchtlich.

#### Wirtschaftlichkeit von Wärmepumpenheizungen mit Niedertemperaturkollektoren

Es mag zwar verlockend erscheinen, detaillierte Investitionskosten und Wirtschaftlichkeitsvergleiche zwischen konventionellen Heizungen (Ölheizung oder Elektro-Widerstandsheizung) und neuartigen Energiesystemen zu machen. Solche Vergleiche sind aber insofern problematisch, als sie von einer Reihe von lokalen Gegebenheiten abhängen, die eigentlich für jedes Projekt verschieden sind. Zudem spielen auch die Heizgewohnheiten und der angestrebte Heizkomfort des späteren Benutzers eine wichtige Rolle für den Energieverbrauch und damit die Wirtschaftlichkeit einer Heizung.

In den meisten Fällen sind konventionelle Öl- oder Elektroheizungen, wenn man nur von den Anschaffungskosten ausgeht, heute immer noch die billigste Lösung. So kostet denn auch eine Promasol-Heizung mit Wärmepumpe und Niedertemperatur-Kollektoren für ein Einfamilienhaus rund 20 bis 30% mehr als eine gute Ölheizung. Auf die ganzen Baukosten betrachtet, bedeutet dies eine bescheidene Mehrinvestition von etwa 2 bis 4%.

Durch die grösseren Investitionskosten können die Betriebskosten aber in den meisten Fällen um mehr als die Hälfte gesenkt werden. Dies kann insofern in Zukunft zu beträchtlichen Einsparungen führen, als bei steigenden Energiepreisen auch die jährlich eingesparten Energiekosten beträchtlich zunehmen.

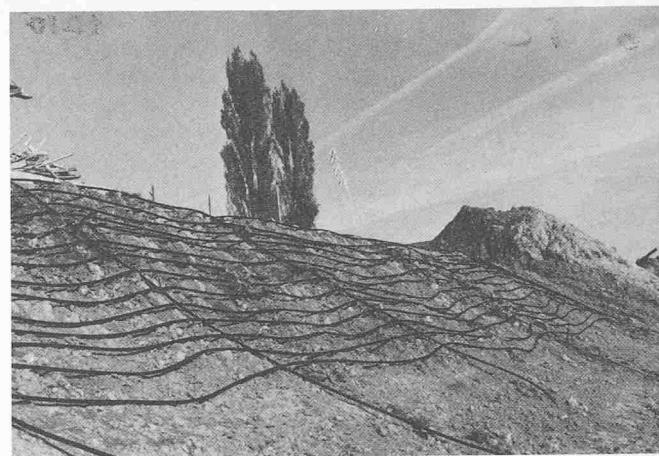
*Vergleich Betriebskosten Ölheizung / Heizungssystem Promasol (unverbindliches Beispiel für ein Einfamilienhaus mit einem Wärmebedarf von ca. 15 000 kcal/h = 17,5 kW und einem Warmwasserbedarf für einen 4-Personen-Haushalt).*

| Ölheizung   | Elektrowärmepumpe mit Niedertemperaturkollektoren und Erdspeicher             |
|---|---|
| Energiekosten 1500.–<br>3800 kg Heizöl zu Fr. 37.–<br>je 100 kg (durchschnittlicher Kesselwirkungsgrad 0,65<br>Winter-/Sommerbetrieb) | Jährliche Einsparung von Betriebskosten Fr. 1200.–                            |
| Unterhalt, Reinigung  | Energiekosten Fr. 750.–<br>Niedertarif 0,06 Fr./kWh<br>Hochtarif 0,12 Fr./kWh |
| Service Fr. 650.–   | Unterhalt Fr. 200.–   |

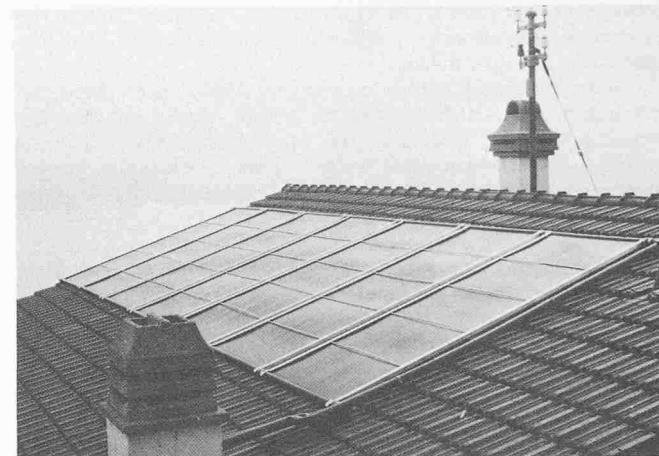
Der gesamte Jahreswärmebedarf dieses Gebäudes, der je nach Heizgewohnheit des Benutzers stark differieren kann, wurde auf 30000 kWh berechnet. Der durch den Verdichterantrieb aufgenommene elektrische Verbrauch der Wärmepumpe beträgt ungefähr 10000 kWh. Zwei Drittel der benötigten Wärme können also aus der Umgebungswärme entzogen werden. Etwa 80% der benötigten Energie wird dank dem Niedertarifspeicher bei billigem Niedertarif verbraucht.

Die hohen Kosteneinsparungen werden vor allem auch dadurch möglich, dass bei der Wärmepumpenheizung mit Niedertarifspeicherung zur Hauptsache mit dem billigen Niedertarif geheizt wird. Zudem entfallen die bei der Ölheizung notwendigen Unterhalts-, Reinigungs- und Servicearbeiten für Tank, Brenner und Kamin, was eine weitere Reduktion der Betriebskosten erlaubt.

Wärmepumpen sind überaus *langlebig*, da nur der Kompressor mechanischen Abnützungen ausgesetzt ist. So ist die erste in der Schweiz installierte Wärmepumpe in einem städtischen Hallenbad in Zürich noch heute nach über 40



Erdregister mit vernetzten Polypropylenrohren dienen zur saisonalen Speicherung der Umgebungswärme



Niedertemperatur-Sonnenkollektoren, grossflächig genutzt, mit Wärmepumpe und Erdspeicher für die Gebäudeheizung — ein Energiekonzept, das auch bei unseren klimatischen Bedingungen keine Zusatzheizung benötigt

Jahren in Betrieb. Einzig der relativ preisgünstige und leicht ersetzbare Kompressor musste einmal ausgewechselt werden.

Für Diesel- und Gaswärmepumpen muss zwar mit einer grösseren Unterhaltsleistung gerechnet werden, die der von Ölheizungen ungefähr gleichkommt. Dafür können aber die Energiekosten noch weiter gesenkt werden, da ihr Gesamtwirkungsgrad über dem von elektrischen Wärmepumpen liegt. Mit der auf den 1. Juni in Kraft gesetzten Zollermässigung für Dieselöl und Flüssiggas, die als Treibstoff für Wärmepumpen eingesetzt werden, dürften Diesel- und Gaswärmepumpen in Zukunft stark an Bedeutung gewinnen.

Um die wirtschaftlich noch vertretbare Mehrinvestition für eine Wärmepumpenheizung zu kalkulieren, müssen neben der Differenz der Energiekosten noch weitere Grössen, wie Abschreibungsdauer, anwendbarer Zinssatz sowie der Anstieg der Energiekosten, bekannt sein. Angesichts der relativ günstigen Hypothekarkredite, mit denen die Mehrkosten wenigstens anteilmässig finanziert werden können, scheint es geprägt, einen Kalkulationszinsfuss von 5% einzusetzen, da ein Ansteigen der Hypothekarkredite zudem mit einem Steigen der Inflationsrate und damit einem Fallen des Realzinses verbunden wäre. Bei einer Amortisationsdauer von 15 Jahren, die unter der Lebenserwartung einer Wärmepumpenanlage liegt, und einer langfristigen Steigerung der Energie-

preise von 2%, liesse sich nach der Kapitalwertmethode eine Mehrinvestition von über Fr. 14000.– für eine Wärmepumpenanlage rechtfertigen, wenn man die zuvor aufgeführten Betriebskosteneinsparungen zu Grunde legt. Bei gleichbleibendem Zinssatz und gleicher Amortisationsdauer wäre bei einer Energiekostensteigerung von 4%, wie sie durchaus eintreffen könnte, sogar eine Mehrinvestition von über Fr. 16000.– wirtschaftlich vertretbar.

Für die Promasol-Heizungssysteme, deren Preis ohne Fußbodenheizung für ein Haus mit einem Wärmebedarf von ca. 15 kW zwischen Fr. 24000.– und 30000.– beträgt, liegen die zusätzlichen Investitionskosten aber meist wesentlich

unter diesen Werten, wenn bei einem Vergleich mit einer konventionellen Ölheizung berücksichtigt wird, dass bei der Wärmepumpenheizung die zusätzlichen Mehrkosten wegfallen. Ein weiteres Plus für die Wärmepumpenheizung ist der kleine Raumbedarf, wobei der Heizraum im Gegensatz zu Ölheizungen auch für andere Zwecke genutzt werden kann (z.B. Wäschetrocknungsraum).

Die Kosten für die Erdarbeiten bei der Verlegung der Erdregister können sehr klein gehalten werden, wenn sie mit den allgemeinen Aushubarbeiten verbunden werden.

Adressen der Verfasser: Promatec SA, Bäretswil, und Sonag, St. Gallen.

## Umschau

### 75 Jahre «Deutsches Museum» in München

Neben den in die Höhe wachsenden, gläsernen Gebäuden des Europäischen Patentamtes flatterten am 7. Mai auf dem Kongressgebäude des Deutschen Museums in München die Fahnen der meisten Kulturnationen: Das weltberühmte Deutsche Museum feierte sein 75-Jahr-Jubiläum!

Bundespräsident *Walter Scheel* war eigens nach München gekommen, um den Festvortrag zu halten. Weiter sprachen der Bundesminister des Innern, *Werner Maihofer*, der bayrische Wirtschafts- und Verkehrsminister *Anton Jaumann* und der Oberbürgermeister von München, *Erich Kiesl*. Sie alle bezeugten ihre Verbundenheit von Bund, Land und Stadt mit dieser *nationalen Bildungsstätte*, während die gleichzeitig erfolgende Übergabe des Vorsitzes des Vorstandes von *Walter Cipa* (AEG) an *Peter von Siemens* die engagierte Präsenz der deutschen Wirtschaft dokumentierte. So überraschte auch nicht, dass der Jubiläumsanlass Gelegenheit bot zur *Grundsteinlegung für neue Gebäude* und dass von namhaften Gönnerbeiträgen zum Ausbau bestehender Abteilungen gesprochen werden konnte.

Die in verschiedenen Reden zum Ausdruck gebrachten Gedanken waren insofern von besonderem Interesse, da sie auch von gewisser Bedeutung für die nun in der Schweiz vor der ständertäglichen Behandlung stehenden *Technorama-Vorlage* sind. Nach der praktisch einstimmigen Annahme durch den Nationalrat dürfte die nun etwas modifizierte Vorlage diesmal auch die Hürde des Ständerates nehmen, so dass dann mit noch etwas aufrundernder Hilfe der Wirtschaft der erste Spatenstich in Winterthur endlich erfolgen kann.

Private Initiative und leidenschaftliche Begeisterung hätten am Anfang gestanden, vermerkte Minister Maihofer. Auch in Zukunft gehe es nicht ohne ein gewisses *Mäzenatentum aus Politik und Industrie im Rahmen einer Gemeinschaftsleistung von Wirtschaft und Staat*.

Nach *Walter Scheel* sind *Naturwissenschaft und Technik entscheidende Bestandteile der Kultur*. So habe dem Gründer des Museums, *Oscar von Miller*, zeitweise ein gemeinsames Museum mit Werken der darstellenden Kunst und der Technik vorgeschwobt, so wie es später in der *Smithsonian Institution* in *Washington* verwirklicht wurde. Die grossen Impulse der Technik stammten weithin ausserhalb ihrer Sphären bis zurück zu den idealen humanistischen Denkens. Gross seien die Gefahren einschichtigen Denkens und die Ausbildung von immer mehr Spezialisten, um so den vermeintlich anstehenden Schwierigkeiten des Lebens entrinnen zu können. Das Deutsche Museum mache die Technik nicht nur anschaubar, sondern vor allem *durchschaubar*. Es möge dem Menschen die Angst nehmen und seine Wachsamkeit erhöhen. Das Erkennen der grossen Zusammenhänge und Bezüge sei entscheidend. Scheel kam dann auch auf die zu geringe Vertretung von *Ingenieuren im Bundestag* (18 Ingenieure von 518 Abgeordneten) und in den Länderparlamenten (49 Ingenieure von 1739 Vertretern) zu sprechen. Die herausragenden Probleme, die von Parlamentariern behandelt und gelöst werden müssten, seien Probleme der Naturwissenschaft und Technik.

Das humorvolle Schlusswort des Oberbürgermeisters, dass das Deutsche Museum nun jene Erfolgsschwelle erreicht habe, dass

sogar der Münchener selbst in «sein Museum» gehe, stand vor dem Finale aus *Johannes Brahms D-Dur-Sinfonie*, das das Orchester der *Bayer-Philharmoniker*, Leverkusen, zum Erklingen brachte.

E.P.

### Neue Wettersatelliten

#### USA starten sechs neue Geräte in sieben Monaten

Die amerikanische Raumfahrtbehörde NASA will jetzt das meteorologische Beobachtungsnetz noch wesentlich verdichten. Von *April bis Oktober 1978* werden weitere sechs Meteorologie-Satelliten gestartet, von denen drei allein der Forschung dienen, die anderen drei Hunderte von Empfangsstationen auf der Erde routinemässig mit den täglichen neuen Informationen über meteorologische Daten versorgen. Zu den letztgenannten gehören *Tiros N* und *Noaa 6* als die ersten von acht Geräten der «dritten Generation» von Wetterbeobachtungssatelliten, die auf *polarer Umlaufbahn* in 850 km Höhe um die Erde kreisen, sowie *Geos 3* auf stationärer Bahn in 36350 km Höhe, wo der Satellit von der Erde aus gesehen fest am Himmel verankert scheint.

Die neuen Hochleistungssatelliten messen und registrieren beispielsweise auf 1° Celsius genau Temperaturen von der Erdoberfläche bis in 32 km Höhe, also bis in die Stratosphäre hinein – und dies bei Tag und bei Nacht, bei bedecktem und klarem Himmel. (Bei den älteren Systemen beträgt die Abweichung noch 3° Celsius). Sie messen den Wassergehalt im Boden, in Wolken und in der Atmosphäre. Ein von englischen Wissenschaftlern beigesteuertes Instrument, die sog. *Stratosphärensonde*, registriert Temperaturen, die nicht nur für das Wettergeschehen, sondern auch für chemische Reaktionen in der Luft von Bedeutung sind, durch die Ozon abgebaut wird.

Alle diese Daten werden durch Messungen ergänzt, die mit Hilfe von Ballonen, Flugzeugen, Bojen, Schiffen oder kleinen stationären Plattformen in abgelegenen Gebieten der Erde gesammelt und via Satellit zu meteorologischen Zentren gefunkt werden. Die kleinen Messwarten registrieren beispielsweise örtliche Erdbeben, Windgeschwindigkeit, Niederschlag, Wasserspiegel und Hochwasser, Strömungen und Temperaturen für Vergleiche mit Beobachtungsdaten, die Satelliten zur Erde melden. Jeder der beiden neuen Wettersatelliten kann Informationen von 2000 Plattformen gleichzeitig bzw. von 10000 Plattformen während eines Erdumlaufs sammeln. Dieses Datensammelsystem wurde in Frankreich entwickelt, das auch für die Datenverarbeitung und die Verteilung der Informationen verantwortlich ist.

Bodenstationen rund um die Erde können nach wie vor ihre APT-Geräte benutzen, um die von den neuen Satelliten übermittelten Wetterbilder aufzunehmen. Um jedoch die neuen Photos mit sehr viel höherer Bildauflösung zu empfangen, ist eine neu entwickelte Apparatur erforderlich, «*Local User Terminal*» genannt. Die Satelliten senden 1,33 Millionen Informationseinheiten (Bits) je Sekunde, haben also im Vergleich zu den bisher benutzten Geräten die doppelte Leistung.

Der Wetterbeobachtungssatellit *Geos* hat bereits vier Vorläufer in dem 1974 begonnenen Programm. Bei den Wissenschaftlern der US-Behörde für Meeres- und Atmosphärenforschung (Noaa)