

# Fabrik als Energiespeicher

Autor(en): **Ruppert, Paul / Gutersohn, Peter**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **108 (1990)**

Heft 9

PDF erstellt am: **12.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-77374>

## **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.

Der SIA hat 1987/88 zum zweiten Mal den Energiepreis für energiegerechtes, zukunftsorientiertes Bauen verliehen (vgl. Heft 51-52/88). Von den drei prämierten Objekten werden nachstehend zwei kurz dargestellt, nämlich das Meteolabor-Gebäude Wetzikon und das Doppelfamilienhaus in Wald (Seite 217). Das dritte Objekt, die Schulanlage Gumpenwiesen in der Gemeinde Dielsdorf, ist früher schon in dieser Zeitschrift vorgestellt worden (vgl. Heft 40/87, Seite 1163). (Red.)

## Fabrik als Energiespeicher

Das als Energiesparhaus konzipierte Fabrikgebäude der Meteolabor AG enthält Lager-, Werkstatt- und Büroräume. Die trotz der hohen Wärmedämmung noch benötigte Heizenergie wird zu mindestens  $\frac{2}{3}$  mit Sonnenenergie gedeckt. Das Sonnenenergiesystem arbeitet durchwegs mit Luft, die in Fassaden-Luftkollektoren und im angebauten Gewächshaus erwärmt wird. Als Speicher dient ausschliesslich die Masse des Gebäudes, das zusammen mit seiner hohen Wärmedämmung eine thermische Zeitkonstante von einem Monat erreicht. Mit einer gemessenen Energiekennzahl von nur etwa  $100 \text{ MJ/m}^2\text{a}$  verbraucht das Objekt rund zehnmal weniger Heizenergie als das in den siebziger Jahren erstellte, gleich grosse, angebaute Fabrikgebäude. Die Mehrkosten für die Sonnenheizung betragen etwa 15% der Bausumme. Die Erfahrungen zeigen, dass Sonnenenergieanlagen auch für Fabrikgebäude sinnvoll angewendet werden können. - Ein Messprogramm, an dem das Bundesamt für Energiewirtschaft beteiligt ist, soll weitere Aufschlüsse über die Wirksamkeit der einzelnen Massnahmen ergeben.

Der Bauherr ist durch seine Tätigkeit in der Meteorologie schon seit langem für Umweltprobleme sensibilisiert. So wur-

VON PAUL RUPPERT,  
WETZIKON, UND  
PETER GUTERSOHN,  
RÜTI

de beschlossen, die Fabrikerweiterung als *Energiesparhaus* zu bauen. Als Hersteller von meteorologischen Messgeräten hat die Firma Erfahrung mit thermodynamischen Vorgängen. Diese Kenntnisse wurden im Energiekonzept angewendet. Das darauf abgestützte Energiesystem wurde vom Architekten in die Architektur integriert und in eine konstruktive Form gebracht, die mit konventionellen Mitteln der Baubranche realisiert werden konnte. Ein umfangreiches Messsystem wurde eingebaut, das der Erforschung des thermischen Verhaltens des Gebäudes und der Steuerung der Sonnen- und Zusatzheizungen dient.

### Zielsetzungen

Das Betriebsgebäude soll möglichst wenig Heizenergie aus nicht erneuerbaren Quellen verbrauchen, und zwar durch:

- eine konsequente Anwendung der Wärmeisolationstechnik bei der Gebäudehülle,
- ein grosses Wärme-Speichervolumen, welches eine sehr träge Tempe-

raturcharakteristik und eine lange Zeitkonstante ergibt wobei das Gebäude selbst als Speicher ausgebildet ist. Ein grosses Speichervolumen benötigt nur geringe Temperaturdifferenzen, was energietechnisch erwünscht ist,

- durch eine einfach funktionierende Sonnenenergieanlage für die Heizung; als Wärmeträger kommt aus Sicherheitsüberlegungen nur Luft in Frage,
- durch sowohl passive wie aktive Sonnenenergiegewinnung, letztere aus Luftkollektoren und dem angebauten Gewächshaus.

Ferner sollte die Realisierung des Systems mit konventionellen Techniken der Baubranche möglich sein. Ausserdem sollten theoretische und messtechnische Untersuchungen das Objekt vom Planungsbeginn an über die Ausführung und während des Betriebes begleiten. Die thermischen Vorgänge innerhalb und ausserhalb des Gebäudes werden laufend durch eine fest installierte automatische Wetterstation KLI-MET erfasst.

### Heizenergiekonzept

An der Südfassade ermöglichen ein Gewächshaus und im Obergeschoss Fenster und Luftkollektoren die aktive und passive Sonnenenergie-Nutzung. 15 kleine Ventilatoren lassen die in den Absorbern und im Gewächshaus erwärmte Luft durch Röhren in den Be-

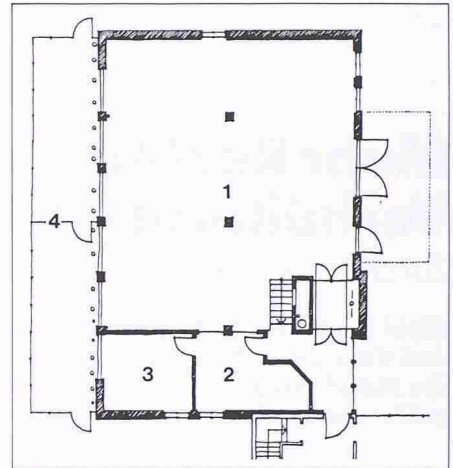


Bild 1. Grundriss Erdgeschoss; 1 Werkhalle, 2 Spedition, 3 Labor, 4 Gewächshaus

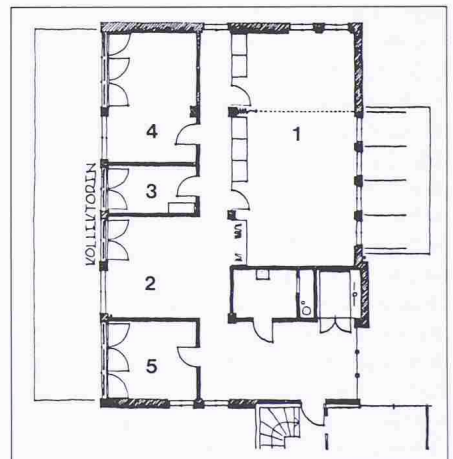


Bild 2. Grundriss Obergeschoss; 1 Besprechung, 2 Ausstellung, 3 Labor, 4 Reproraum, 5 Messraum

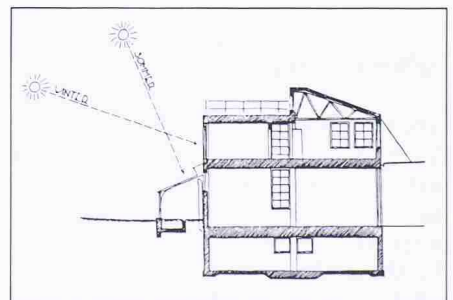


Bild 3. Querschnitt

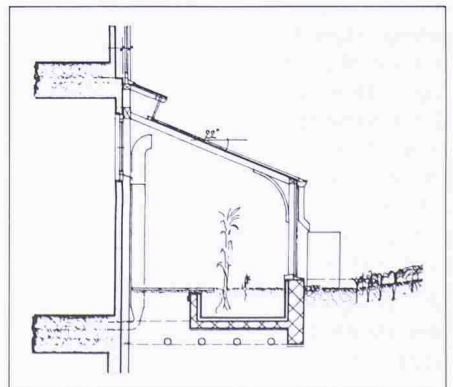


Bild 4. Schnitt durch Gewächshaus



tonböden des EG und des OG zirkulieren und heizen die als Speicher wirkende Betonmasse auf. Die Spitzenleistung der eingefangenen Sonnenenergie von etwa 25 kW gibt im Verhältnis der dazu aufgewendeten Ventilatorleistung von nur 0,9 kW einen sehr günstigen Wirkungsgrad. Der als Speicher dienende Gebäudekörper hat eine Temperatur von max. 25°C, so dass die nur wenig höheren Temperaturen in den Kollektoren und im Gewächshaus relativ tief sind, was zu guten Kollektorwirkungsgraden führt. In Situationen mit zu wenig Sonnenenergie erwärmt eine Wasserzusatzheizung die Betonspeicherböden über ein Rohrregister. Sie wird nachts mit einem elektrischen Durchlauferhitzer (15 kW) oder tagsüber mit dem Kühlwasser des dieselektrischen Aggregates (20 kW) betrieben. Die Möglichkeit, den Durchlauferhitzer durch eine Wärmepumpe mit einer Erdsonde zu ersetzen, wäre später dank der kleinen Vorlauftemperatur gut realisierbar.

### Gebäude: Nutzung und Konstruktion

Das dreigeschossige Hauptgebäude ist an den Altbau von 1970 angebaut. Das Untergeschoss enthält Lager und technische Räume (u.a. einen Diesel als Notstromaggregat). Im Erdgeschoss befinden sich eine Werkhalle (Raumhöhe 3,90 m) und zwei Arbeitsräume, im Obergeschoss Besprechungsräume, eine Ausstellungsfläche nebst Labor, Repro- und Geräteräumen. Die Räume sind zurzeit noch nicht voll ausgelastet. Als Vertikalverbindung dient ein Lift; eine Treppe ist im Altbau von 1970 vorhanden.

Die Konstruktion ist – wie erwähnt – in konventioneller Art erstellt. Es wurde viel steiniges Material mit grossem spezifischem Gewicht verwendet, um eine

hohe Speichermasse zu erhalten (siehe Kästchen). Das ganze Untergeschoss, alle tragenden Bauteile im Innern wie Stützen, Unterzüge, Decken, bestehen aus Stahlbeton. Die gesamten Deckenstärken aus Konstruktionsbeton, Speicherbeton, Unterlagsboden und Belag betragen 65–70 cm, zuzüglich Isolation. Für die Aussenwände wurden Schwerbacksteine verwendet. Eine solche «Massivbauweise» benötigt sehr lange Austrocknungsfristen, was bei der Terminplanung zu berücksichtigen ist.

Das Schrägdach besteht aus Holzbindern mit Bohlenaufgabe. Die Aussenisolation ist durchwegs 12 cm stark über die ganze Gebäudehülle, inkl. Untergeschoss ab Fundamentplatte.

Alle Fenster sind als Kastenfenster mit äusserer 2×IV- und innerer 1×EV-Verglasung ausgeführt. Im Kastenzwischenraum wie auch in den Kollektoren dienen elektrisch angetriebene, automatisch gesteuerte Rollos mit reflektierenden Folien dem Abhalten der Sonneneinstrahlung im Sommer und der zusätzlichen Wärmedämmung in Winternächten. Die Oblichtfenster im Obergeschoss können mit isolierten Klappläden geschlossen werden.

### Gewächshaus

Das längs der Südostfassade aussen angefügte Gewächshaus ist ein mit Dreifachplexiglas verkleideter Holzskelettbau. Lüftungsflügel in der Fassade und im Firstbereich ermöglichen eine optimale Temperaturregulierung. Wegen der aktiven Nutzung der Sonnenenergie muss die Wärmedämmung sehr gut sein, damit die Plexiglashülle bestmöglich als Wärmefalle funktioniert. Die Rückwand zum Hauptbau besteht aus dunklem Sperrholz auf Holzlattung mit 10 cm Mineralwollisolation; die ganzen

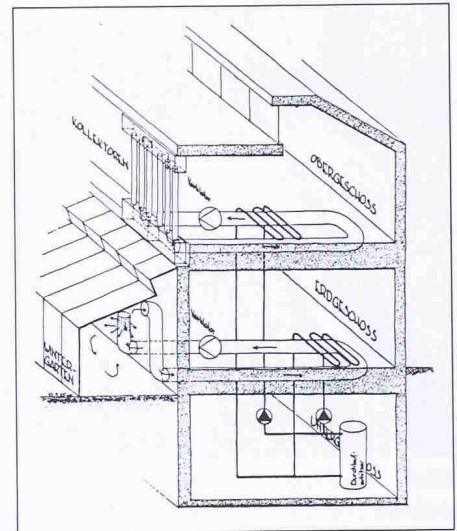


Bild 5. Schematischer Schnitt mit Energiekonzept

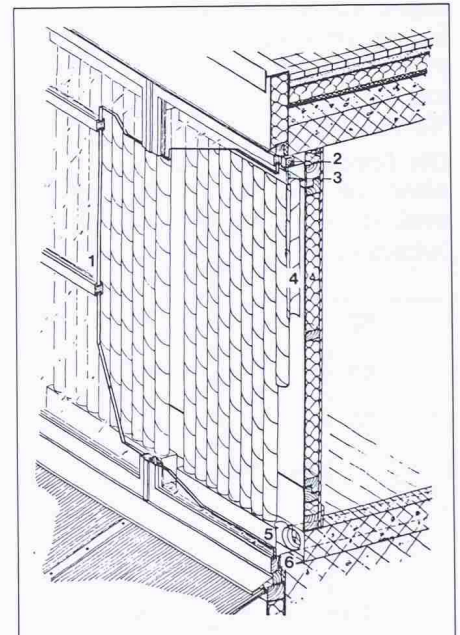


Bild 6. Schnitt Kollektoren

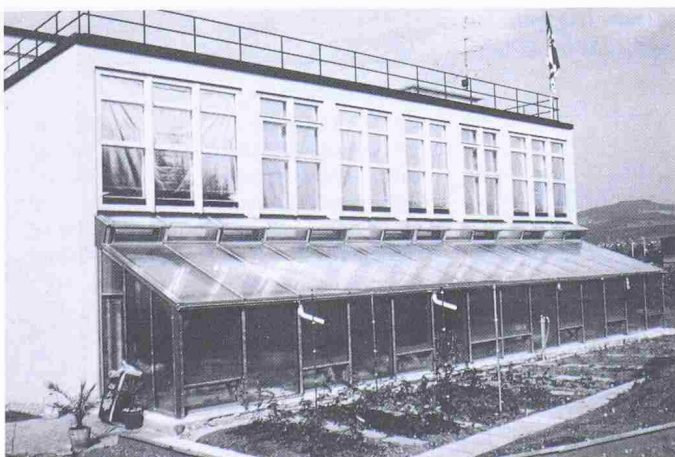


Bild 7. Südfassade mit Gewächshaus im EG und Luftkollektoren im OG, Stellung Sommerbetrieb, d.h. die Luftabsorber sind mit reflektierenden Rollos abgedeckt

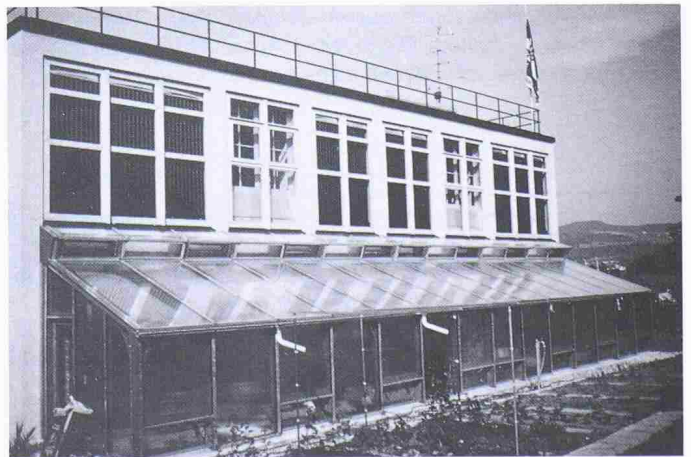


Bild 8. Wie Bild 7, aber Luftkollektoren aktiv



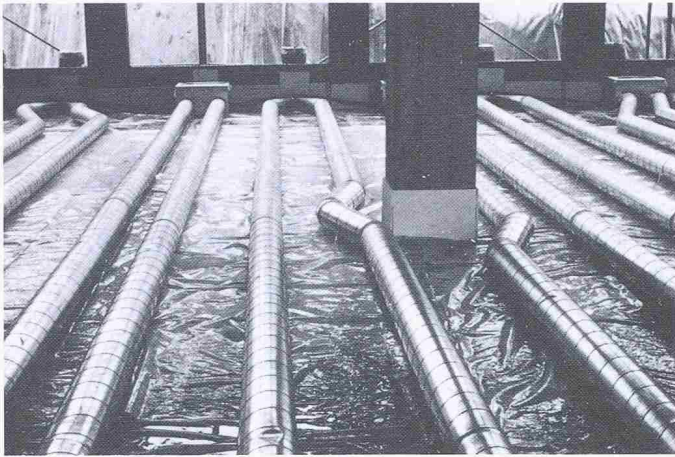


Bild 9. Rohrschleifen, in denen die von den Luftkollektoren erwärmte Luft zirkuliert. Aufnahme vor dem Einbetonieren der Rohre

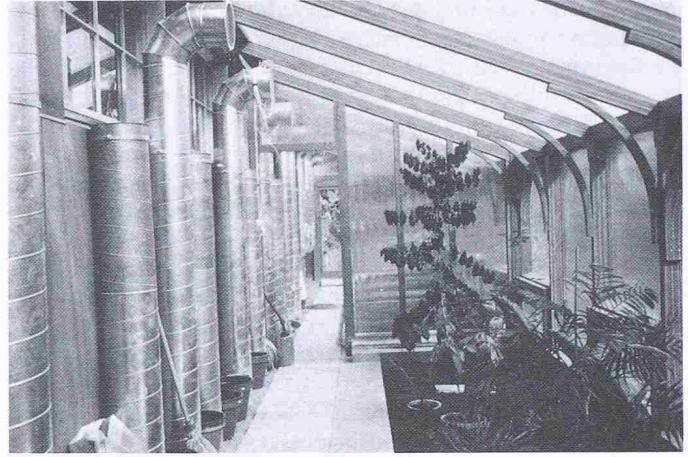


Bild 10. Innenansicht des Gewächshauses. Durch die gekrümmten Rohre wird die erwärmte Luft abgesaugt und aus vielen Löchern in den gerade stehenden Rohren wieder ausgeblasen

Streifenfundamente sind durchgehend mit 6 cm Schaumglas gegen das Erdreich isoliert. In einem Teil des Gewächshauses werden Zierpflanzen gezogen, die etwa Mittelmeerklima verlangen. Im anderen Teil ist ein Nutzpflanzgarten angelegt, in dem im Sommer südliche Fruchtpflanzen und im Winter Salate angebaut werden.

Die Temperatur im Gewächshaus, das nicht von der Zusatzheizung beheizt wird, sinkt erst bei extremen Aussentemperaturen von etwa  $-15^{\circ}\text{C}$  unter die

Nullgradgrenze. In den vergangenen drei Winterperioden sind keinerlei Kondensationsprobleme aufgetreten. Die Gründe für dieses günstige Verhalten sind die gute Wärmeisolation und die grossen Holzoberflächen im Gewächshausinnern.

**Erreichtes - Erfahrungen**

Grundsätzlich sind die berechneten Werte durch die seit der Inbetriebnah-

me durchgeführten Messungen bestätigt worden. Das Gebäude hat in allen Teilen ein sehr stabiles Temperaturverhalten. Die Betriebssicherheit des Sonnenheizungssystems ist sehr hoch; die verwendeten Komponenten und Baugruppen des Energiesystems werden eine lange Lebensdauer aufweisen. Der Heizenergieverbrauch ist sehr klein. Die Energiekennzahl (Heizen) beträgt lediglich  $107 \text{ MJ/m}^2\text{a}$ .

Das Gebäude steht seit dem Winter 1985/86 in Gebrauch. Es erfüllt ge-

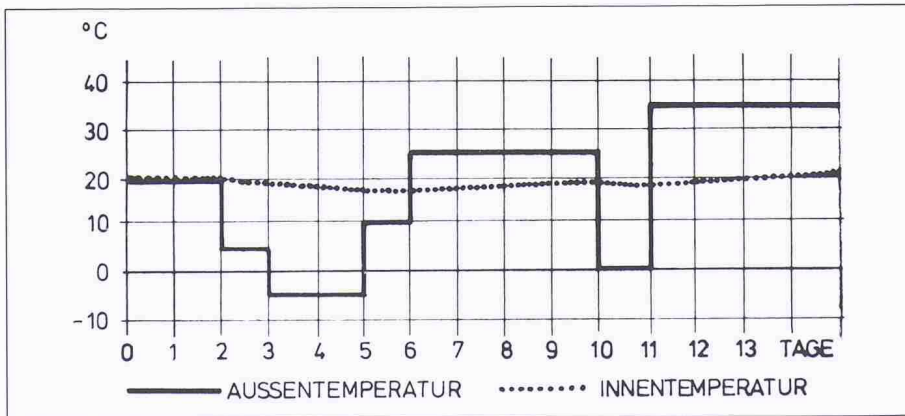


Bild 11. Vergleich Innen-aussen-Temperaturen: Wirkung der grossen Trägheit im thermischen Verhalten. Die starken Aussentemperaturschwankungen sind im Innern kaum spürbar (Annahme; keine Energieerzeugung im Hause)

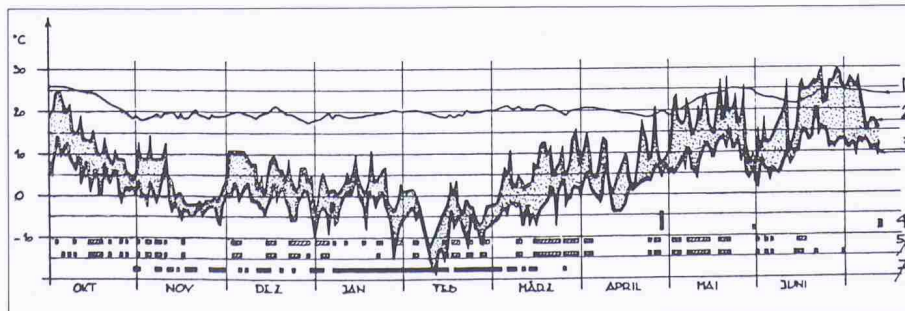


Bild 12. Temperaturkurven Oktober 1985 bis Juli 1986; 1 Speichertemperatur (Decke über EG), 2 Aussentemperatur Tagesmaxima, 3 Aussentemperatur Tagesminima, 4 Betriebszeit Dieselgruppe, 5 Energieleistung aus Kollektoren OG, 6 Energieleistung aus Wintergarten EG, 7 Energieleistung aus Elektro Zusatzheizung

**Standort**

Industriegebiet Schöneich Wetzikon  
 Höhe über Meer 548 m  
 Orientierung der Kollektorfassade SSO  
 Wind aus NO (Bise)  
 Partielle Beschattung durch Nachbargebäude im Süden und Westen bei tiefem Sonnenstand

**Gebäudedaten**

m <sup>3</sup> SIA Gebäude	2430 m <sup>3</sup>
m <sup>3</sup> SIA Gewächshaus	240 m <sup>3</sup>
Bruttogeschossfläche	640 m <sup>2</sup>
Beheiztes Volumen	1670 m <sup>3</sup>
Hülle unbeheiztes Volumen	890 m <sup>3</sup>
Fassadenfläche	440 m <sup>2</sup>
Fensterflächenanteil	West 9%
	Nord 10%
	Ost 15%
	Süd 21%

Primärspeicher (Decken UG und EG)	215 m <sup>3</sup>
Sekundärspeicher (Wände, Stützen, Decke OG)	102 m <sup>3</sup>
Gesamtkapazität	209 kWh/K
Trägheit (Rollos geschlossen)	690 h



samthaft die gestellten Anforderungen. Im ersten Winter 1985/86 wurde das Heizungssystem von Hand gesteuert, was wertvolle Informationen für die Entwicklung der Automatik geliefert hat. Das System ist so träge, dass es auf Fehlmanipulationen der Heizungssteuerung relativ tolerant ist: beispielsweise sinkt bei Ausfall der Heizung innerhalb von 24 Stunden die Innentemperatur um nur knapp 1°C. Da überall auf kleine Temperaturgradienten geachtet wurde, sind die Temperaturen im Gebäude sehr ausgeglichen, was als angenehm empfunden wird. Das gewählte System verlangt aber von den Bewohnern, dass sie sich mit entsprechender Kleidung der Gebäudespeichertemperatur in gewissen Grenzen anpassen.

### Grundsätzliche Gedanken

Mit dem Fabrikerweiterungsbau konnte gezeigt werden, dass eine integrierte Lösung für ein Gebäude mit sehr guten thermischen Eigenschaften realisierbar ist. Eine gute Planung und die Zusam-

#### K-Werte ( $W/m^2 K$ )

Schrägdach	Holzbinder, Bohlen, 15 cm Wärmeisolation	0,21
Flachdach	Betondecke 20 cm, 12 cm Wärmedämmung	0,24
Fassaden	Schwerbackstein 25 cm, 12 cm Wärmedämmung	0,28
Kastenfenster	Holz, 2×IV, Luftraum 20 cm, 1×EV mit Rollos geschlossen	1,91
Werkhallentor	Stahlblechsandwich 15 cm isoliert	0,31
Energiebezugsfläche	420 m <sup>2</sup>	
Energiekennzahl Heizung	ca. 100 MJ/m <sup>2</sup> a	
Energiekennzahl berechnet	ca. 300 MJ/m <sup>2</sup> a	
Energiegewinn aus Sonnenheizung	ca. 200 MJ/m <sup>2</sup> a	

menarbeit von Fachleuten der verschiedenen angewendeten Techniken ist dabei wichtig. Die Verwendung von Luft als Wärmeträger hat viele Vorteile, verlangt aber sorgfältige Optimierungsarbeiten, damit ein ausgewogenes und betriebssicheres System entsteht. Vom rein wirtschaftlichen Standpunkt aus ist eine Sonnenenergieanlage heute noch ein «Luxus», da sich die Kosten bei den tiefen Energiepreisen weder richtig verzinsen noch amortisieren lassen. Andererseits leisten sich die meisten Bauherren an ihrem Bau irgendwo etwas nicht unbedingt Notwendiges, ohne nach der Wirtschaftlichkeit zu

fragen. Im Fall Meteolabor wäre dies die Sonnenenergieanlage. Unser heutiges Wissen über die globalen Energieprobleme und die antropogene Beeinflussung der Natur verlangt den Einsatz von Mitteln, die eine Verbesserung dieser Situation bewirken. So gesehen ist es deshalb fraglich, ob eine Sonnenenergieanlage ein «Luxus» ist.

Adressen der Verfasser: P. Ruppert, El.-Ing., Direktor der Meteolabor AG, Hofstrasse 92, 8620 Wetzikon, und P. Gutersohn, Arch. SIA FSAI, dipl. Ing. ETH, Rosenbergstrasse 26, 8630 Rüti.

## Energiesparhäuser Wald ZH

Ausgezeichnet mit dem SIA-Energiepreis 1988

### Das Objekt

Das Gebäude (Baujahr 1985/86) liegt an einem steilen, nach Süd-Westen ausgerichteten Abhang (vgl. Bild 1). Die Nordmauern (Beton) liegen ganz im Erdreich, der nördliche Teil des Daches ist mit Erde bedeckt. Das Haus ist in typischer Feststoffspeicher-Konstruktion gebaut und überdurchschnittlich wärmedämmend. Die Südfassade weist gros-

se verglaste Flächen auf, die durch einen ausgedehnten zweistöckigen Wintergarten fast vollständig geschützt

VON ANDREAS GÜTERMANN,  
MARKUS KUNZ, ZÜRICH  
UND PETER WEBER, WALD

sind (vgl. Bild 6). Dieser bildet eine Pufferzone, was den Wärmeverlust aus dem verglasten Südteil verhindert,

einen zusätzlichen ungeheizten Wohnraum schafft und Tageslicht sowie erwärmte Luft in die dahinterliegende Wohnzone bringt. Die erwärmte Luft kann auch mittels Ventilatoren in die gemäss Konzept unbeheizten Nordräume des Gebäudes gebracht werden.

### Umfeld

Das Projekt will die Möglichkeit aufzeigen, ein für eine Überbauung nicht sehr attraktives Grundstück für ein energiesparendes, erdgeschütztes Gebäude zu nutzen (vgl. Bild 3). Die Über-



Bild 1. Ansicht

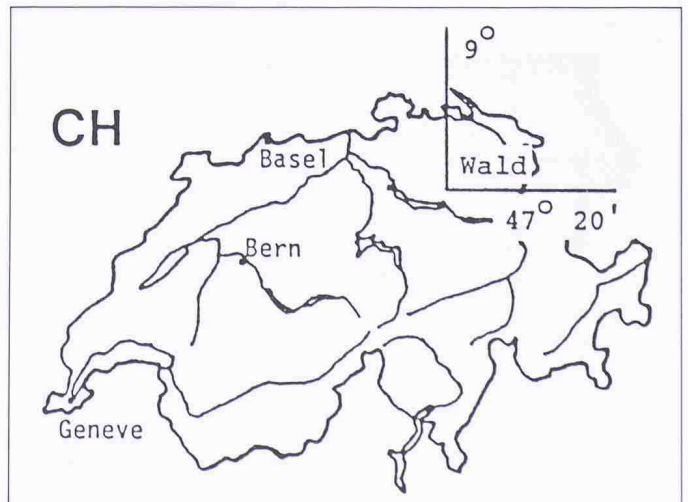


Bild 2. Lokalität