

# »SONNENHÄUSER« IN DER ARCHITEKTUR

Von

B. PETRÓ

Institut für Baukonstruktionen und Installationen, TU Budapest

Eingegangen am 20. März 1975

Vorgelegt von Prof. Dr. L. GÁBOR

Für die Entwicklung der Menschheit hat die zunehmende Verwendung der verschiedenen Energiequellen eine grundlegende Bedeutung. Die sich in der ganzen Welt abzeichnende Energiekrise einerseits, die Gefahr der Erschöpfung der vorhandenen Energiequellen andererseits, erforderten die Prüfung der Verwendbarkeit mit guter Wirtschaftlichkeit der Sonnenenergie. Ähnlich wie in anderen Industriezweigen, wurden auch im Bauwesen erneute theoretische und praktische Forschungen auf diesem Gebiet durchgeführt. Die Aufnahme der Forschungen war auch dadurch gerechtfertigt, daß die Sonne die einzige Energiequelle darstellt, die in der künftigen Zeit — also auch auf weite Sicht — fähig sein wird, große Energiemengen zu liefern. Die eingehenden Forschungen ergaben, daß auf den Gebieten von Wohnungsheizung und Wasserdistillation die Sonnenenergie neben Öl und elektrischer Energie schon jetzt eine wettbewerbsfähige Energiequelle ist.

Mit den heute üblichen, allgemein angewandten Gebäudeprojekten wird das Ziel verfolgt, die Sonnenenergie von dem Gebäude fernzuhalten bzw. an die Umgebung zurückzuführen. Eine derartige Einstellung der Projektierung ist lediglich in der sommerlichen sog. »Spitzenzeit« logisch gerechtfertigt. Im Frühjahr und im Spätherbst wirkt sie jedoch auch abträglich, einerseits muß nämlich die abgeführte Energie in dieser Periode durch andere Energie (Heizung) ersetzt werden, andererseits ist es vernunftswidrig, die aufgefangene Strahlungsenergie an die Umgebung abzugeben, anstatt sie zu speichern und später zu verwerten (z.B. für Warmwasserbereitung oder Gebäudeheizung).

Die Sonne stellt eine der größten natürlichen Energiequellen dar. Daher ist der Mensch selbstverständlich seit Jahrtausenden bestrebt, diese gewaltige Energiemenge nutzbar zu machen. Die Verwertung der Sonnenenergie wird auch durch die Tatsache begründet, daß etwa zwei Drittel des gegenwärtigen Wärmeenergieverbrauchs aus Energiebedürfnissen bei Temperaturen unter 100°C zustandekommen. Dieser Energiebedarf läßt sich aber aus der Sonnenenergie durch einen *einzig*en Energieträger — also ohne weitere Umwandlung — gewinnen.

Gebäudetechnische Gebiete, auf denen Sonnenenergie verwertet werden kann:

- Warmwasserbereitung,
- Heizung,
- Beleuchtung.

Die erforderliche Energieumwandlung kann mit Hilfe verschiedener Einrichtungen — von dem einfachen Warmwasserbereiter bis zum Sonnenkraftwerk — erfolgen.

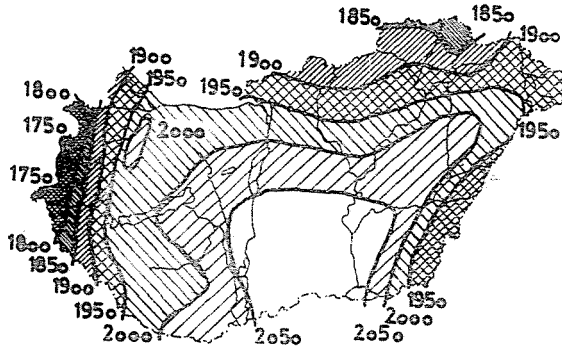


Abb. 1. Jährliche Sonnenstrahlungsdauer in Ungarn

Ob die Sonnenenergie mit hinreichender Wirtschaftlichkeit ausgenutzt werden kann, wird durch die Dauer der in Jahresstunden (Stunden/Jahreszeit) ausgedrückten Sonnenbestrahlung bestimmt: erreicht dieser Wert an einem bestimmten geographischen Ort 2000 h/Jahr, kann bereits die Ausnutzung der Sonnenenergie wirtschaftlich und zweckmäßig sein.

Die Verteilung der jährlichen Sonnenscheindauer in Ungarn ist in Abb. 1 dargestellt.

Weitere zu erwägende Gesichtspunkte einer wirtschaftlichen Ausnutzung sind:

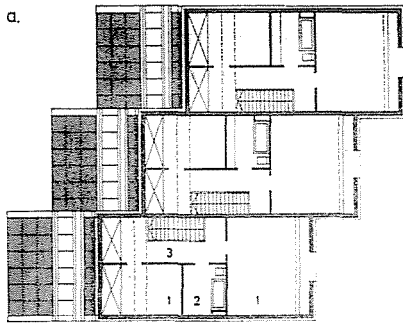
- Häufigkeit mehrerer aufeinanderfolgender Tage mit bewölkttem Himmel,
- Grad der Luftverunreinigung, durch die die Intensität der Besonnung vermindert wird,
- Grad der Zugänglichkeit anderer Energieträger,
- Kostenverhältnisse anderer Energieträger.

Die Verwendung der Sonnenenergie für Gebäudeheizung wäre auch in Ungarn (besonders im südlichen Teil des Landes) möglich, daher ist die Prüfung der Frage auch hier begründet.

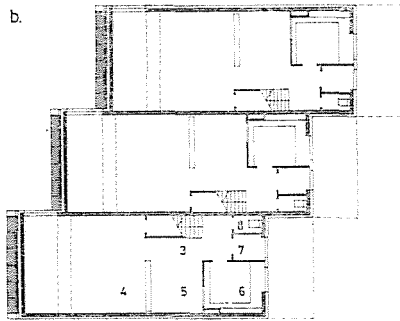
Für Bau und Betrieb der sog. »Sonnenhäuser« sind drei grundlegende Elemente erforderlich:

- Kollektoren, die die Strahlungsenergie der Sonne absorbieren und in Wärmeenergie umwandeln,

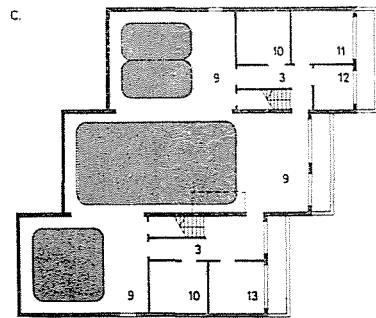
- Wärmeträger (z. B. Luft oder Wasser), durch die die absorbierte Energie zu den Speichern bzw. Heizkörpern geleitet wird,
- gut isolierte Speicher entsprechender Größe (z. B. mit Wasser-, Eisen-, Aluminium-, Beton-, Magnesit- oder Kiesfüllung), in denen die Energie periodisch gespeichert wird.



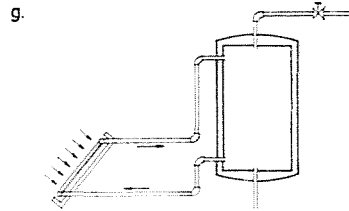
Grundriß Obergeschoß



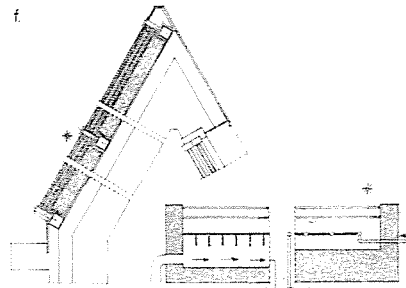
Grundriß Erdgeschoß



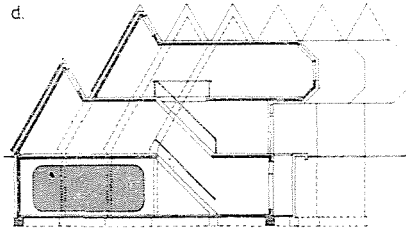
Grundriß Kellergeschoß



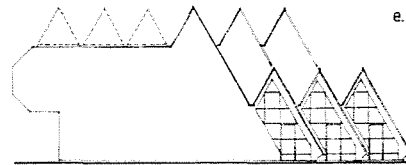
Schema der Verwertung der Sonnenenergie



Konstruktive Knotenpunkte und Detail des Kollektors



Schnitt



Fassade

Abb. 2. Beispiel für die Nutzbarmachung der Sonnenenergie für Gebäudeheizungen. 1. Schlafraum; 2. Bad; 3. Vorraum; 4. Wohnraum; 5. Esszimmer; 6. Küche; 7. Vorzimmer; 8. WC; 9. Wärmespeicher; 10. Pumpe; 11. Ergänzungsheizung; 12. Heizmaterialaufbewahrung; 13. Magazin

Abb. 2g zeigt das Anschlußschema dieser drei Grundelemente und die Funktionsweise des Systems.

Bei dem gegenwärtigen Entwicklungsstand sind zwei Arten der Kollektoren — Luft- und Wasserkollektoren — vorhanden, deren Prinzipskizzen in Abb. 2f zu sehen sind. Der Wirkungsgrad wird durch zahlreiche Faktoren beeinflusst, von denen folgende die wichtigsten sein dürften:

- Absorptionsvermögen,
- der Neigungswinkel zur Horizontalen und die Orientierung der Kollektoren,
- die erforderliche Temperatur und die Durchfließgeschwindigkeit der Energieträger.

Es können die üblichen Heizsysteme:

- Warmwasserheizung oder
  - Luftheizung
- angeordnet werden.

Die Zirkulation der Energieträger wird einerseits durch Gravitationsleitung, andererseits mit Hilfe verschiedener Pumpen ermöglicht.

Das erste sog. »Sonnenhaus« wurde in den USA schon im Jahre 1939 entworfen, die ersten Wohngebäude wurden jedoch erst 1948 in Dover und 1956 in Colorado gebaut. Die bahnbrechenden Projektanten der Sonnenhäuser waren die Architekten Dr. Georg Löff und James Hunter, die die Wirkungsgrade der Kollektoren und Speicher verschiedener Größe ausprobierten.

Die Entwurfsprobleme und die Erscheinungsformen der »Sonnenhäuser« werden über das im weiteren analysierte »Gedankmodellgebäude« dargestellt.\*

### *Die Analyse der Aufgabe:*

Erster Abschnitt: konstruktive Integration der für die Nutzung der Sonnenenergie erforderlichen Grundelemente.

- Bestimmung der Kollektorflächen (Abmessungen, Neigungswinkel, Orientierung) und der Maßordnung,
- optimale Wahl der Speicher (Werkstoff, Aufstellungsort, Umfang, Wärmeübertragung, Minimalisieren der Wärmeverluste, Verhütung der Überheizung in der warmen Jahreszeit),
- Bestimmung des Heizsystems (Ausnutzung niedriger Temperaturen und Verhütung der Energieumwandlung).

Zweiter Abschnitt: bauliche, konstruktive und bauphysikalische Analyse des Gebäudes, Gewährleistung des optimalen thermischen Gleichgewichts

\* In Mitarbeiterschaft wurde an der Technischen Hochschule in Wien von dem Verfasser der Plan eines »Sonnenhauses« ausgearbeitet, das in der Anfangsperiode als selbstmessendes Laboratorium, später als Wohnhaus verwendet werden soll.

- Bestimmung der Verhältniszahl von äußeren Umgrenzungsflächen zu dem Gebäudevolumen,
- Bewertung der strahlungsdurchlässigen und undurchlässigen (verglasten und vollen) Flächen und die Analyse der Orientierung derselben,
- Prüfung der Wärme- und Luftdurchlässigkeit der raumabschließenden Teile,
- Bestimmung der Wärmespeicherung der Primärkonstruktionen,
- Bestimmung der Wärmeverluste durch Lüftung.

Nach der Prüfung der Hauptgesichtspunkte und anhand einer bestimmten Entwurfsmethode\* wurde das »Gedankenmodell« ausgearbeitet.

Die Synthese der Aufgabe: Auswertungsanalyse der Erfahrungen bei dem Entwerfen.

#### *In baulicher Hinsicht:*

Die Konzeption des aus drei Einheiten bestehenden Gebäudes mit tragenden Querwänden enthält den Gedanken der Funktionsänderung der Innenräume (in der Anfangsperiode selbstmessendes Laboratorium aus drei Einheiten, nach Abschluß der Messungen Wohnung).

Die geschlossenen Flächen der Südfassade (optimaler Ort für die Anordnung der Kollektoren) gestattet keine übliche Tageslichtbeleuchtung (Fenster, Türen, Balkone an der Südseite); durch diesen Umstand wurden eine Verschiebung der Massen und die Anordnung von Oberlichtfenstern erforderlich.

Der günstigste Ort für die Speicher ist im Kellergeschoß des Gebäudes; diese Anordnung gestattet einerseits eine ständige Überwachung, bewahrt andererseits das Gebäude vor Überhitzung in der warmen Jahreszeit.

#### *In konstruktiver Hinsicht:*

Ausgestaltung der raumabschließenden Teile: tragende Teile der Vollwandkonstruktion: 15 cm Stahlbeton + 10 cm DRYVIT-Wärmedämmschicht; nichttragende Teile: 25 cm Gasbeton + 6 cm DRYVIT-Wärmedämmschicht, vierfach verglaste (zweifach doppeltverglaste) Fenster mit Isolierglas in Holzrahmen.

#### *Aus der Sicht der Nutzbarmachung der Sonnenenergie:*

Unter Berücksichtigung des gegenwärtigen etwa 50prozentigen Wirkungsgrades stellen die erforderlichen Kollektorflächen ungefähr 40% der Nutzfläche dar.

\* Die Entwurfsmethode, der Konstruktionsentwicklungsprozeß, wird hier nicht beschrieben, der Beitrag enthält im weiteren nur die erzielten Ergebnisse, die Synthese der Aufgabe.

Der optimale Kollektorneigungswinkel ist gleich dem Breitengrad des vorgesehenen Standorts  $+ 12^\circ$  ( $48 + 12 = 60^\circ$ ).

Die Kollektoren wurden aus Alu-Preßblech mit einer CuO-beschichteten Absorbierfläche hergestellt.

Als Energieträger wurde Wasser mit der Solltemperatur von  $55^\circ\text{C}$  gewählt.

Die im Keller untergebrachten Speichereinheiten verschiedener Größe ( $100\text{ m}^3$ ;  $40\text{ m}^3$ ;  $2 \times 20\text{ m}^3$ ) aus Kunststoff setzen Ergänzungsheizungen verschiedener Intensitäten voraus (bei der Anordnung einer  $100\text{ m}^3$ -Einheit ist keine ergänzende Heizung erforderlich). Die maximale Wassertemperatur der vorgesehenen Bodenheizung beträgt  $40^\circ\text{C}$ .

Die Kollektoren können auch auf einer horizontalen Fläche angeordnet werden (bei einer Wirkungsgradverminderung von etwa 10 bis 12%); das würde die nachträgliche Versorgung mit Sonnenenergie von bestehenden Gebäuden ermöglichen.

Das in Abb. 2 gezeigte Gedankenmodellgebäude wurde unter Berücksichtigung dieser technischen Kennwerte entwickelt. Die architektonisch ungewöhnliche Erscheinungsform des Gebäudes spiegelt den Gedanken der Nutzung der Sonnenenergie.

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß heute

- die durch das Gebäude an die Umgebung reflektierte Energie (Sonnenenergie) verloren geht, obwohl sie bei einer zweckmäßigen konstruktiven Integration in der kalten Jahreszeit verwertet werden könnte, und daß
- zwar die für die Energienutzung erforderlichen Grundelemente gegenwärtig noch tatsächlich kostspielig sind, ihr Preis sich jedoch bei Serienfertigung (wie bei der Heizkörperherstellung) auf ein Fünftel des gegenwärtigen vermindern würde.

### Zusammenfassung

Infolge der wachsenden Energieprobleme wurden in der ganzen Welt die Versuche zur Nutzbarmachung der Sonnenenergie erneuert.

Ein Ergebnis dieser Forschungsarbeiten im Bauwesen stellen die in zunehmender Zahl ausgeführten »Sonnenhäuser« dar, wo die Heizung in den Wintermonaten durch die aufgefangene, gespeicherte und nach Bedarf verwertete Strahlungsenergie der Sonne gewährleistet wird.

Im Beitrag werden die baulichen, konstruktiven und bauphysikalischen Probleme der Sonnenhäuser analysiert und die Lösungsmöglichkeit wird an einem »Gedankenmodell« gezeigt.

Dozent Dr. Bálint PETRÓ, H-1521, Budapest