

Energiegerechte Mehrfamilienhäuser: drei Beispiele von Neubauten

Autor(en): **Stulz, Roland**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **100 (1982)**

Heft 5

PDF erstellt am: **25.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-74750>

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.

Tabelle 6. Ziel- oder Richtwerte (Minimalanforderungen) für ölbheizte Mehrfamilienhäuser

	Neubau	Altbau nach Sanierung
Installierte spezifische Heizleistung [W/m ²]	< 60*	< 80
Maximaler Jahresenergieverbrauch für Heizung und Warmwasser [MJ/m ² a]	< 350	< 450*
Minimaler Energievorrat im Hause Öltank-Grösse	1 Jahresbedarf* 1 1/2 Jahresbedarf	1/2 Jahresbedarf* 1 Jahresbedarf

* massgebende Richtwerte

Man beachte ganz allgemein, wie kompliziert die *gegenseitigen Abhängigkeiten* sind. Der Ölbedarf sinkt zwar gesamthaft um 68%, obwohl der Energieabfluss «nur» um 58% zurückgeht. Der Abwärmeanteil inkl. Sonneneinstrahlung steigt von 45% auf 82%. Der Anteil Brauchwarmwasser am Wärmebedarf steigt von 13% auf 39% und wird zum dominierenden Verbrauchsfaktor. Die Heiztage gehen von 237 sukzessive auf 171 Tage zurück; die Heizgrenze sinkt von 12,5 °C auf 8,4 °C.

vor die Hülle saniert ist, kann kein Gesetzgeber das Risiko für eine zwangsverordnete «individuelle Heizkostenabrechnung» übernehmen. Eine Verdoppelung der Lüftungsrate (Dauerlüfter) erhöht den Energieverbrauch in unserem Beispiel um 15%. Auch der Mieter kann durch sein Verhalten massgeblich zur Verbrauchsreduktion beitragen. Mehr als die Hälfte aller Mehrfamilienhäuser hat aber so tiefe Energiekennzahlen, dass in diesen Häusern keine «Dauerlüfter» vermutet werden müssen.

Damit die Bauplaner ihren Bauherren brauchbare Entscheidungsgrundlagen auf den Tisch legen können, die auf echten Optimierungsberechnungen beruhen, sollte mit Ziel- oder Richtwerten gearbeitet werden (Tab. 6). Es kann dem Mieter und der Allgemeinheit gleichgültig sein, wie ein Eigentümer ein Ziel erreichen will, wichtig ist nur, dass wirtschaftlich erreichbare Sanie-

Ziel- oder Richtwerte

Energiekennzahlen über 900 sind im Mehrfamilienhaus durch die Hausbesitzer, respektive Baufachleute zu verantworten. Energiekennzahlen unter 600 können nur von Mieter und Vermieter gemeinsam erzielt werden. Be-

Literaturverzeichnis

- [1] Brunner C. U. et al.: «Auslöser und Nebenwirkungen beim Energiesparen im Bauwesen». SNF, Nationales Forschungsprogramm, Zürich, Nov. 1980
- [2] Wick B.: «Sparobjekt Einfamilienhaus». Verlags-AG der akademischen technischen Vereine, Zürich, Februar 1981
- [3] Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein (SIA): SIA-Empfehlung 180/4 «Die Energiekennzahl», bereinigter Entwurf. SIA Zürich, 23.9.1981
- [4] Schweizerische Aktion Gemeinsinn für Energiesparen (Sages): Fragebogen «Energiekennzahl» Mehrfamilienhäuser. Zürich, Juni 1979
- [5] Wick B.: «Energieverbrauch Mehrfamilienhäuser». Vortragsmanuskript, Sages-Tagung Bern, Mai 1980
- [6] Bundesamt für Konjunkturfragen: Wärmetechnische Gebäudesanierung, Handbuch Planung und Projektierung. EDMZ Bern, Januar 1980
- [7] Eidg. Departement des Innern, Amt für Bundesbauten: Energiegerechte Neubauten. EDMZ Bern, August 1981

rungsziele formuliert werden. Der Vermieter kann beispielsweise eine Wärmepumpe installieren oder eine maximale Dämmung ausführen lassen. Im Rahmen der Wirtschaftlichkeit und der Grenzen der Behaglichkeit muss seine Entscheidungsfreiheit gewahrt bleiben.

Adresse des Verfassers: B. Wick, dipl. Ing. ETH/SIA, Ingenieurbüro für Energietechnik, 8967 Widen.

Energiegerechte Mehrfamilienhäuser

Drei Beispiele von Neubauten

Von Roland Stulz, Zürich

Energiesparen beim Neubau

Möglichkeiten und Grenzen

Dem Energiesparen im Mehrfamilienhausbau sind naturgemäss engere Grenzen gesetzt als zum Beispiel im Einfamilienhaus oder bei öffentlichen Gebäuden. Die Gründe hierfür sind vor allem *finanzieller* und *organisatorischer* Art. Einerseits darf durch Mehrinvestitionen für Energiesparmassnahmen der Mietzins nicht aus dem relativ engen marktüblichen Preisrahmen fallen, und andererseits muss das sehr unterschiedliche Mietverhalten beim Einbau von Energiesparelementen berücksichtigt werden.

Die Praxis hat uns gelehrt, dass beim Entscheid für oder gegen die Ausführung von Energiesparmassnahmen *folgende Aspekte* zu beachten sind:

- Energiesparen mit gutem Kosten/Nutzen-Verhältnis besteht nicht im Einsatz einer spektakulären Maschine, sondern kann nur durch die sinnvolle *Kombination von vielen Einzelmassnahmen* an Bauhülle und Haustechnik gewährleistet werden.
- Energiesparen ist in der Regel mit merklichen *Mehrinvestitionen* und *planerischem Mehraufwand* verbunden.
- Der Einsatz von Energiespartechniken lohnt sich trotzdem auch für den einfachen Wohnungsbau.

- Der *Bauherr* sollte als Entscheidungskriterien das Kosten/Nutzen-Verhältnis und die Versorgungssicherheit und nicht nur die Mehrkosten betrachten.
- Die Motivation der *Mieter* für die richtige Benutzung von energiesparenden Techniken sollte durch entsprechende Beratung und eventuell finanzielle Anreize angeregt werden.

Drei Fallbeispiele

An den drei nachfolgend dargestellten Beispielen soll möglichst das *ganze Spektrum* der heute im Wohnungsbau realisierbaren Energiesparmassnahmen dargestellt werden. Hierbei werden folgende Aspekte behandelt:

Im *Beispiel A* werden aktive und passive Energiesparelemente grundsätzlich aufgeführt. Als Entscheidungskriterien im Gespräch zwischen Bauherrn und Architekten wurden hierbei diskutiert

- Gebäudestellung und Grundrissentwurf
- Bauhülle
- Haustechnik

- Akzeptanz durch Bauherrn und Bewohner
- Kosten/Nutzen-Berechnungen, Energiekennzahl

Im *Beispiel B* wird eine komplexe Anlage beschrieben mit

- Totaler Abwärmenutzung
- Einsatz einer Total-Energie-Anlage

Im *Beispiel C* sind die Erfahrungen mit einer kombinierten Anlage von Wärmepumpen und Sonnenkollektoren zusammengefasst.

A) Vier 6-Familienhäuser

Aufgabenstellung

Primär sollten *preisgünstige* und trotzdem attraktive und *grosszügige Wohnungen* für die Belegschaft der Schuhfabrik Fretz Men AG geschaffen werden. Eine energiesparende Bauweise war zwar grundsätzlich erwünscht, die Verwendung von neuen Techniken war aber nur zulässig, sofern die daraus resultierenden *Mietpreise* sich im *ortsüblichen Rahmen* bewegen und die verwendeten Geräte *technisch ausgereift* sind. Experimente waren also nicht erwünscht. Eine weitere Randbedingung war die *energetische Versorgungssicherheit* der Häuser, d. h. die Wohnungen müssen auch im Falle einer Versorgungskrise *betriebssicher beheizt* werden können.

Aus dieser Aufgabenstellung ergaben sich für die Projektierung der Überbauung einige neue *Zielsetzungen*. In Anbetracht des durch den Mietpreis gegebenen engen Investitionsrahmens soll das *Einsparen* von Heizenergie in erster Linie durch *optimale Isolation* der Bauhülle und *direkte Nutzung von Sonnenwärme und Abwärme* erreicht werden. Zudem soll dem Bewohner durch eine *energiebewusste Grundrissgestaltung* gleich auch noch ein *erhöhter Wohnkomfort* geboten werden.

Infolge der Tatsache, dass sich die Heiz- und Energietechnik heute in starker Entwicklung befindet und dass somit innert weniger Jahren mit neuen marktreifen Technologien gerechnet werden kann, wurde eine *flexible und ausbaufähige* heiztechnische Anlage gewählt. Durch dieses offene Energiesystem soll somit der spätere Ein- und Umbau von neuen sparsamen Heizanlagen ermöglicht werden.

Situation

Die *Situierung* der Gebäude bot einige Probleme, wird doch das Grundstück im Südwesten von einer stark befahrenen Kantonsstrasse tangiert und fällt es zudem noch leicht nach Norden ab.

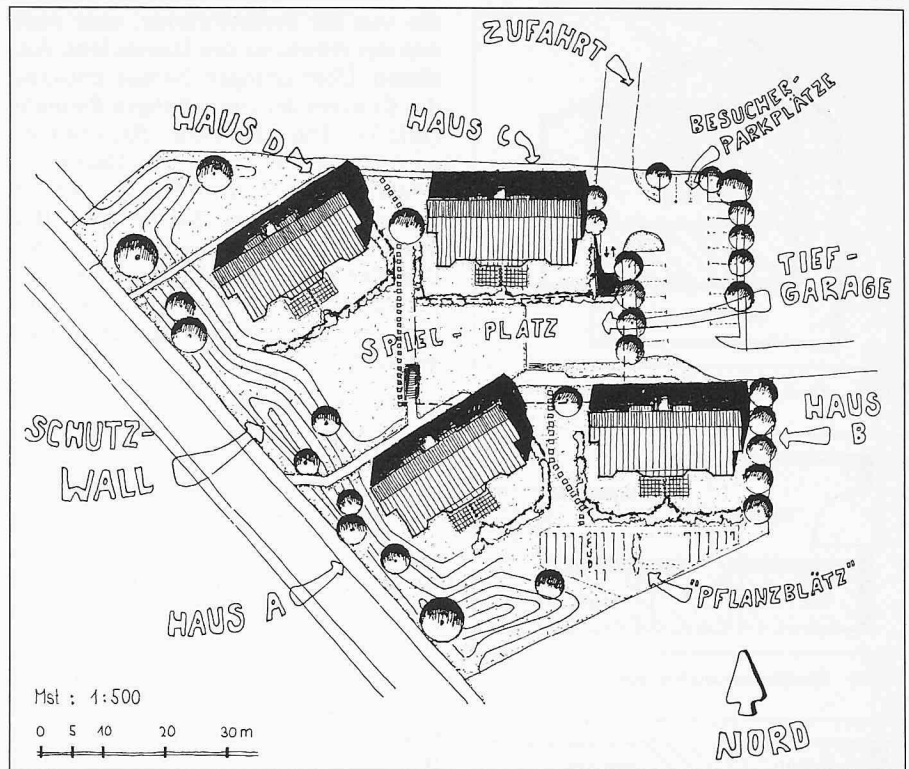


Bild 1. Vier 6-Familienhäuser «Fretz Men» in Seon. Situation

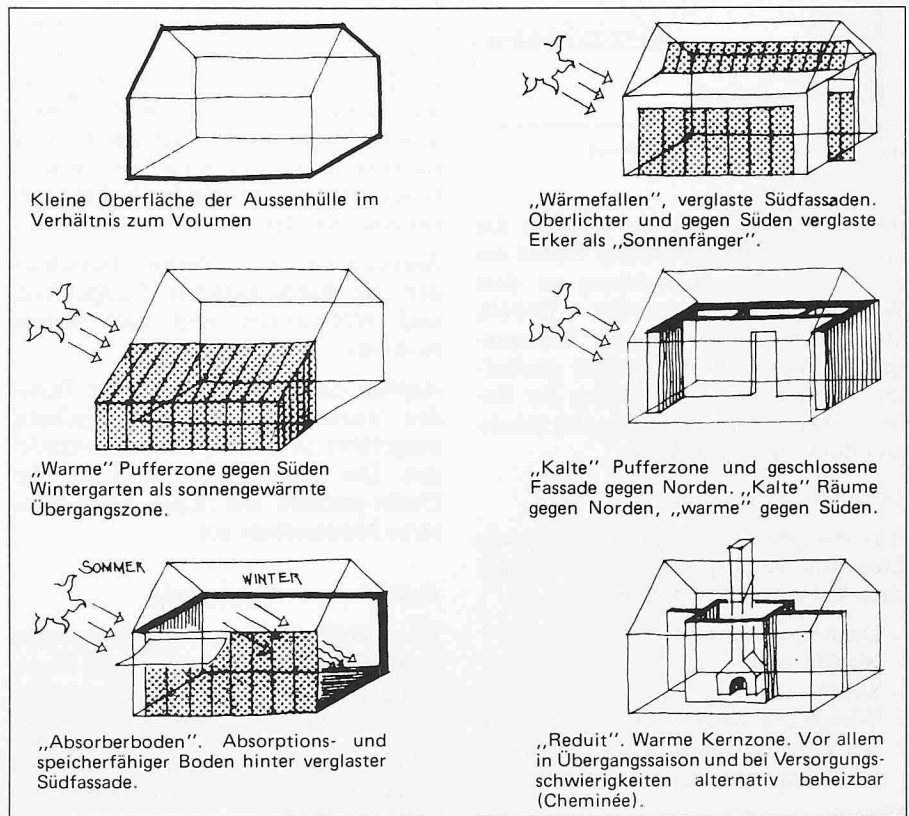


Bild 2. Elemente der energiegerechten Grundrissgestaltung

Um trotzdem eine optimale Besonnung (passive Solarnutzung) gewährleisten zu können, wird längs der Strasse ein Lärmschutzwall aufgeschüttet, und die Gebäude werden nach Süden orientiert.

Gedanken zur Grundrissgestaltung

Um den Wärmebedarf des Hauses zu minimieren und die Sonnenwärme

möglichst direkt nutzen zu können, standen die Elemente der Grundrissgestaltung gemäss Bild 2 Pate.

Ausser dem «Absorberboden» konnten alle diese Elemente angewendet werden. Der Boden als Absorberfläche ist im Mietwohnungsbau schwerlich realisierbar. Der verglaste Wintergarten konnte gebaut werden, weil die Ge-

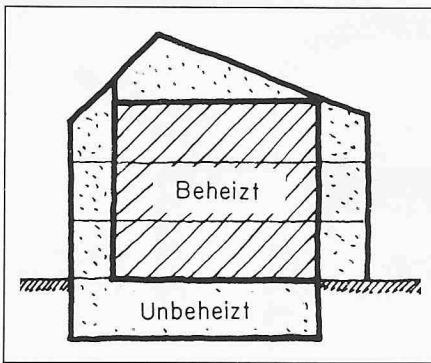


Bild 3. Zweischalige Bauhülle als Pufferzone

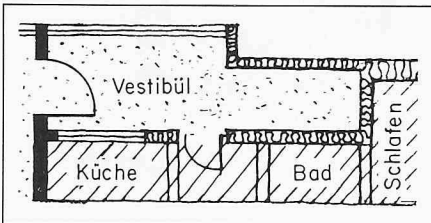


Bild 4. Nordfassade mit Vestibül

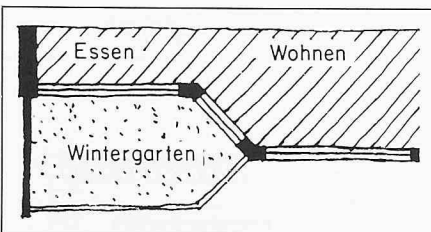


Bild 5. Südfassade mit Wintergarten

meinde die Balkonfläche nicht in die Ausnutzungsziffer einbezog. Durch die Aufteilung des Grundrisses in drei Wärmezonen (Nordpuffer, Reduit, Süd-Wintergarten) konnten Wohnungen mit hohem Wohnkomfort geschaffen werden. Die Transparenz der Zonen wirkt zudem räumlich und innenarchitektonisch attraktiv.

Gedanken zur Bauhülle

Aus energetischer Sicht sind folgende Elemente nach jeweils unterschiedlichen Kriterien zu behandeln:

- Dach/Estrichraum
- Nordfassade
- Südfassade
- Wände und Decken zwischen beheizten und unbeheizten Räumen (Keller, Treppenhaus).

Vereinfachend könnte man sagen, die Nordfassade müsse eine geschlossene, hochisolierte Wand sein, während die Südfassade weitgehend verglast sein darf. Dieser Grundsatz zeitigt jedoch gestalterisch und grundrisslich unbefriedigende Konsequenzen. Aus diesem Grunde versuchten wir, die «kalte» Nordfassade als Raumschicht auszubilden, die von der Abwärme der beheizten Räume temperiert wird. Ebenso sollte die Südfassade im Balkonbereich als Raumschicht ausgebildet werden,

die von der Sonnenwärme, aber auch von der Abwärme des Hauses lebt. Aus diesen Überlegungen heraus entstand das Konzept der *zweischaligen Bauhülle* (Bild 3). Das beheizte Bauvolumen wird eingepackt durch den Dachraum und die Pufferzone im Norden, welche die Abwärme von Küche und Bad nutzt, und vom Wintergarten im Süden, der als Sonnenfänger und Klimaregulator wirkt. Hierbei wurden die einzelnen Elemente folgendermassen gestaltet:

Dach: Das schräge Kaltdach erlaubt nachträglichen Einbau von Absorbern oder Kollektoren. Der Dachraum mit isoliertem Boden wirkt als Pufferzone.

Nordfassade (Bild 4): Die Nordfassade wird aufgeteilt in eine teilweise verglaste, isolierte Vestibuleausenmauer und eine isolierte Wand zwischen Küche/Bad und Vestibule.

Südfassade (Bild 5): Die Fläche der Südfassade wird durch «Faltung» maximiert und verglast. Zudem wird sie im Bereich des Wintergartens aufgeteilt in eine Balkonverglasung (EV) und eine IV-verglaste Innenfassade. Der Wintergarten speichert die Strahlungswärme und hat eine ausgleichende Wirkung auf die Wohraumtemperatur. In Schlaf- und Kinderzimmer war geplant, eine *Tombe-Brüstung* als Wärmespeicher zu montieren. Dies konnte aus vermietungstechnischen Gründen bisher nicht realisiert werden.

Innenwände: Kellerdecke, Estrichboden und Wände zwischen Treppenhaus und Wohnungen sind voll isoliert (6-8 cm)

Aufbau der Aussenmauern: Die Fassaden wurden konsequent zweischalig ausgeführt und Kältebrücken vermieden. Die Balkonplatten sind von der Decke getrennt und liegen auf der äusseren Mauerschale auf.

Gedanken zur Haustechnik

Eine Vielzahl von Energiekonzepten wurden auf ihre technische und finanzielle Realisierbarkeit hin untersucht. Geprüft, aber nicht ausgeführt wurden:

Öl-Heizkessel und Elektroboiler: Wurde nicht ausgeführt wegen zu hoher Öl-abhängigkeit.

Öl-Heizkessel und Wärmepumpe für Warmwasser, resp. Raumheizung. Die Wärmepumpe sollte mit der Abwärme aus dem Estrich betrieben werden. Messungen zeigten, dass der Wärmeeinfall im Estrich bei Wärmepumpenbetrieb praktisch nur dem der Aussenluft entspricht. Die Amortisationszeit hätte über 20 Jahre betragen.

4 Wärmepumpen mit Luftkollektoren bivalent: Die Mehrkosten gegenüber

dem Ölheizkessel hätten etwa Fr. 320 000.- betragen für Wärmepumpe, 640 m² Luftkollektoren und Speicher. Die Amortisationszeit hätte über 20 Jahre betragen.

Sonnenkollektoren, Erdkollektoren und Heizkessel: Die zusammenhängenden Gartenflächen wären für die Speicherung der Wärme aus den Sonnenkollektoren in Erdkollektoren zu klein.

Sonnenkollektoren für Warmwasser: Die Amortisationszeit hätte über 20 Jahre betragen.

Diesel-Wärmepumpe mit Unterdach-Kollektoren, bivalent: Beim vorliegenden Leistungsbedarf wäre die Anlage zu teuer gekommen, hätten doch die Mehrkosten etwa Fr. 200 000.- betragen. Die Montage der Unterdachkollektoren schien vom bestehenden Marktangebot zu wenig abgedeckt und hätte durch die Serieschaltung von vier Häusern zu grossen hydraulischen Problemen geführt. Mit heutigen Energie-, resp. Absorberdächern wären allerdings interessantere Lösungen möglich.

Abwärmennutzung Abwasser, Hauslüftung, Garageabluft: Folgende Aspekte ergaben ein schlechtes Kosten/Nutzen-Verhältnis (Amortisationszeit über 25 Jahre)

- Mehrkosten für getrenntes Abwassersystem
- Zu kleine und unregelmässig anfallende Abwärmemenge von Abwasser und Lüftung bei 4x6 Wohnungen.
- Bei Nutzung der Garageabwärme wären hohe Kosten entweder für den Abluftkamin bis über Dach oder einen zusätzlichen Wärmetauscher und Verdampfer mit grossen Systemverlusten und überdimensioniertem Ventilator zu erwarten gewesen.

Nach all diesen Variantenstudien schien nur ein technisch einfaches, aber vielseitiges und erweiterbares Konzept finanzierbar und wünschbar. Vorgesprochen wurde deshalb ein *Offenes Energiesystem*.

Wie bereits erwähnt wurde dieses Konzept gewählt, weil es an neue Technologien angepasst werden kann, und weil es weitestgehend betriebs- und versorgungssicher ist. Das System besteht aus:

- Luft-Wasser-Wärmepumpe mit Wärmequelle Aussenluft für Heizung und Warmwasser
- Öl-Heizkessel für Spitzendeckung
- Zentralkamin für Holzofen oder Cheminée im Wohnbereich
- Nordkamin für Holz- resp. Ölofen im Vestibül
- Zusätzliche disponible Leitungsschächte
- Süd geneigtes Dach mit disponiblen Estrichraum.

Beschrieb des ausgeführten Projekts

Grundrisse (Hauptmerkmale):

- ein grosses Vestibül mit Garderobe/Abstelle als thermische Pufferzone gegen Norden
- die zentrale Küche mit Ausblick nach Norden und Süden, die ihre Abwärme an die Wohnbereiche abgibt
- der Balkon/Sitzplatz, der in der Übergangszeit und im Winter als Wintergarten verglast wird und als zusätzlicher Wohnraum nutzbar ist
- fast alle Zimmer haben Südfenster.

Die *Bruttogeschossflächen* ohne das Treppenhaus (14 m²) betragen hierbei für die 3½-Zimmerwohnung 109 m² inkl. 11 m² Vestibül und 7 m² Wintergarten. Für die 4½-Zimmerwohnung sind es 125 m² inkl. 11 m² Vestibül und 7 m² Wintergarten.

Bauhülle

Das *Dach* wurde mit Eternitschiefer eingedeckt. Der Estrichboden besteht aus 15 cm Beton, 8 cm Isolation und 5 cm Zementüberzug ($k = 0,45 \text{ W/m}^2\text{K}$).

Die *Nordfassade* ist im Bereich des Vestibüls als Holzkonstruktion mit 10 cm Isolation und Eternitverkleidung ($k = 0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$) ausgeführt, während im Bereich Schlafzimmer ein 12-cm-Mauerwerk mit 10 cm Isolation und Eternitschiefer gewählt wurden ($k = 0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$).

Die *Südfassade* ist weitgehend verglast mit DV-Fenstern und als Zweischalenmauerwerk mit 6 cm Isolation ausgeführt ($k = 0,45 \text{ W/m}^2\text{K}$).

Die *Innenwände* zwischen Vestibül und Küche/Bad bestehen aus 6 cm Backstein und 6 cm Isolation ($k = 0,52 \text{ W/m}^2\text{K}$), zwischen Treppenhaus und Wohnungen aus 12 cm Isolierstein, 5 cm Isolation und Gipsplatten ($k = 0,56 \text{ W/m}^2\text{K}$).

Heizanlage

Die Raumheizung erfolgt über eine *Bodenheizung*. Trivalentes Heizsystem aus

- einer zentralen, elektrisch betriebenen Luft-Wasser-Wärmepumpe für alle vier Häuser. Wärmequelle ist die Aussenluft. Sie deckt ca. 70% des Wärmebedarfes inkl. Warmwasser ab, d. h. sie ist im Sommer und vor allem in der Übergangszeit in Betrieb. Die Wärmeleistung beträgt 75 kW bei 0°C Aussenstemperatur. Bivalenzpunkt ist etwa +2°C.
- einem Pufferspeicher von 6300 l.
- einem Öl-Heizkessel mit einer Heizleistung von 133-156 kW für die Spitzendeckung von Raumheizung und Warmwasser.
- einem Öltank von 27 000 l, entsprechend einem Dreijahresbedarf.

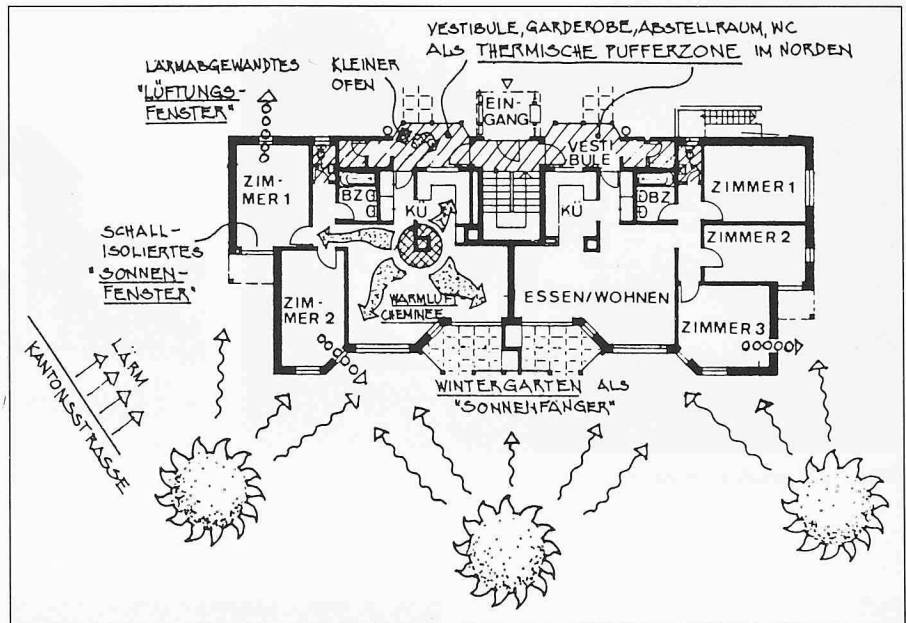


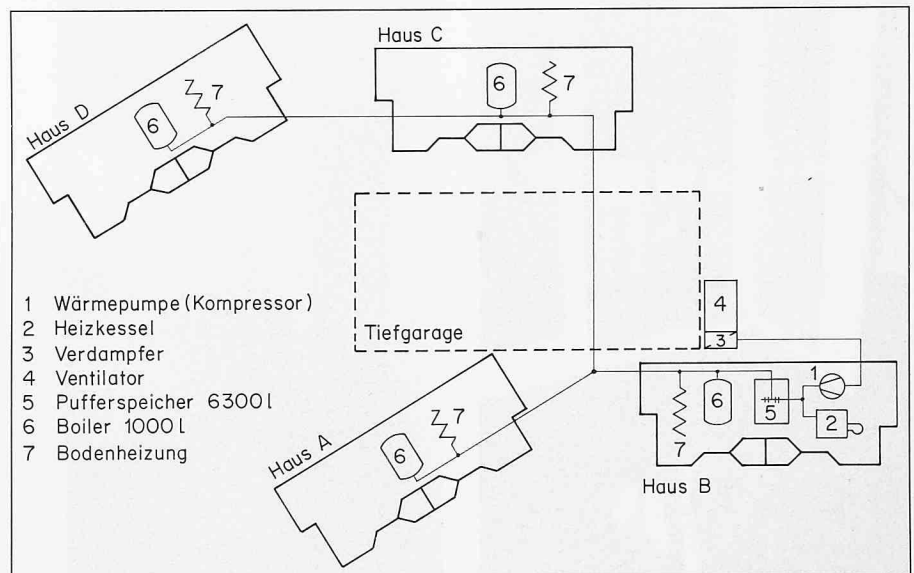
Bild 6. Grundriss

- privaten Holz- oder Ölofen in den Vestibüls und Cheminées oder Cheminée-Ofen in den Wohnzimmern.

Das *Warmwasser* wird pro Haus separat in einem 1000-l-Boiler mit Wärmetauscher und Elektroeinheit aufbereitet. Die Aufheizung erfolgt im Sommer und in der Übergangszeit mit der Wärmepumpe, mit allfälliger elektrischer Nachheizung, im Winter mit dem Heizkessel.

Das gesamte Heizsystem für Raumheizung und Warmwasser wird so betrieben, dass bis etwa +2°C Aussenstemperatur die Wärmepumpe die Boiler direkt lädt und von +2°C bis +12°C AT die Raumheizung voll übernimmt. Unter +2°C AT übernimmt der Heizkessel diese Funktionen. Wärmepumpe und Heizkessel werden mit konstanten Temperaturen gefahren, wobei Überschusswärme im Puffer gespeichert wird (Vgl. Bild 7).

Bild 7. Schema der Heizanlage



Das Kosten/Nutzen-Verhältnis

Die Mehrkosten der ausgeführten Anlage gegenüber einer konventionellen Öl-Heizkesselanlage, mit getrennter Warmwasseraufbereitung und etwa 33 t Ölverbrauch jährlich, betragen effektiv

- für die Wärmepumpe Fr. 65 000.-
- für die Pufferspeicher Fr. 5 500.-
- für zusätzliche Steuerung Fr. 1 500.-
- für zusätzliches Bauvolumen zur Unterbringung von Ventilator und Verdampfer, 116 m³ à Fr. 200.- Fr. 23 000.-

In die Kosten/Nutzen-Rechnung wurden nur Fr. 65 000.- Mehrkosten eingesetzt. Die Verbrauchsannahmen waren

- Leistungsziffer der Wärmepumpe $\epsilon = 2,5$ netto.
- Ölverbrauch etwa 10 t pro Jahr à Fr. 700.-/t



Bild 8. Südfassade mit Wintergarten



Bild 9. Nordfassade mit Vestibül und Nordkaminen



Bild 11. Wintergarten von aussen

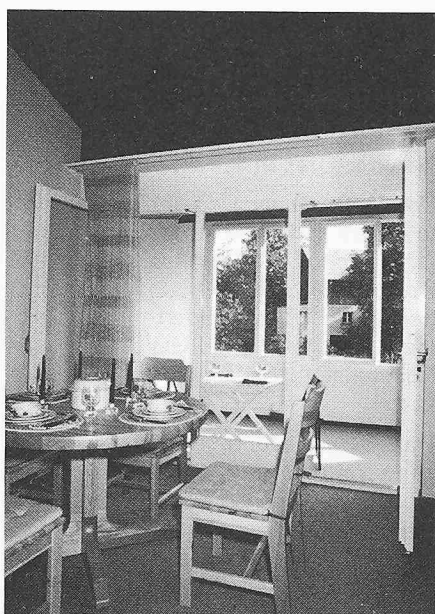


Bild 12. Essplatz mit vorgelagertem Wintergarten

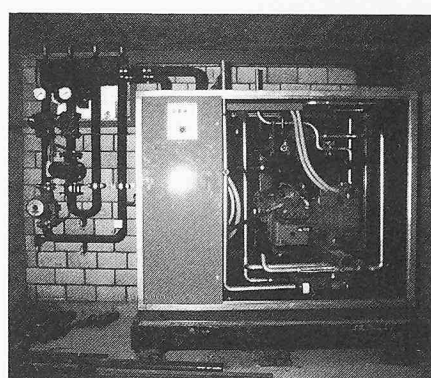


Bild 10. Wärmepumpe

Bild 13. Blick von der Küche ins Vestibül

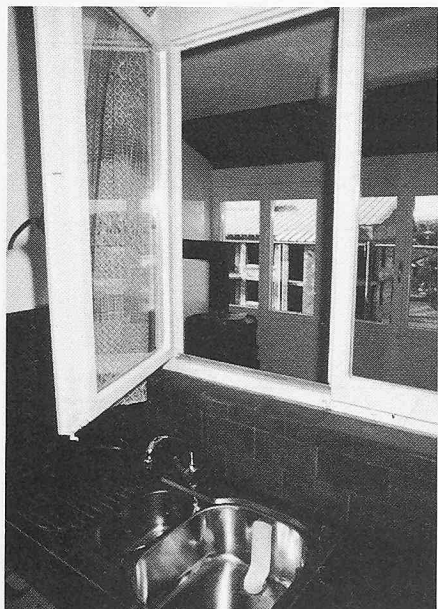


Bild 14. Vestibül



- Elektroverbrauch etwa 75 000 kWh pro Jahr à Fr. -.10.

Daraus resultieren folgende Betriebskosten:

- für die konventionelle Ölheizung Fr. 23 000.-/a
- für die ausgeführte Anlage inklusive Zins und Amortisation Fr. 22 600.-/a

Bei heutigen Energiepreisen resultiert also eine jährliche Nettoeinsparung von etwa Fr. 1000.-. Dieser Wert erhöht sich wesentlich im Laufe der Jahre infolge der Energiepreissteigerung.

Die Baukosten für die gesamte Überbauung inklusive aller Mehrkosten betragen Fr. 335.-/m³, bei einer Bauzeit von Herbst 1980 bis Frühling 1982. Die Energiekennzahl der Überbauung beträgt etwa 335 MJ/m²a.

Beispiel A

Bauherr: Fretz Men AG, Seon
 Architektur und Energiekonzept: Integrale Energieplanung Intep (R. Stulz, P. Beckmann, B. Schaffner), Steiger Partner AG, Planpartner AG, Zürich
 Heizungsprojekt: W. Hobler, Othmarsingen

B) Drei Wohnhäuser mit 50 Wohnungen

Absicht des Bauherrn

Die Architekten hatten ihrem Bauherrn ein bezüglich Wärmedämm-Konzept hervorragend konzipiertes Gebäude projiziert. Die Bauherrschaft war schon in den 60er Jahren ein Pionier bezüglich Aussenisolationen und wollte bei den Neubauten in Egg auch ein Zeichen bei der Ausrüstung der technischen Installationen setzen. Die Bauherren waren also klar gewillt, Mehrinvestitionen in Kauf zu nehmen, soweit sie sich im Betrieb über kleinere Heizkosten amortisieren lassen.

Energie-Konzept

Drei Mehrfamilienhäuser mit insgesamt 50 Wohnungen grenzen an eine in der Mitte zwischen den Bauten liegende Parkgarage. Bei hochisolierten Bauten steigt der Energieaufwand für die Lüftung im Verhältnis zum Gesamtaufwand. Auch der Energieverbrauch für die Warmwasseraufbereitung ist bei solchen Bauten etwa 40% gegenüber 10% bei bestehenden Bauten. Dem Energie-Konzept liegen folgende Absichten zugrunde:

- Das Warmwasser soll pro Block mit einer Wärmepumpe aufbereitet werden (Bild 15), die dem Abwasser (ohne Fäkalienwasser) die Wärme bis auf 10°C wieder entzieht. Dadurch sind die Leitungsverluste minimal und der Energieverbrauch wesentlich geringer als bei Einzel-Boilern pro Wohnung. Zudem ist der Komfort (Verfügbarkeit von Warmwasser) grösser.
- Für die Grundlastheizung soll während der gesamten Heizperiode allen innenliegenden Bädern und WCs soviel Luft entzogen werden, dass eine gute Luftwechselrate in den Gebäuden erzielt wird. Diese Abluft hat stets eine Temperatur von 20°C und ergibt eine gute Leistungsziffer für die Wärmepumpe unabhängig von der Aussentemperatur.
- Für die Lüftung der zentralen Garage sind die Lüftungsvorschriften einzuhalten. Der Wärmeentzug aus der Garagen-Abluft ist billiger und energetisch günstiger als der Wärmeentzug aus der Umgebungsluft, weil die Garagen-Luft weniger Temperaturauschläge hat als die Aussenluft.
- Falls die Aussentemperatur noch tiefer absinkt und die bisher beschriebenen Wärmepumpen für die Wärmeversorgung nicht mehr ausreichen, wird ein Dieselgenerator zugeschaltet. Dieser produziert ausschliesslich Strom für die Wärmepumpen. Der

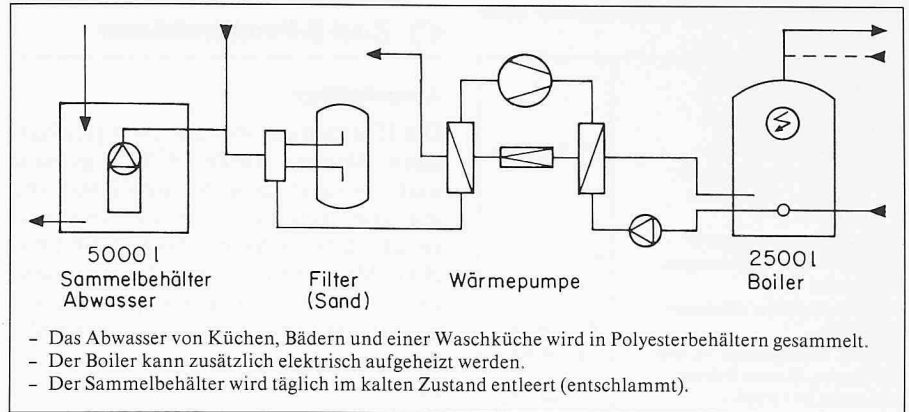


Bild 15. System-Beschrieb für die Warmwasseraufbereitung

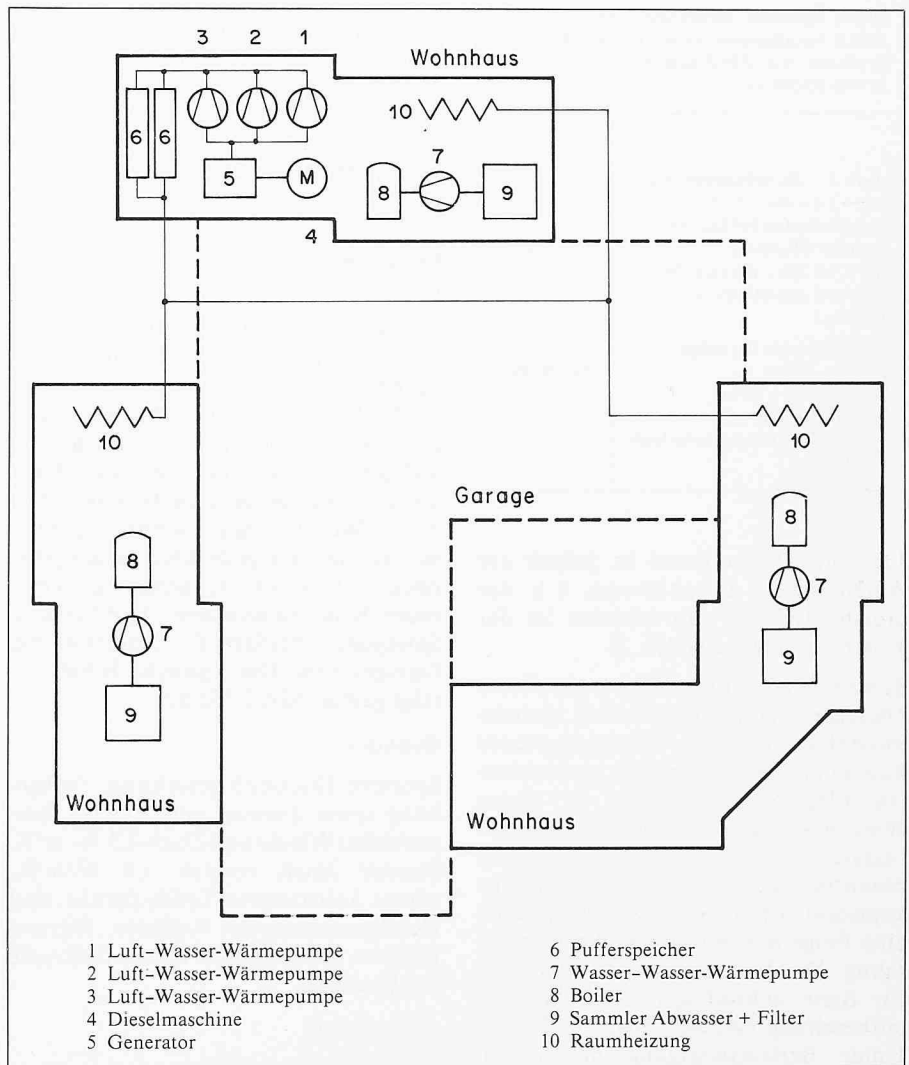


Bild 16. System-Beschrieb der Raumheizung

Dieselgenerator erlaubt zudem das sogenannte «Tariffischen». Darunter versteht man die maximale Ausnutzung des billigen (untertarifierten) Nacht- und Wochenendstroms und die Eigenstromproduktion während der Hochtarifzeit.

- Nach Zuschaltung des Dieselgenerators kann noch mit einer dritten Wärmepumpe Wärme aus der Aussenluft bezogen werden.
- Die Extremspitze unter -5°C Aussenluft wird mit einem Ölheizkessel

abgedeckt. Die Mehrkosten sind minimal, weil bereits für den Dieselgenerator ein Öltank erstellt werden muss.

Kosten

Bild 16 zeigt schematisch den Grundriss der Gesamtanlage für die Raumheizung. Aus Tabelle 1 sind die Gesamtkosten der Heizanlage ersichtlich. Im Betriebskostenvergleich weist die Wärmepumpenanlage gegenüber einer konventionellen Heizung Mehrkosten von

Tabelle 1. Gesamtkosten der Heizanlage inkl. Warmwasser

Öl-Heizkessel, Kamin, Regelung 3 Luft-Wasser-Wärmepumpen, Steuerung für Heizung, 2 Speicher à 8700 l	Fr. 305 000.-
Dieselmotor, Generator Mehrkosten für getrenntes Abwasser etwa	Fr. 20 000.-
Sammelbehälter Abwasser 3×8700.-	Fr. 26 100.-
Filter, Tauchpumpe 3×5600.-	Fr. 16 800.-
3 Wasser-Wasser-Wärmepumpen 3×14 000.-	Fr. 44 100.-
Total etwa	Fr. 412 000.-

Hinzu kommen Mehrkosten für Lüftungs-/Abluft-Installationen (etwa Fr. 40 000.-) und Bauliches wie Abluftkamin, usw. (etwa Fr. 50 000.-80 000.-).

Tabelle 2. Betriebskostenvergleich

Betriebskosten bei konventioneller Ölheizung: (Öl 67 t×700.-, Service 1500.-, Zins und Amortisation 11 500.-)	Fr. 60 000.-
Betriebskosten der ausgeführten Anlage Öl 23 t×700.-, Strom 127 MWh×100.-, Service 3500.-, Zins und Amortisation 37 000.-)	Fr. 69 300.-

13% auf. Dominierend ist jedoch der Anteil für die Investitionen, d. h. der grösste Teil der Jahreskosten ist der Teuerung entzogen (Tab. 2).

Trotz Eigenstromproduktion mit einem Dieselmotor haben die drei Mehrfamilienhäuser eine Energiekennzahl kleiner als 300. Gegenüber monovalenten Elektrowärmepumpen ist dieser Wert leicht höher, weil die Produktionsverluste in der Energiekennzahl mitenthalten sind. Die tiefe Energiekennzahl ist selbstverständlich auch eine Folge der sehr guten Wärmedämmung. Die Mehrkosten pro Wohnung für diese zukunftsgerichtete Wärmeaufbereitung betragen etwa Fr. 5000.-. Unter Berücksichtigung der hohen Eigenversorgung mit Strom und Wärme und der niedrigen Heizkosten ist dieser Wert durchaus vertretbar.

Beispiel B

Bauherr: Erben Gadola, Oetwil a. S.
Architektur: Schär, Rhiner, Thalman, Zürich
Energiekonzept: B. Wick, Widen
Heizungsprojekt: F. Gloor, Wetzikon

C) Zwei 5-Familienhäuser**Ausgangslage**

Die Überbauung mit den zwei gleichartigen Häusern wurde 1978/79 geplant und realisiert. Sowohl die Gestaltung wie die technische Ausführung entspricht dabei in keiner Weise dem üblichen Mietwohnungsbau. Nebst einem neuzeitlichen *Energiekonzept* sollte der gesamte Wärmeverbrauch auf ein Minimum reduziert werden, wobei die theoretischen Werte mittels *Feldmessungen* überprüft und analysiert werden sollten. Die Bauherrschaft war in verdankenswerter Weise bereit, verschiedene *Zusatzinvestitionen* im Sinne eines Beitrages zur sinnvollen Energienutzung zu tätigen. *Die komplexe Anlage in Gossau kann als Pionierleistung bezeichnet werden und zeitigt bereits interessante Messresultate.*

Projektbeschreibung

Je zwei 4½-Zimmerwohnungen im Erdgeschoss mit eigenem Garten und gedecktem Sitzplatz (etwa 105 m² Wohnfläche), je zwei 4½-Zimmerwohnungen im Obergeschoss mit gedecktem Balkon (Wohnfläche etwa 103 m²), je eine 6-Zimmer-Attikawohnung mit Dachterrasse und gedecktem Balkon (etwa 165 m² Wohnfläche) sowie die allgemeinen Räume wie gedeckter Eingangsbereich, attraktiver Hauszugang, Veloräum, Kinderwagenraum, Hobbyraum, Spielplatz, Sitzplatz, Gartengestaltung, Garagen usw. Der kubische Inhalt beträgt gemäss SIA 2.750 m³.

Bauhülle

Spezielle Dachstuhlgestaltung, Farbgebung sowie äusserst gut isolierte Aussenhülle (Wände und Dach 0,3 W/m²K, Fenster 3fach verglast 1,8 W/m²K, eigens konstruierte Fensterbänke und Detailgestaltung der Rolläden, Wärmebrücken usw.) sind die Hauptmerkmale der Bauhülle.

Haustechnik

Wärmegewinnung aus:

- *Bachwasser*: 70-120 l/min werden tagsüber in 70-m³-Becken unter Garagen gesammelt und mittels Wärmepumpe im Niedertarif auf +2 °C abgekühlt.
- *Abwasser*: Das fäkalienfreie Abwasser wird separat im 3-m³-Speicher pro Haus gesammelt und mittels Wärmepumpe in erster Priorität im Niedertarif um etwa 18 °C abgekühlt, bevor es in die Kanalisation abgegeben wird.
- *Luft*: Mittels Luft-Wasser-Wärmepumpe wird Aussenluft um 5 °C abgekühlt.

- *Sonnenenergie*: Nutzung mittels Dachkollektoren.
- *Holz*: Nutzung im Cheminée.
- *Elektrizität*

Wärmeproduktion mittels:

- *Wasser-Wasser-Wärmepumpe* (elektrisch, durch 2 Kompressoren, 2 Verdampfer, 1 Kondensator) mittels der Wärmequellen Bach und Abwasser
- *Luft-Wasser-Wärmepumpe* (elektrisch) mittels Wärmequelle Aussenluft für Übergangszeit und Spitzenbedarf (parallel zu WW-WP).
- *Elektro-Durchlauferhitzer* 9 kW (auch manuell zuschaltbar, z.B. bei Revisionen oder Störungen).
- *Cheminée* «Franklin» in jeder Mietwohnung für Übergangsheizung und Gemütlichkeit (individuell).

Die Heizverteilung erfolgt via 15 000-l-Speichertank (30 cm isoliert) über Niedertemperatur-Fussbodenheizung.

Das *Brauchwarmwasser* wird aufbereitet mittels:

- 24 m² *Sonnenkollektoren* auf Süd-West-Seite des Daches in 2000-l-Solarboiler (8 cm isoliert)
- Primärkreislauf der WW-WP durch separaten Wärmetauscher
- Elektro-Nachheizeinsatz 6 kW (mögliche Temperaturerhöhung und Sicherheit).

Messresultate und Erfahrungen

In einem vom Bundesamt für Wohnungswesen sowie von privaten Unternehmen finanzierten Forschungsprojekt (F 8094, DG 1 & 2) konnte das energetische Verhalten der Gesamtlage in der Heizperiode 80/81 aufgezeigt und analysiert werden. Nebst den wissenschaftlichen Erkenntnissen können dadurch auch Betrieb und Steuerung optimiert werden. Ferner konnte nachgewiesen werden, dass im Rahmen der Garantieverpflichtungen seitens der Zulieferer verschiedene Modifikationen vorzunehmen seien, die für die Heizperiode 81/82 auch vorgenommen wurden.

Weitere Messungen zur Ermittlung der Mittleren Anlagen-Leistungs-Ziffer *MALZ* sind im Rahmen eines NEFF-Forschungsprojektes seitens der Energie-Forschungs-Gruppe ENFOG Thalwil vorgesehen.

Produktion von Nutzwärme im Normalbetrieb (hochgerechnet):

- Warmwasser-Widerstandsheizung	0
- Durchlauferhitzer	1 475
- Wasser-Wasser-WP (19 486×2,8)	54 560
- Luft-Wasser-WP (9696×2,4)	23 270
- Sonnenkollektoren	8 000

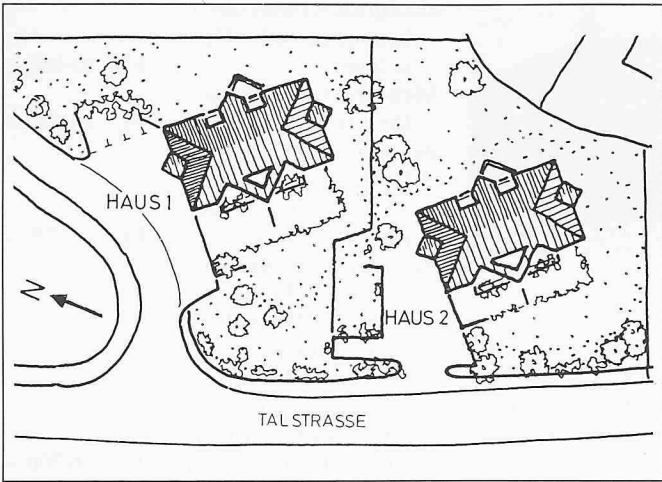


Bild 17. Zwei 5-Familienhäuser in Gossau SG. Situation

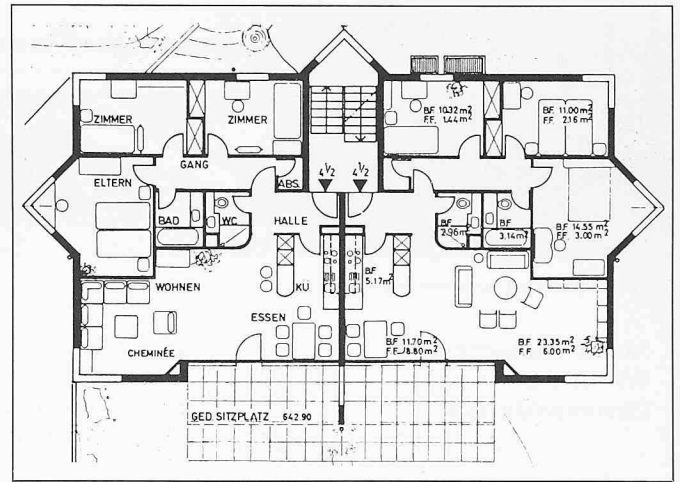


Bild 18. Grundriss

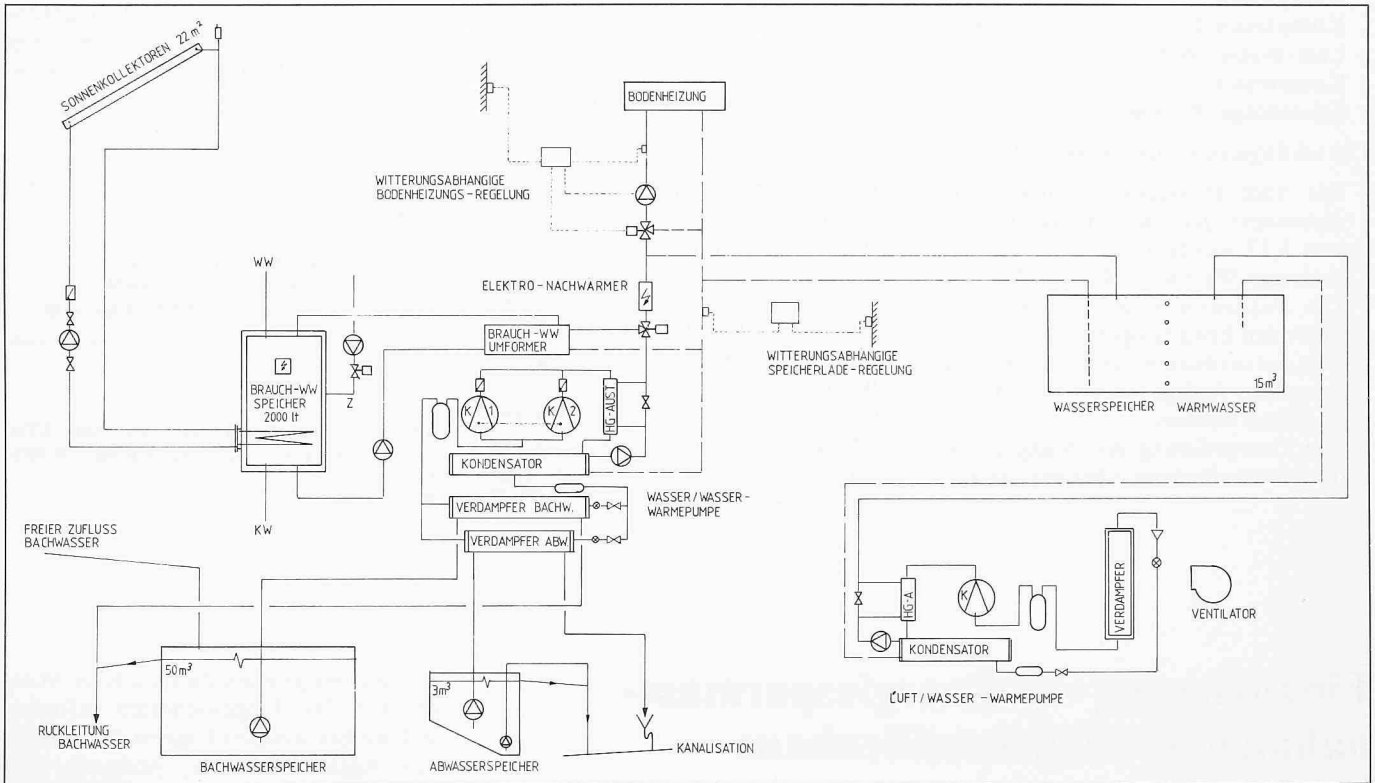


Bild 19. Anlageschema. Quelle: P. Hubacher, Engelburg

Bild 20. Die südwestorientierten Fassaden



Bild 21. Sitzplatz/Spielplatz und Eingangsseite (Haus 2)



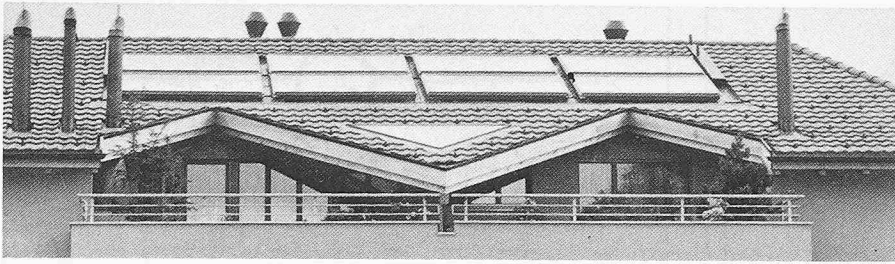


Bild 22. Spezielle Dachgestaltung mit Sonnenkollektoren

- Nebenverbraucher, die Wärme abgeben	1 827
Gesamtproduktion in kWh	<u>89 132</u>

Betriebsstunden (bisher) 80/81

- Wasser-Wasser-WP Kompressor 1	2760 h
Kompressor 2	1482 h
- Luft-Wasser-WP Kompressor	1888 h
- Solaranlage (Pumpe)	420 h

Die wichtigsten Erfahrungen sind:

- Die vom Produzenten angegebene Leistungsziffer der Wärmepumpe von 3,37 wurde nicht erreicht. Gemessener Wert war 2,4 (netto 2,1).
- Die Nutzwärmeleistung lag noch unter den Erwartungen.
- Die Servicekosten für eine derartig komplexe Anlage waren zu tief veranschlagt worden.
- Die Einregulierung der Anlage erforderte verschiedene kleinere techni-

sche Modifikationen, wie z. B. Vergrössern der Abwasserpumpe und des Wärmetauschers im Warmwasser, Verbesserungen an der Wärmepumpe, usw.

Die Energiekennzahl beträgt 270 MJ/m²a.

Kosten/Nutzen-Verhältnis (pro Haus)

Kosten der ausgeführten Anlage:

- 2 Wärmepumpen, Solaranlage, Tanks, Elektroheizregister	Fr. 144 000.-
- Mehraufwand San. Inst. (Abwasser, Bachwasser)	Fr. 12 000.-
- Mehraufwand El. Inst.	Fr. 4 000.-
- Planungsmehraufwand (Arch./Ing.)	Fr. 9 000.-
- Bachwasserspeicher und -fassung	Fr. 9 000.-
- Abwasserschacht	Fr. 3 000.-
Total	<u>Fr. 181 000.-</u>

abzüglich Kosten bei konventioneller Heizanlage	Fr. 85 000.-
Mehrkosten der ausgeführten Anlage	Fr. 96 000.-
Betriebskosten einer Öl-Heizung (9,1 t × 700.-, Service 630.-, Verzinsung Öl 200.-)	Fr. 7 200.-
Betriebskosten der ausgeführten Anlage (37,134 MWh × 103,33, Service etwa 1000.-, Wassergebühr 82.-, Leitungsreinigung 500.-, Maximalstrom 500.-, Diverse 280.-)	Fr. 6 200.-
Differenz der Betriebskosten	<u>Fr. 1 000.-</u>

Die Betriebskosteneinsparungen gegenüber einer konventionellen Ölheizung können nach Einregulierung der Anlage auf Fr. 2000.-/a erhöht werden.

Beispiel C

Architektur und Konzept: Archplan Thalwil, B. Dürr/L. Weiss, dipl. Arch. SWB, P. Hubacher, Ing. HTL/SWKI, Engelburg

Adresse des Verfassers: R. Stulz, dipl. Arch. ETH, Integrale Energieplanung Intep, Klausstr. 20, 8034 Zürich.

Finanzierung von Energiesparmassnahmen im Mehrfamilienhaus

Vorgehen eines institutionellen Immobilien-Anlegers

Von Hans Hochstrasser, Zürich

Wie können institutionelle Immobilien-Anleger den Energieverbrauch ihrer Objekte vermindern? Diese Frage soll anhand eines konkreten Vorgehensplans beantwortet werden.

Die untersuchten Immobilien-Anlagefonds

Bei den 3 Immobilien-Anlagefonds, die in die Untersuchung einbezogen wurden, handelt es sich um Sima, Swissreal A und Swissreal B. Alle 3 Fonds besit-

zen ausschliesslich Liegenschaften in der Schweiz. Als Fondsleitung waltet die Intrag AG, Verwaltung von Investmenttrusts, während die Funktion der Depotbank von der Schweizerischen Bankgesellschaft wahrgenommen werden.

Der 1950 gegründete Sima ist mit einem Vermögen von rund 1,75 Mia Fr. mit Abstand der grösste schweizerische Immobilien-Anlagefonds. Der sehr sorgfältig zusammengestellte Besitz besteht gegenwärtig aus über 1000 Liegenschaften mit rund 11 400 Wohnungen

sowie einer grossen Zahl anderer Mietobjekte. Die Liegenschaften befinden sich an bevorzugter Lage in den grössten Agglomerationen, wodurch sich eine gute Vermietung und Rendite ergibt.

Die beiden Swissreal-Fonds wurden zu Beginn der sechziger Jahre gegründet. Sie sind wesentlich kleiner. Das Fondsvermögen von Swissreal A beträgt knapp 50 Mio Fr., jenes von Swissreal B rund 85 Mio Fr. Beide Fonds haben einen relativ hohen Anteil ihrer Bauten in der Westschweiz und im Tessin.

Der Verkehrswert der Liegenschaften aller 3 Fonds (inkl. Bauten in Ausführung und Bauland) betrug Ende 1980 1,9 Mia Fr. Die Mietzinseinnahmen für das Jahr 1980 stellten sich auf 110 Mio Fr. Für Unterhalt und Reparaturen wurden aufgewendet:

auf Konto A Serviceabonnement	Fr. 0,90 Mio
auf Konto B Wohnungsrenovationen und Umgebung	Fr. 4,70 Mio