

Architektur und Energie

F 2112

F 2112

Bei dieser Veröffentlichung handelt es sich um die Kopie des Abschlußberichtes einer vom Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen -BMVBW- geförderten Forschungsarbeit. Die in dieser Forschungsarbeit enthaltenen Darstellungen und Empfehlungen geben die fachlichen Auffassungen der Verfasser wieder. Diese werden hier unverändert wiedergegeben, sie geben nicht unbedingt die Meinung des Zuwendungsgebers oder des Herausgebers wieder.

Dieser Forschungsbericht wurde mit modernsten Hochleistungskopierern auf Einzelanfrage hergestellt.

Die Originalmanuskripte wurden reprototechnisch, jedoch nicht inhaltlich überarbeitet. Die Druckqualität hängt von der reprototechnischen Eignung des Originalmanuskriptes ab, das uns vom Autor bzw. von der Forschungsstelle zur Verfügung gestellt wurde.

© by Fraunhofer IRB Verlag

Vervielfältigung, auch auszugsweise,
nur mit ausdrücklicher Zustimmung des Verlages.

Fraunhofer IRB Verlag

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau

Postfach 80 04 69
70504 Stuttgart

Nobelstraße 12
70569 Stuttgart

Telefon (07 11) 9 70 - 25 00
Telefax (07 11) 9 70 - 25 08

E-Mail irb@irb.fraunhofer.de

www.baufachinformation.de

BUNDESMINISTERIUM FÜR RAUMORDNUNG
BAUWESEN UND STÄDTEBAU
BAU UND WOHNUNGSFORSCHUNG
FORSCHUNGSBERICHT B15 - 80 01 82 - 110

ARCHITEKTUR UND ENERGIE
PROF. DIPL.- ING. VLADIMIR NIKOLIC
SCHLUSSBERICHT

Der Bundesminister
für Raumordnung,
Baumwesen und Städtebau

(Signature)

Nr. B15-80 01 82-110 29988

Sonderdruck
Forschungsberichte
des Rates

Nr. 72112

NOVEMBER 1985
AUGUST 1988

INHALTSVERZEICHNIS

Kapitel 1.0	Einleitung	S. 1
Kapitel 2.0	Beschreibung der Maßnahmen zur passiven Sonnenenergienutzung	S. 5
Kapitel 2.1	Städtebauliche Maßnahmen	S. 7
Kapitel 2.2	Gebäudeplanerische Maßnahmen	S. 11
Kapitel 2.3	Baukonstruktive Maßnahmen	S. 31
Kapitel 2.4	Zusammenfassung Anweisung und Anregung für die Praxis	S. 55
Kapitel 3.0	Zusammenhang zwischen Heizungstechnik und passiven Maßnahmen zur Sonnenenergienutzung	S. 63
Kapitel 3.1	Die adäquate Heizungstechnik	S. 65
Kapitel 4.0	Nutzerverhalten	S. 79
Kapitel 5.0	Wirtschaftlichkeit von Maßnahmen zur passiven Sonnenenergienutzung	S. 83
Kapitel 5.1	Baukosten und einzelne bauliche Maßnahmen	S. 87
Kapitel 6.0	Darstellung des jetzigen Zustandes und der Tendenzen im Bereich des energiesparenden Bauen	S. 101
Kapitel 6.1	Stand der Entwicklung	S. 107
Kapitel 6.1.1	Wettbewerb Solarhäuser Landstuhl	S. 107
Kapitel 6.1.2	Wettbewerb Energiesparhäuser Berlin und Kassel	S. 109
Kapitel 6.1.3	Energiesparsiedlung Graz	S. 115
Kapitel 7.0	Präsentation einzelner Beispiele	S. 119
Kapitel 8.0	Literaturliste	

Das Forschungsvorhaben hat eine lange Entstehungsgeschichte. Konzipiert wurde der Antrag im Sommer 1981 in einer Zeit, als die Energieeinsparung und die Suche nach einer adäquaten architektonischen Sprache eine hohe gesellschaftlich politische Aktualität besaß.

Das Ziel war der Aufbau einer Sammlung internationaler Beispiele energiesparender Wohngebäude mit hoher architektonischer Qualität. Durch diese Dokumentation sollte die Bereitschaft zur architektonischen Umsetzung von Energieeinsparungskonzepten geweckt und die Bedenken gegenüber einer neuen architekturfeindlichen Technologie abgebaut werden. Mit dieser Sammlung sollte in erster Linie ein Beitrag zur Weiterentwicklung architektonischer Sprache und zur Stärkung des Kreativen und Gestalterischen in der Architektur erreicht werden.

Sie dient einer Sensibilisierung, d. h. Schaffung von Anreizen für Planende und Bauende, auf die aktuellen Probleme unserer Zeit, wie Notwendigkeit der Energieeinsparung, gestalterisch - architektonisch zu reagieren. Weiterhin sollte hiermit ein Beitrag zur Wiederentdeckung einer klima- und standortgerechten Architektur geleistet werden.

Damals hoffte man, daß sich das Bewußtsein in unserer Gesellschaft im Hinblick auf die notwendig gewordene Veränderung des Verhaltens gegenüber dem Energieverbrauch wandelt. Das energiesparende Bauen sollte nicht als Einschränkung der architektonischen Gestaltungsfreiheit verstanden werden. Das Gebäude ist weiter als sozio- technisches System zu definieren und zu betrachten. Ziel der architektonischen Planung soll sein, gestalterisch und technisch optimale Lösungen zu erarbeiten. Die Dokumentation sollte systematisch sowohl die Möglichkeit als auch die Lösungen für eine energiebewußte Architektur aufzeigen.

Damals existierten weder in der Bundesrepublik noch im Ausland Dokumentationen mit dieser Zielsetzung.

Diese ersten Ansätze für das Forschungsvorhaben wurden in einer Ausstellung der Bundesarchitektenkammer - Energiebewußte Architektur - (Verfasser Bernd Faskel) gesammelt. Im Rahmen des Forschungs- und Entwicklungs-Vorhabens wurden die angefangenen Ziele weiter verfolgt, ergänzt und erweitert.

Eine Veröffentlichung des gesammelten Materials durch einen Verlag war geplant.

Die Phase des Sammelns von Beispielen architektonischer Qualität und großer Energieeinsparquoten verlief von Mitte 1983 bis Mitte 1984. Bald wurde erkennbar, daß nur wenige hervorragende Beispiele vorhanden waren - die meisten wurden nur geplant, eine Realisation lag nach wie vor in weiter Ferne. Die detaillierten Angaben über die geplanten oder erzielten Energieeinsparmengen sowie über die Kosten konnten nicht beschafft werden und die wenigen spärlichen Angaben kaum verglichen werden. Es wurde offensichtlich, daß sich das geplante Ziel in vorgesehener Form nicht realisieren läßt. (Red. Anmerkung: Auch bis 1988 sind keine wichtigeren Beispiele entstanden.)

1984 schrieben wir an das Bundesministerium für Raumordnung Bauwesen und Städtebau:

Wir sehen erhebliche Probleme, die ursprünglich formulierten Inhalte der veränderten Situation in der aktuellen Baupraxis anzupassen.

Geplant und genehmigt war:

Aufbau einer Sammlung internationaler Beispiele energiesparender Wohngebäude mit hoher architektonischer Qualität.

Dabei sollten einzelne Gebäudebeispiele nach baulichen und haustechnischen Merkmalen energetisch bewertet werden. Gleichzeitig sollten auch die Kosten (Investitionen und Betriebskosten) vergleichend zusammengestellt werden.

In der ersten Projektphase (1983) haben wir auf der Grundlage diverser Veröffentlichungen eine sehr umfangreiche Sammlung von geplanten und gebauten Beispielen aufgestellt.

Nach dem Sichten und Auswerten ca. 200 dokumentierter Beispiele mußten wir feststellen, daß nur wenige bis heute gebaut waren. Durch mehrere schriftliche und telefonische Anfragen bei den Architekten hat sich gezeigt, daß die meisten Vorhaben einen sehr langen Realisierungsweg haben und die Konzepte während der Entstehungsphase stark verändert wurden.

Wir konnten auch hier nur bei wenigen Beispielen die genauen technischen und physikalischen Daten, die für einen seriösen Vergleich unumgänglich sind, ermitteln.

Viele Konzepte der letzten 3-4 Jahre haben sich wegen der neuen Erkenntnisse aus der Forschung und Entwicklung stark gewandelt, nicht zuletzt haben die hohen Kosten von komplizierten haustechnischen Geräten die Veränderung erzwungen. In einer Zeit des sparsameren Umganges mit dem Geld zeigen die Bauherren zunehmend weniger Bereitschaft, Experimente zu realisieren.

Aufgrund dieser Situation haben wir überlegt, ob es nicht sinnvoller wäre eine Modifikation des ursprünglichen Forschungszieles vorzunehmen.

Hierzu machten wir folgende Vorschläge machen:

- o Die Internationalität und der Umfang der geplanten Beispielsammlung soll eingeschränkt werden.

Wir beabsichtigen, nur energiesparende Beispiele aus den vergleichbaren Klimazonen zu dokumentieren.

- o Die meisten guten Beispiele sind bis heute nicht realisiert. Die wenigen realisierten Beispiele sind in der Fachpresse ausgiebig publiziert - und somit als relativ bekannt anzusehen.

Wir schlugen vor, die Dokumentation durch geplante Gebäude zu erweitern und nach dem Motto "weniger ist mehr" aufzubauen.

Es ist sehr wichtig, daß nicht nur die "großen Gesten" abgehandelt werden, sondern, daß auch die kleinen, wenn auch bescheideneren Versuche, energiesparende Elemente in das Gebäude zu integrieren, gewürdigt werden.

- o Eine vergleichbare quantitative Bewertung ist aus Mangel an Daten über die bauphysikalischen Gegebenheiten, haustechnischer Geräte und erreichten Energieeinsparquoten fast unmöglich.

Fast jeder Planer oder Bauherr behauptet etwas anderes, ein Bauherr und Architekt behauptet z.B., daß sie den Heizungsverbrauch auf Werte von 40-50 kWh/m²a gesenkt haben. Erfaßt wurde nur der Verbrauch von Heizöl oder Gas, aber nicht der Stromverbrauch für die Ventilatoren der Lüftung und Zusatzheizung. Die Aussagen über die Raumtemperaturen sind sehr widersprüchlich - viele senken ihre Heizungskosten dadurch, daß sie in einzelnen Hausbereichen niedrige Raumtemperaturen dulden bzw. überhaupt nicht heizen.

Nach unseren Erfahrungen mit geplanten und gebauten Gebäuden wissen wir, daß diese Werte im Norm-Betrieb nicht erreicht werden können.

Wegen dieser mangelnden Rationalität werden wir uns auf eine qualitative Bewertung - Bewertung auf der Grundlage unserer Erfahrungen aus der Forschung und der Baupraxis beschränken.

- o Über die Kosten läßt sich nichts vergleichbares zusammenstellen. "Es gibt nichts irrationaleres beim Bauen als Kosten".

Hierzu werden die Aussagen auf eine quantitative Beschreibung des Kosten-Nutzen-Effektes beschränkt.

Nach einem Gespräch mit Vertretern des Bundesministeriums für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau im August 1984 wurde gemeinsam unter Einfluß der sich veränderten Zielsetzungen ein neues Arbeitsprogramm mit reduzierten Kosten beschlossen. Die Beispieldokumentation sollte mit veröffentlicht werden. In einem zusammenfassenden Bericht, der für eine Veröffentlichung geeignet sein muß, soll über die Wandlung der Erkenntnisse und deren Ursachen berichtet werden.

Dabei soll eine "Reportage" über die tatsächliche Situation entstehen. Der finanzielle Aufwand wurde entsprechend dem neukonzipierten Ablauf gekürzt. Der fertiggestellte Bericht gliedert sich in einen allgemeinen Teil, in dem einzelne Problembereiche des energiesparenden Bauens ausführlich abgehandelt werden, sowie in einen Teil mit beschränkter Präsentation einzelner ausgesuchter gebauter oder geplanter Beispiele. Bei der Auswahl der Beispiele wurde Wert auf die Seriosität der Planung, Energiesparquoten und architektonischen Qualität gelegt. Die Beispiele sollen Gedanken und Prinzipien energiesparender Bauweisen illustrieren und zur Veranschaulichung beim Lesen von planerischen Anleitungen beitragen.

Wir danken den Verantwortlichen für ihr Verständnis und Zustimmung, die eine Veränderung des ursprünglich Geplanten möglich machten.

Besten Dank gilt dem, leider viel zu früh verstorbenen Herrn Reg.-Dir. Dipl.-Ing. Prömmel für die Unterstützung und inhaltliche Zusammenarbeit.

Kassel, November 1985 und August 1988

Seit der Energiekrise im Jahr 1973 wurden Methoden und Techniken für eine sparsamere Energieverwendung durch gezielte Forschungsprojekte, Entwicklungen von Industrieprodukten, experimentelle Bauvorhaben, gesetzliche und normative Regelwerke sowie finanzielle Anreize in Form steuerlicher Begünstigungen und Subventionen gefördert und erarbeitet. In der ersten Phase des energiesparenden Bauens wurden technische Maßnahmen, d. h. Apparate und Geräte entwickelt und in der Praxis angewandt. Als der erhoffte Energieeinspareffekt und die dadurch erzielbare breite Anwendung ausblieben, konzentrierte man sich zunehmend auf die Entwicklung und Anwendung von längerlebigen baulichen Maßnahmen zur Senkung des Energiebedarfs von Gebäuden.

Die vom Gesetzgeber vorgeschriebenen höheren Anforderungen an den baulichen Wärmeschutz sowie die darauf reagierende Fortschreibung der Normen begünstigten und förderten die Entwicklung des energiesparenden Bauens. Im Gegensatz zu den aktiven Maßnahmen d. h. der Erhöhung des Wirkungsgrades haustechnischer Anlagen, nannte man bauliche Maßnahmen vereinfachend, aber etymologisch falsch - passiv. So werden auch in diesem Bericht bauliche Maßnahmen zur verstärkten Sonnenenergienutzung mit der Bezeichnung "PASSIV" trotz des genannten Unbehagens verwandt und begrifflich weiter gefestigt.

Die passiven Maßnahmen werden abhängig von dem Einfluß auf einzelnen Planungsebenen in:

- städtebauliche,
- gebäudeplanerische und
- baukonstruktive

Maßnahmen unterteilt.

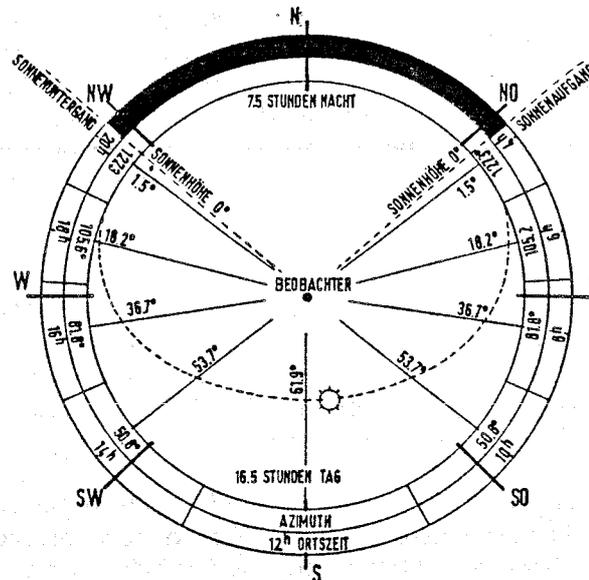
Durch die Anordnung von Gebäuden im Rahmen eines städtebaulichen Konzepts werden die ersten Weichen für die passive Sonnenenergienutzung gestellt. Die Orientierung großer Fassadenflächen nach Süden, Verhinderung der Verschattung durch benachbarte Bebauung oder hochwüchsige Bepflanzung, Verminderung einer übermäßigen Auskühlung der Gebäudeoberfläche durch lokalen Wind sowie Stabilisierung des Mikroklimas in unmittelbarer Umgebung der neugeplanten Bebauung durch adäquate Anordnung von Gebäudekörper und schützender Bepflanzung sind wesentliche Merkmale einer energiebewußten Stadtplanung.

Das geltende Baurecht berücksichtigt bei der Regelung der Abstände zwischen einzelnen Gebäuden nur die Forderung nach ausreichender Besonnung von südorientierten Fassaden. Auf den niedrigeren Sonnenstand im Osten und Westen wird dagegen keine Rücksicht genommen. Die Abstandsregelungen in einzelne Baurechtsvorschriften entstanden aus der hygienischen Forderung der 20er Jahre. Eine Differenzierung nach einzelnen Himmelsrichtungen wäre für einen energiebewußten Städtebau bzw. Siedlungsplanung notwendig und wünschenswert.

Die Kenntnisse über den Sonnenverlauf gehören zum Urwissen der menschlichen Gesellschaft. Das Einfangen der Sonnenstrahlen im Winter und in der Übergangszeit (Herbst-Frühjahr) über die Hülle eines Gebäudes ist die Grundvoraussetzung dafür, daß einzelne Maßnahmen zur passiven Sonnenenergienutzung die Senkung des Energiebedarfs eines Gebäudes bewirken können. Solange das Recht zu ausreichender Besonnung ost- süd- und westorientierter Fassaden nicht verbindlich eingeführt wird, kann die energiesparende Architektur nur dann entstehen, wenn die Planer, bedingt durch die Größe oder den Zuschnitt des Standortes und energiebewußtes handeln die Voraussetzungen dafür verwirklichen können, im Grunde genommen nur bei bestimmten Musterbauvorhaben mit dem Prädikat: Energieeinsparung durch Sonnenenergienutzung. In zahlreichen Forschungsvorhaben wurde bewiesen, daß das Einfangen der Sonnenstrahlung durch die Gebäudehülle die außerordentlich preisgünstige und wirksame Maßnahme ist. Obwohl viele darüber reden, daß alle sinnvollen Möglichkeiten zur Senkung des Energiebedarfs von Gebäuden angewandt werden sollten, sind diesbezügliche gesetzliche Festlegungen kaum zu erwarten. Gewiß werden diese Festlegungen nur bei den Neuplanungen wirksam werden können, trotzdem sollte für die Erstellung von zukünftigen Bebauungsplänen diese Grundvoraussetzung zur allgemein anerkannten Regel der Planung gemacht werden. Weiter Forschungsvorhaben sind in diesem Bereich nicht notwendig. Die vorhandenen Erkenntnisse reichen aus für die Begründung von solchen gesetzlichen Maßnahmen.

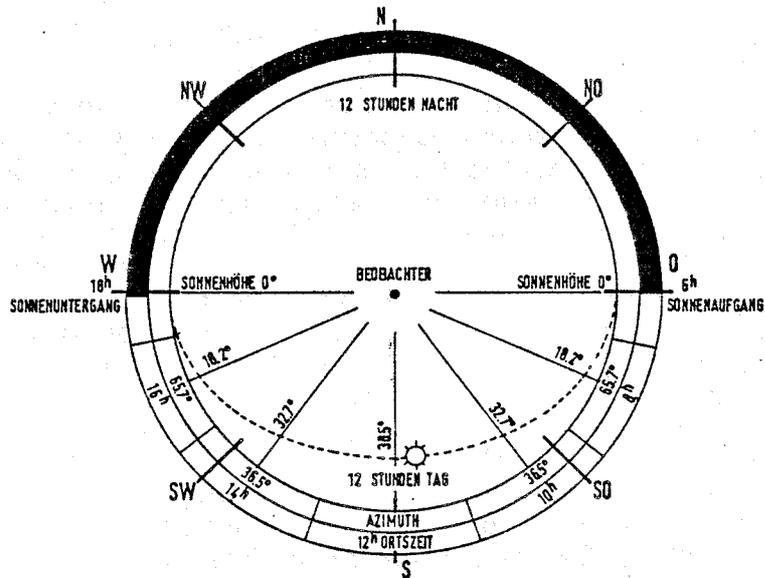
Abbildung 1

Sonnenbahn zur Zeit der
Sommersonnenwende
(annähernd 21. Juni)
längster Tag des
Jahres
51,5° nördl. Breite

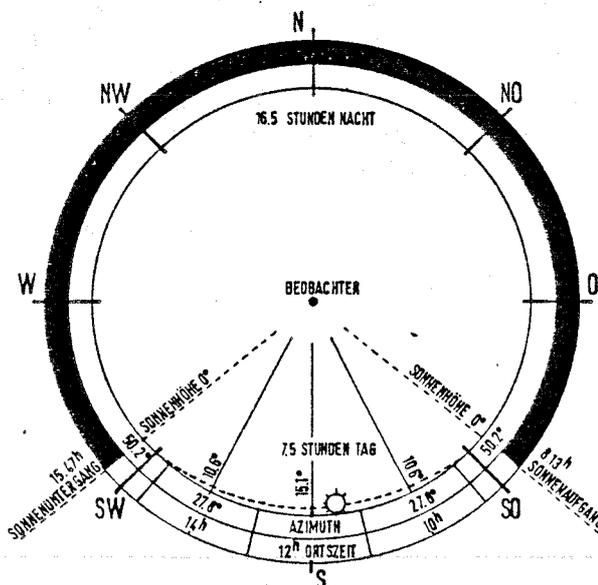


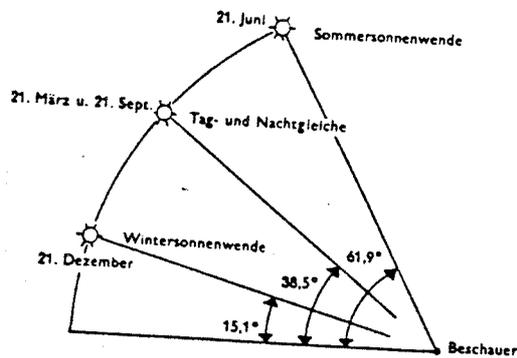
SONNENBAHN ZUR ZEIT DER SOMMERSONNENWENDE (21. JUNI)

Sonnenbahn zur Zeit der
Frühjahrs-
Tagundnachtgleiche
(annähernd 21. März)
Herbst-
Tagundnachtgleiche
(annähernd 23. Sept)



Sonnenbahn zur Zeit der
Wintersonnenwende
(annähernd 21. Dez)
kürzester Tag des
Jahres
51,5° nördl. Breite





Sonnenstellung mittags an den entscheidenden Tagen des Jahres. Die Entfernung der Sonne vom Beschauer entspricht dem inneren Halbmesser der Sonnenbahnzeichnung mit der punktierten Sonnenbahn im Grundriß, der eine Grundriß-Projektion der jeweiligen Sonnenhöhe darstellt.

(aus "Bauformen" 1932 S. 531-540)

Die städtebaulichen Planungen zusammenhängender Bebauungsgebiete sollten in der Zukunft auch nach den Gesichtspunkten der Energieeinsparung durch passive Maßnahmen im Winter und in der Übergangszeit beurteilt werden. Hierzu ist die Beteiligung eines mit ausreichenden Befugnissen und fachlichen Qualifikationen ausgestatteten kommunalen Energiebeauftragten notwendig. Seine Aufgabe wird sich selbstverständlich nicht nur in der bloßen Beurteilung von Bebauungsplänen und Baugesuchen nach der Einhaltung der sonnenstandsbedingten Gebäudeabstände erschöpfen.

Wichtige Merkmale einer energiebewußten Stadt und Siedlungsplanung:

- Ausrichtung der Gebäudelängsachsen bei tiefen Gebäuden in Nord-Süd-Richtung, Wohn- und Aufenthaltsraum ist wechselseitig nach Osten oder Westen orientiert.
- Ausrichtung der Gebäudelängsachse bei wenig tiefen Gebäuden in Ost-West-Richtung. Alle wichtigen Wohn- und Aufenthaltsräume müssen nach Süden orientiert sein.
- ausreichende Abstände zwischen den einzelnen Gebäuden. Nachweis der Besonnung an Fensterflächen im Erdgeschoß im Winter und in der Übergangszeit.
- Erstellung eines Beschattungsdiagramms für das gesamte Planungsareal mit dem Sonnenwinkel vom 21. Dezember.
- Schutz des siedlungsinternen Mikroklimas durch Gebäudeanordnung, Geländekonfiguration und schützende Bepflanzung - Hecken - dichte Baumreihen.

Die Grundvoraussetzung einer energiesparenden Gebäudeplanung ist die Kompaktheit des Baukörpers.

Die Räume in der Gebäuderandlage haben einen wesentlich höheren Energieverbrauch. Die Minimierung des Verhältnisses der Gebäudehüllflächen zum Volumen (A/V Verhältnis) ist die wichtigste Voraussetzung zur Schaffung energiesparender Gebäudekonzepte. Gegliederte Gebäudeformen, Gebäude, die stark durch die Anordnung einzelner Elemente vom Kubus abweichen, haben einen höheren Energieverbrauch. Daran ist nichts zu verändern. Für die meisten Beispiele der sogenannten "Solararchitektur" ist eine zur Sonne orientierte große verglaste Gebäudeoberfläche charakteristisch. Die verglasten Gebäudeteile sollen die Sonnenstrahlen einfangen und durch die Anpassung der verglasten Gebäudeoberfläche an den Sonnenverlauf die Besonderheit der architektonischen Formgebung symbolisieren. In der Praxis weisen diese extremen Gebäudeformen nur selten einen niedrigeren Energieverbrauch auf als konventionell gebaute kompakte Gebäude mit guter Wärmedämmung und bescheidenen Fensterflächenanteilen. Die erhöhten Transmissionswärmeverluste bei solchen kostspieligen Gebäudetypen werden durch die passiven Solargewinne mittels aufwendiger Konstruktionen und komplizierter Haustechnik gerade noch kompensiert. Durch die extensive Anwendung von Maßnahmen zur passiven Sonnenenergienutzung wird der faktische Heizungsenergieverbrauch dem, der nach der novellierten Wärmeschutzverordnung geplanten Standartbauten, angeglichen. Trotz des hohen finanziellen und technischen Aufwands wird kaum weniger Heizungsenergie verbraucht als durch "normgerechtes Bauen".

Einiges was in den letzten Jahren mit dem Prädikat - Solar-Architektur - entstanden ist beweist, daß den Ideologien der Vorzug vor der physikalischen Vernunft eingeräumt wurde. Aus Unkenntnis, Leichtsinne, ideologischer Naivität und naturwissenschaftlicher Ignoranz wurden Modelle entwickelt - zum Glück wegen zu hoher Kosten und bautechnischer Risiken kaum realisiert, - die das Gegenteil bewirkt hätten. Die meisten Einflüsse kamen aus den Vereinigten Staaten. Man pilgerte über das "Große Wasser" und berauschte sich an dem unverfornen Mut, Dinge zu realisieren, die im eigenen Lande weder durch geltende Gesetzgebung noch durch die Einstellung der Bauherren zum eigenen Heim tragbar und somit sinnvoll realisierbar wären. Man vergaß dabei, daß in den Vereinigten Staaten ein anderes Klima herrscht. New York liegt auf dem Breitengrad von Neapel und die meisten Solarhäuser entstanden viel südlicher in New Mexico oder in Arizona, in den Gegenden mit einer sehr viel intensiveren Sonneneinstrahlung als die gesamten europäischen Gebiete inklusive Italien und Spanien aufweisen können.

Die Argumentation bei der Erörterung der Auswirkungen der geplanten Wärmeschutzverordnung auf die architektonische Gestaltung, die Anti-Architektur-Einstellung, das Desinteresse vieler Gremien für die berechtigten Ängste der Architektenschaft, haben eine trotzig Gegenreaktion impliziert.

Der Anstieg der Energiepreise hat sich verlangsamt - den normalen und gewohnten Preissteigerungsraten angepaßt. Die Durchführungsbestimmungen sind mangels qualifizierter Prüfungsinstanzen liberalisiert, d. h. der täglichen Baupraxis angeglichen. Die hohen Baukosten, Sättigungserscheinungen am Wohnungsmarkt und restriktives Verhalten potentieller Investoren zwangen die politischen Instanzen zu Baukonjunkturbelebenden Förderungsmaßnahmen wie z. B. flächen- und kostensparendes Bauen. Die Energieeinsparung interessiert nur noch wenige engagierte oder institutionell Verpflichtete. Einzelne Industriezweige, die die Steigerung ihrer Umsätze durch eine potenzielle Verwendung bestimmter Baustoffe anstreben (wie z. B. Glas), versuchen auch noch heute mit einem großen Werbeetat einen schon längst überholten Trend zu vermarkten. Ist die Solar Architektur nur noch eine fixe Idee von wenigen, die ihre Existenzsicherung daran knüpfen? Ja, wenn die tägliche Wirklichkeit nicht zum Ausgangspunkt jeglicher Weiterentwicklungen gemacht wird. Energiesparend Bauen heißt vernünftig Bauen und ist ein Beitrag zur Umweltentlastung. Denn je weniger geheizt wird, umso weniger wird die Umwelt durch Verbrennungsvorgänge belastet. Hierzu sollen die folgenden Forschungsergebnisse über, die nüchterne wissenschaftliche Auseinandersetzung hinaus der Baupraxis bei der Realisierung energiesparender Bauweisen Hilfen anbieten.

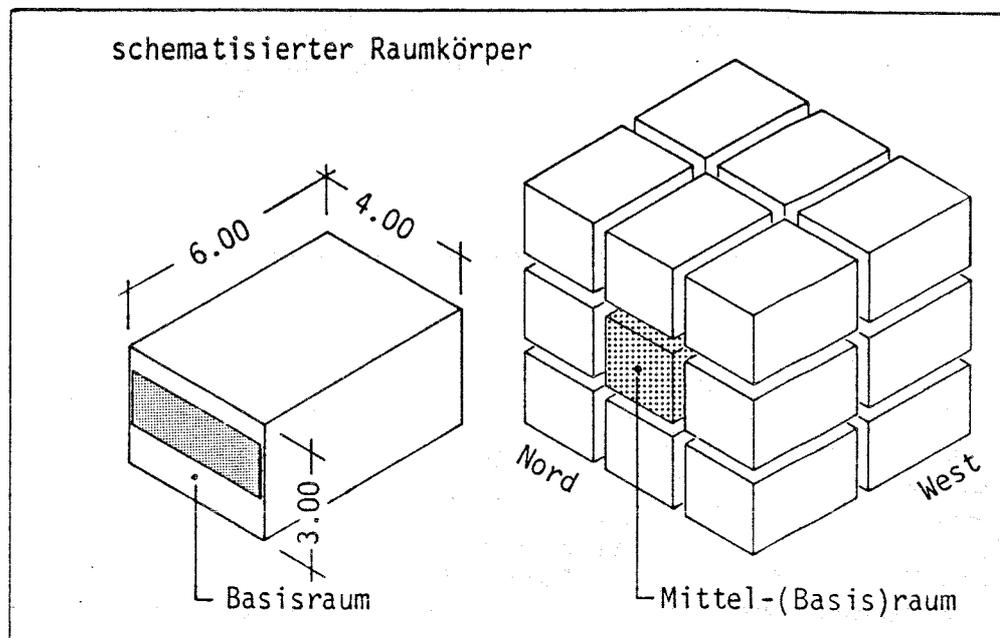
In dem Forschungsvorhaben Bau und Energie, gefördert vom Bundesminister für Forschung und Technologie wurde der Einfluß der Lage von Räumen innerhalb eines abstrakten geometrisch definierten Baukörpers rechnerisch untersucht. Die Simulationsberechnungen sind von Prof. Dr.-Ing. Lothar Rouvel durchgeführt worden.

Bei der Simulationsberechnung wurden folgende Einflußparameter berücksichtigt:

- o ausgewertete Klimadaten von Essen im Zeitgang
 - Außentemperatur
 - Sonneneinstrahlungsintensität
 - Beeinflussung durch Wind und Niederschlag
 - Orientierung zu Himmelsrichtungen
- o definiertes Raumklima
 - Temperatur und Feuchte
 - Frischluftbedarf - Luftwechslraten
 - natürliche und künstliche Beleuchtung
 - nutzungsbedingte Energieeinbringung in den Raum
- o bautechnische Komponente
 - thermische Qualität der äußeren und inneren Hüllflächen
 - Außenwände - Innenwände
 - größe und thermische Qualität von Fensterflächen
 - Speicherfähigkeit der Hüllkonstruktion
- o heizungstechnische Komponenten
 - Regelung und Steuerung der Heizungsanlage
- o nutzungsbedingte Komponente
 - ständiger Luftwechsel
 - Nutzerverhalten

ABBILDUNG 2

Bautechnische Bestimmung des
Mittelraumes
-Basisraum-



Der mittlere Basisraum wurde geometrisch und bautechnisch wie folgt bestimmt:

Eingabe zur Berechnung:

Grundfläche $A_R = 24,00 \text{ m}^2$

Volumen $V_R = 64,80 \text{ m}^3$

Außenwand $A_{AW} = 12,00 \text{ m}^2$

Fenster $F_F = 6,00 \text{ m}^2$

Fensteranteil an
der Fassade $A_F = 50\%$

Luftwechselrate 0,7-fach

Innentemperatur 21 - 23°C

Raumbelegung von 7⁰⁰ - 8⁰⁰ und 17⁰⁰ - 21⁰⁰ Uhr,
mit 2 Personen

Beleuchtung wenn erforderlich 150 W

Außenwand 24 cm HLz 1,6, beidseitig verputzt
- Stirnseite - außen 4 cm Dämmstoff
 $k = 0,66 \text{ W/m}^2\text{K}$

Fenster Isolierverglasung 4-12-4 mm (2-fach)
Holzrahmen 34% Rahmenanteil
 $k = 2,50 \text{ W/m}^2\text{K}$

Innenwand 24 cm HLz 1,6, beidseitig verputzt
11,5cm HLz 1,6, beidseitig verputzt

Fußboden Nadelfilz, 4 cm Zementestrich
2 cm Trittschalldämmung
16 cm Stahlbetondecke, Innenputz 1,5 cm

Decke analog Fußboden

Der abstrakte, geometrisch definierte Baukörper wurde in zwei Varianten untersucht:

1. Normale Wärmedämmung

Außenwand: k-Wert 0,66 W/m²K
 Dach: k-Wert 0,44 W/m²K
 Kellerdecke: k-Wert 0,54 W/m²K
 Fenster: Isolierverglasung (2fach)
 k-Wert 2,5 W/m²K

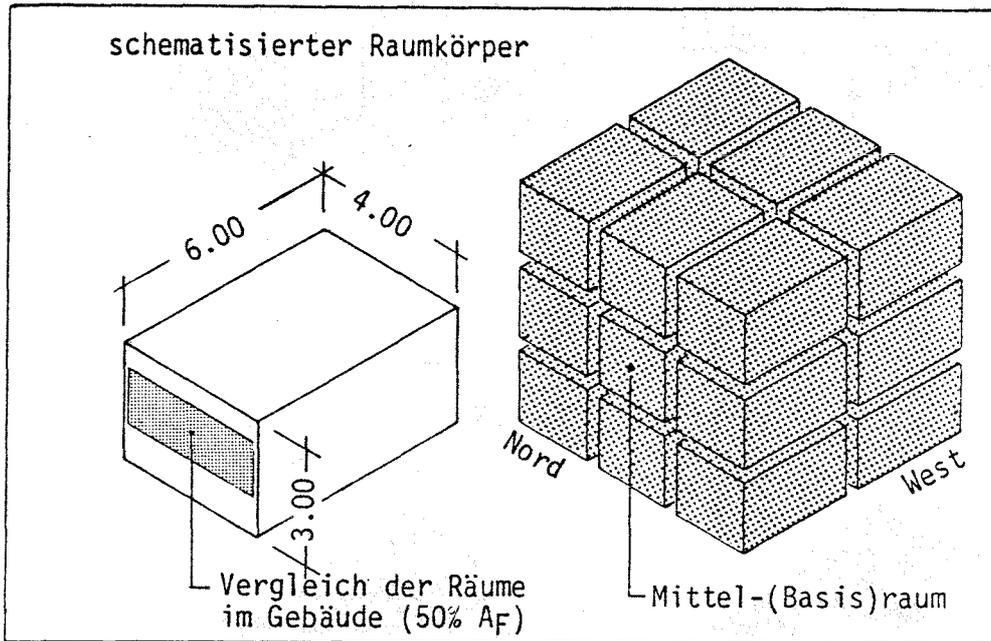


ABBILDUNG 3

Schematische Darstellung des Mehrfamilienhauses normale Wärmedämmung

2. Verstärkte Wärmedämmung

Außenwand: k-Wert 0,38 W/m²K
 Dach: k-Wert 0,31 W/m²K
 Kellerdecke: k-Wert 0,33 W/m²K
 Fenster: Isolierverglasung (2fach)
 k-Wert 2,5 W/m²K

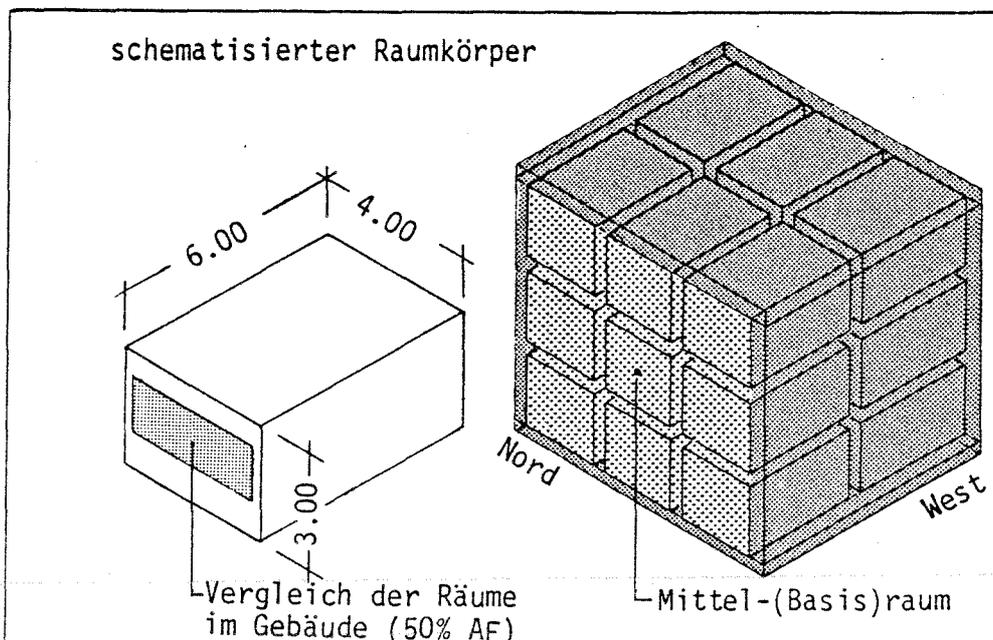


ABBILDUNG 4

Schematische Darstellung des Mehrfamilienhauses verstärkte Wärmedämmung

Abbildung 5

Spezifischer Jahreswärmebedarf der Räume im Mehrfamilienhaus normale Wärmedämmung

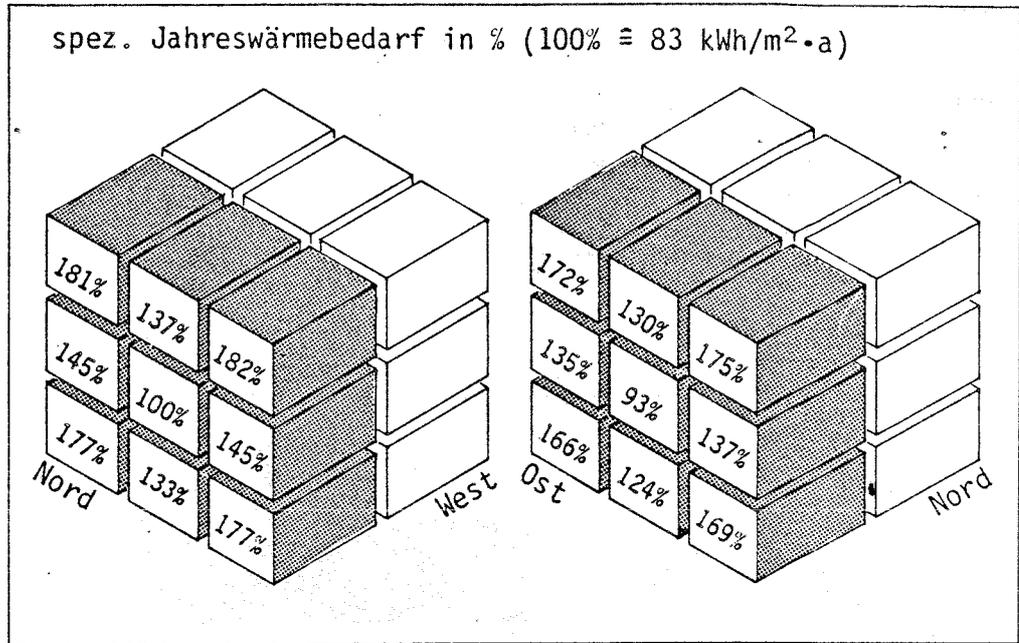
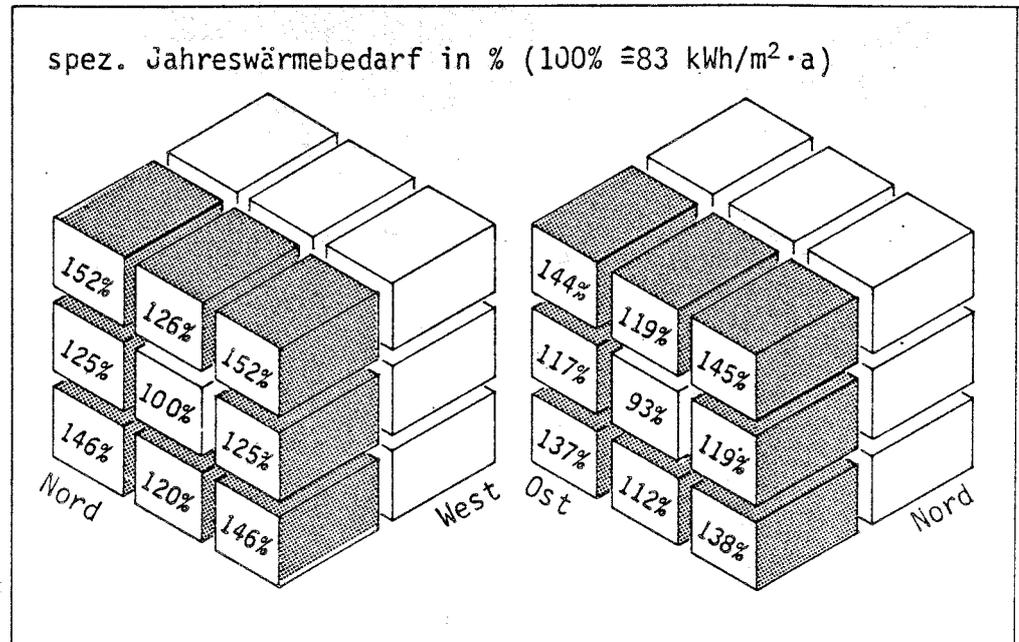


Abbildung 6

Spezifischer Jahreswärmebedarf der Räume im Mehrfamilienhaus verstärkte Wärmedämmung



Die Berechnungen zeigen, daß Räume in einer peripheren Lage - z. B. Dacheckräume - einen sehr viel höheren spezifischen Jahreswärmebedarf haben als der mittlere - Basisraum. Betrachtet man die einzelnen Räume mit unterschiedlichen Lagen im Gebäude, zum Beispiel bei der Nordorientierung, so zeigt die Abbildung 5, daß der Unterschied zwischen dem Mittelraum - Basisraum - und dem Dachraum an der Nordwest-Gebäudeecke über 80% beträgt. Fast das gleiche Verhältnis taucht bei allen Orientierungen zu den Himmelsrichtungen wieder auf.

Daraus ergeben sich zwei sehr wesentliche Konsequenzen für die Konzeption energiesparender Gebäude:

Die Verringerung der peripheren Lage von Räumen im Gebäude wirkt sich energetisch betrachtet positiver aus als eine konsequente Ausrichtung des Gebäudes nach Süden.

Sowohl bei einem Mittelraum - Basisraum - als auch bei einem Dacheckraum wird der spezifische Jahreswärmebedarf bei einer Süd- gegenüber einer Nordorientierung um ca. 20% verringert. Dagegen vergrößert sich der spezifische Jahreswärmebedarf vom Mittelraum zum Dacheckraum bei allen Orientierungen ca. 80%. Diese Tatsache stellt eindeutig die bisher geltenden "Glaubensregeln" in Frage, nach denen der Energiespareffekt in erster Linie durch Orientierung nach Süden erzielt werden kann. Bei einem energiesparenden Gebäude soll die Anzahl der Räume in peripheren Lagen minimiert werden. Je geringer die Anzahl solcher Räume an einem Gebäude ist, desto geringer wird der gesamte spezifische Jahreswärmebedarf. Kompakte Gebäude haben einen geringeren spezifischen Jahreswärmebedarf als stark gegliederte oder gestaffelte - terrassierte - Gebäude.

Diese Erkenntnisse bestätigen auch die Grundvoraussetzung zur Schaffung energiesparender Gebäude:
die Minimierung des Verhältnisses der Hüllfläche eines Gebäudes zu seinem Volumen (A/V).

Der unterschiedliche spezifische Jahreswärmebedarf von Räumen mit unterschiedlicher Lage im Gebäude hat bei der Anwendung der verbrauchsorientierten Heizkostenerfassung eine große Bedeutung. Alle Wohnungen oder Räume mit einer Randlage werden unabhängig von jeweiligen Nutzerverhalten und baulichen Wärmedämmmaßnahmen einen viel höheren Heizwärmeverbrauch behalten. Dies führt zu enormen sozialen Ungerechtigkeiten gegenüber den Bewohnern solcher Wohnungen.

Die wichtigste Voraussetzung zur Energieeinsparung bei den Gebäuden ist die Kompaktheit. Ziel der Planung muß es sein, Gebäude mit extrem geringer Anzahl von Räumen in den Gebäuderandbereichen zu realisieren.

Abbildung 7

Schematisierte Darstellung des Dacheckraumes mit einem Fenster

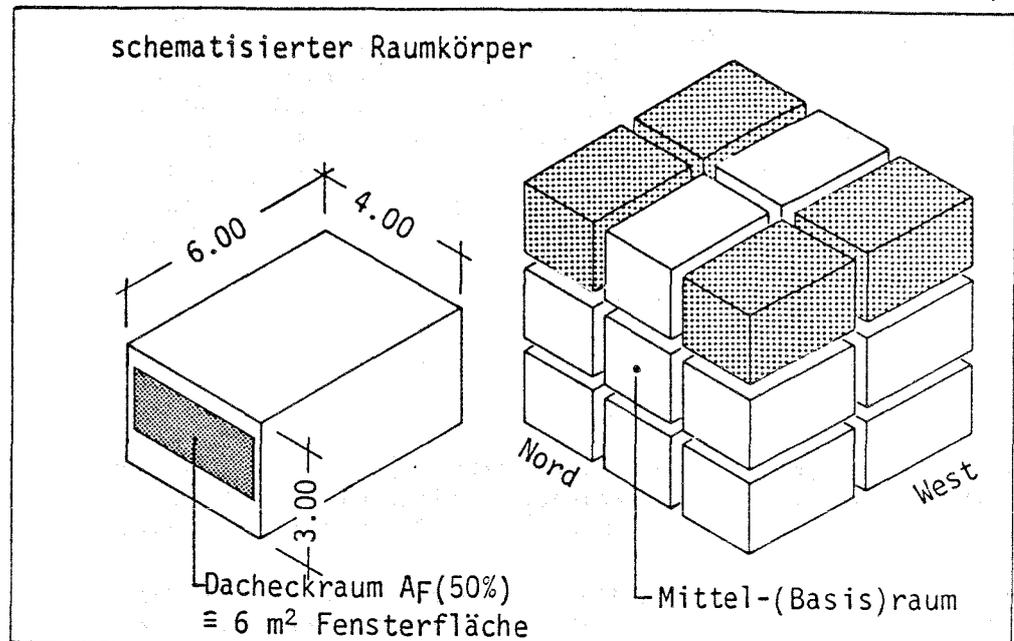


Abbildung 8

Vergleich des Jahreswärmebedarfs von Dacheckräumen mit einem Fenster von 6 m² zu den Hauptorientierungen Nord, Ost

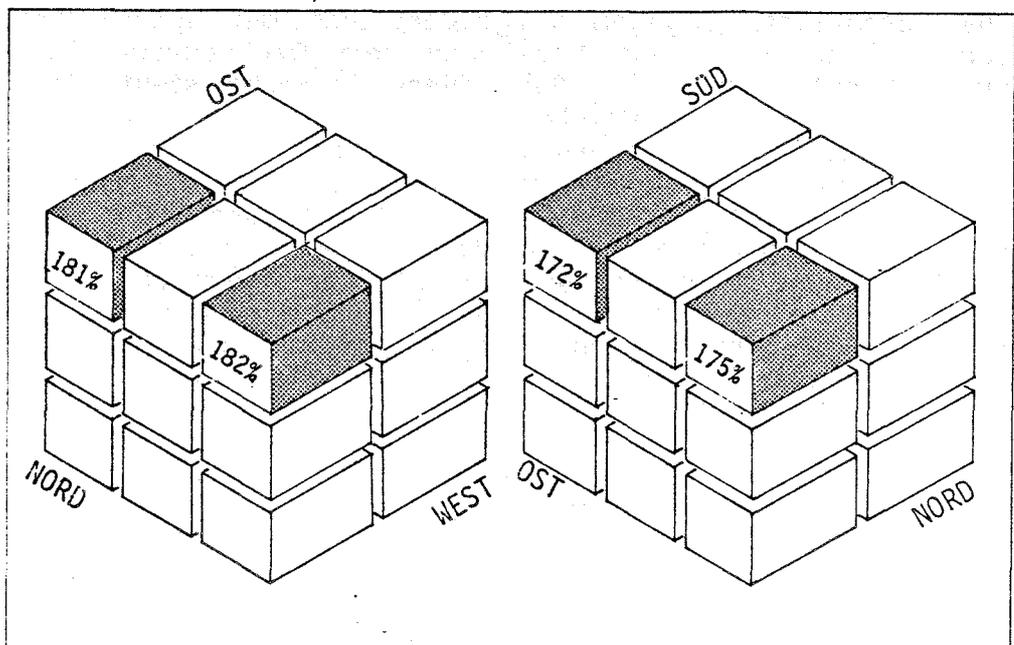
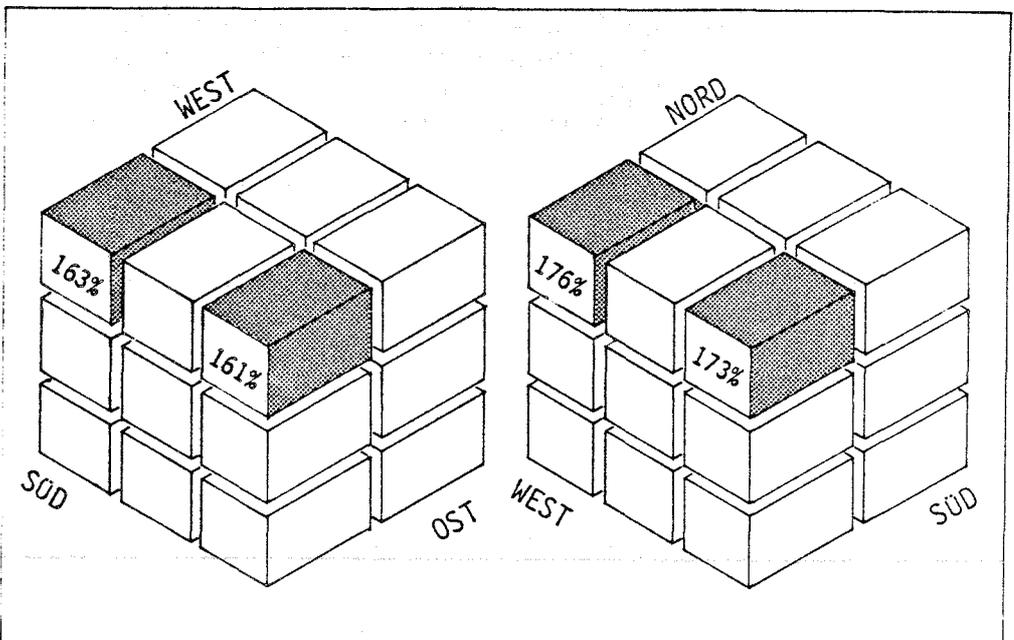


Abbildung 9

Vergleich des Jahreswärmebedarfs von Dacheckräumen mit einem Fenster von 6 m² zu den Hauptorientierungen Süd, West



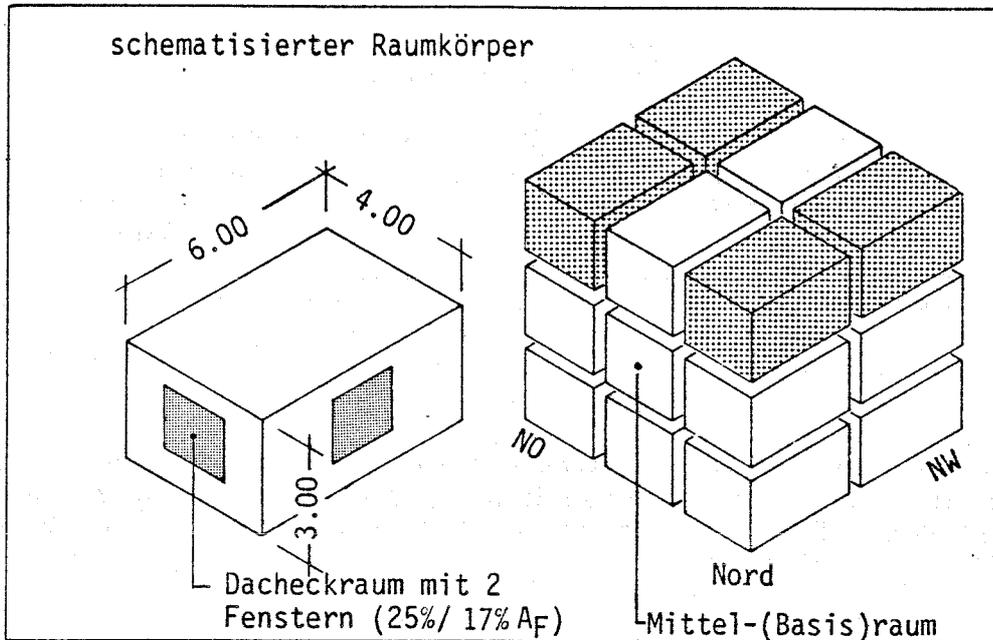


Abbildung 10
Schematisierte Darstellung des Dacheckraumes mit zwei Fenstern

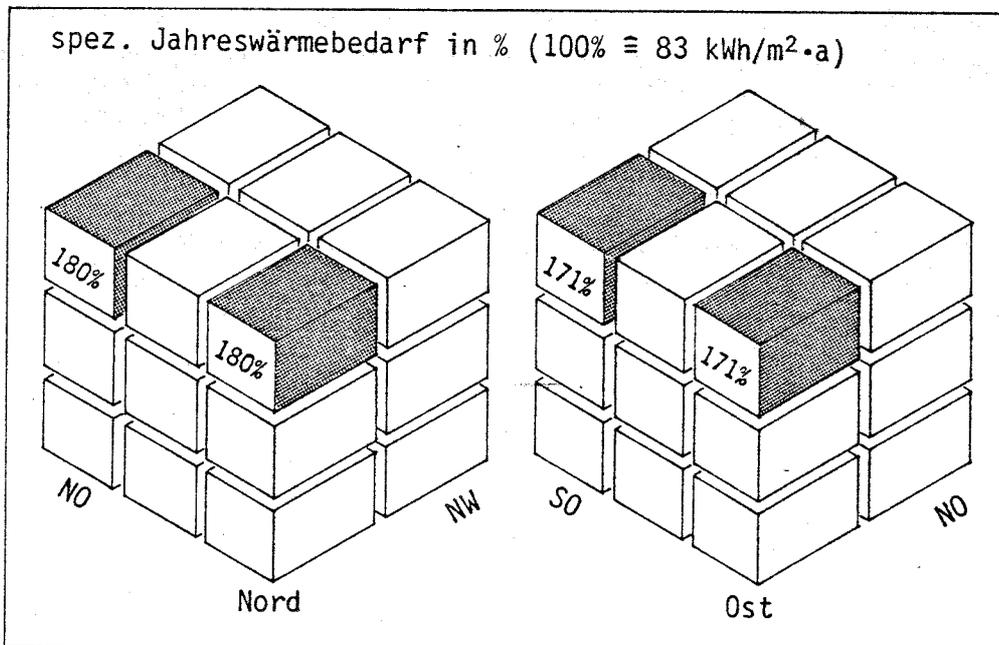


Abbildung 11
Vergleich des Jahreswärmebedarfs von Dacheckräumen mit zwei Fenstern von je 3 m^2 zu verschiedenen Orientierungen, Gebäudeecke zu den Hauptorientierungen Nord, Ost

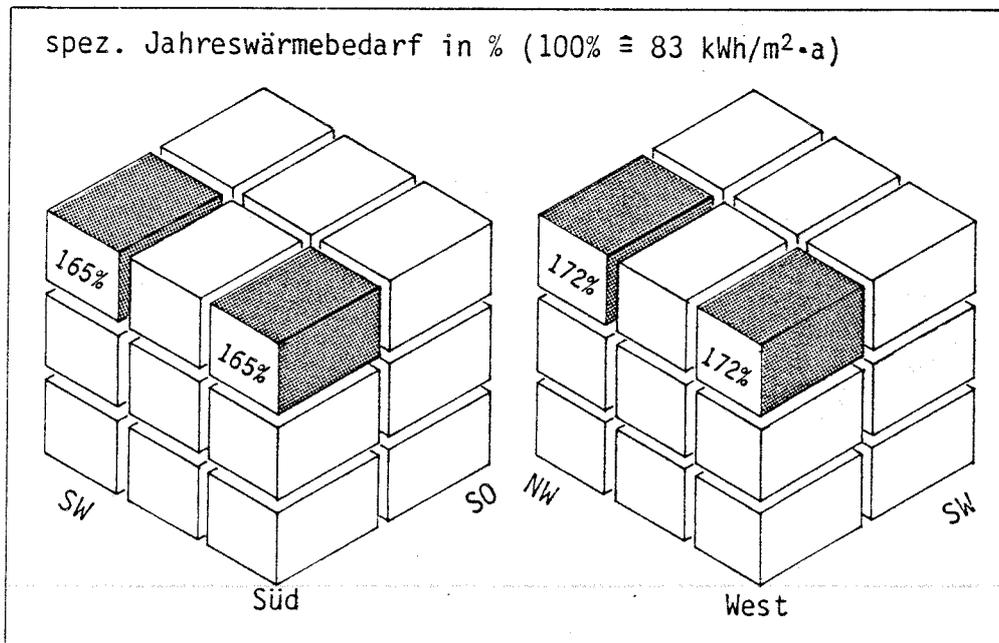


Abbildung 12
Vergleich des Jahreswärmebedarfs von Dacheckräumen mit zwei Fenstern von je 3 m^2 zu verschiedenen Orientierungen, Gebäudeecke zu den Hauptorientierungen Süd, West

Der rechnerische Vergleich von Dacheckräume mit zwei Fenstern zu unterschiedlichen Orientierungen

Es stand zur Diskussion, ob ein weiteres Fenster an der Raumlängsseite und eine Verdrehung des Baukörpers um 45° zu den Haupthimmelsrichtungen - Verhinderung einer eindeutigen Nordorientierung von Fensterflächen - eine energetische Verbesserung bedeuten würden. Aus dieser Überlegung heraus haben wir versucht, die Energiebilanz des nach Nordosten und des nach Nordwesten orientierten Raumes am Gebäuderand mit der des direkt nach Norden ausgerichteten Raumes vergleichend zu untersuchen.

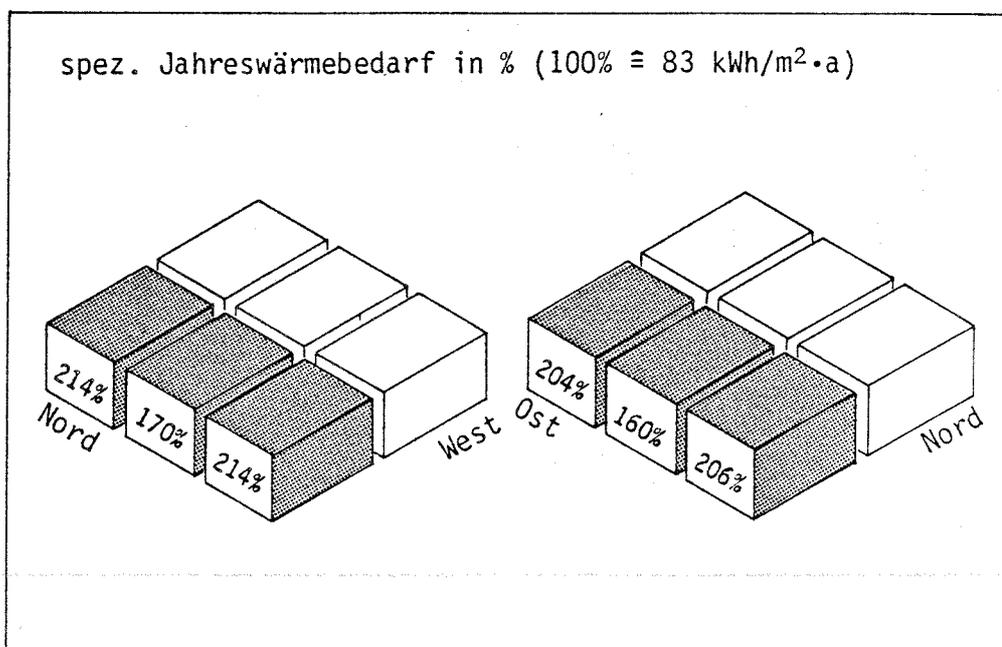
Im Gegensatz zu der verbreiteten Meinung, daß Gebäude, die mit der Kante nach Norden bzw. Süden orientiert sind, eine günstigere Energiebilanz haben, zeigte sich, daß diese Maßnahme nur eine geringfügige Verbesserung bewirkt. Bei der Südorientierung der Gebäudekante ergab sich sogar ein negatives Verhalten.

Das zweite Fenster verändert nur gering den spezifischen Jahreswärmebedarf. Die Vorteile aus dem Energiegewinn von zwei Himmelsrichtungen werden durch die höheren Transmissionswärmeverluste aufgehoben. Zwei Fenster - Erhöhung der Fensterfläche an der Außenwand - verschlechtern die Energiebilanz des Raumes.

Analog zu der Untersuchung am Modell eines Mehrfamilienhauses sind durch Simulationsberechnung beim abstrakt geometrisch definierten Baukörper eines eingeschossigen Einfamilienhauses durchgeführt worden.

Abbildung 13

Spezifischer
Jahreswärmebedarf
im Einfamilienhaus
normale
Wärmedämmung
Nord, Ost
Orientierung



spez. Jahreswärmebedarf in % ($100\% \cong 83 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{a}$)

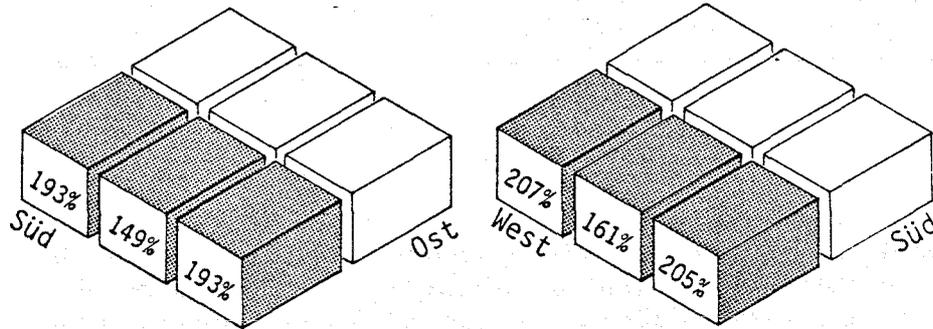


Abbildung 14

Spezifischer Jahreswärmebedarf im Einfamilienhaus normale Wärmedämmung Süd, West Orientierung

spez. Jahreswärmebedarf in % ($100\% \cong 83 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{a}$)

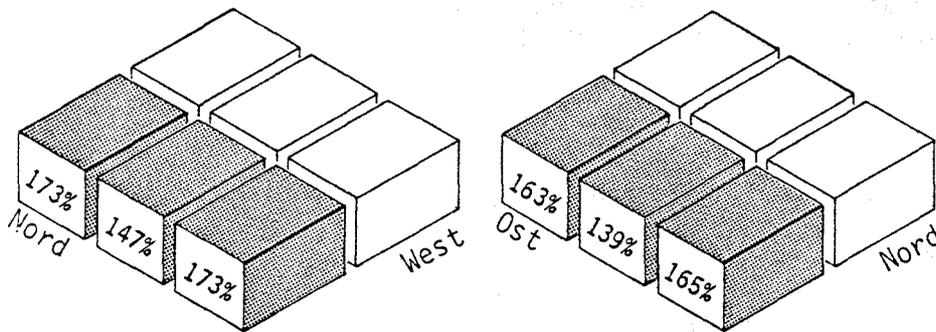


Abbildung 15

Spezifischer Jahreswärmebedarf im Einfamilienhaus verstärkte Wärmedämmung Nord, Ost Orientierung

spez. Jahreswärmebedarf in % ($100\% \cong 83 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{a}$)

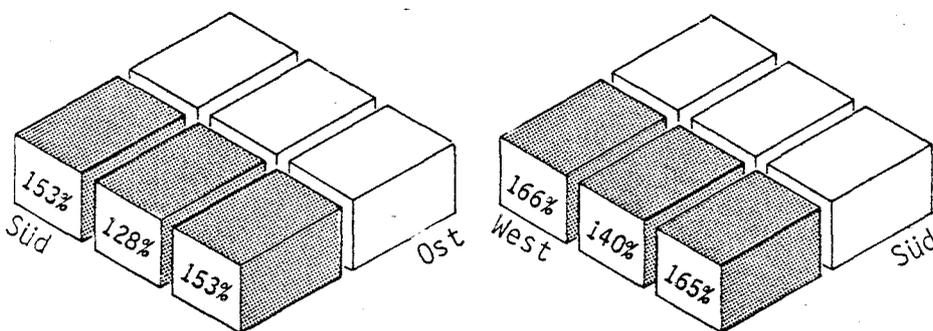


Abbildung 16

Spezifischer Jahreswärmebedarf im Einfamilienhaus verstärkte Wärmedämmung Süd, West Orientierung

Die Ergebnisse bezüglich des energetischen Verhaltens von Räumen bei unterschiedlicher Lage im Gebäude zeigten große Ähnlichkeiten mit den Räumen im Dachbereich des Mehrfamilienhauses. Die extrem hohen Energieverluste sind durch das ungünstige Verhältnis zwischen der Gebäudehüllfläche zum beheizten Volumen (A/V) zu erklären. Daß diese Bauweise "freistehendes Einfamilienhaus" einen hohen Verbrauch an Heizenergie verursacht, ist keine grundsätzlich neue Erkenntnis. Auch in der geltenden Wärmeschutzverordnung werden an Gebäude mit einem so ungünstigen A/V Verhältnis höhere wärmetechnische Anforderungen gestellt.

Die von uns vorgenommene energetische Quantifizierung des jeweiligen spezifischen Wärmebedarfs trägt zur Versachlichung des Problems bei. Um so wichtiger wird es sein, daß bei dieser Bauweise Maßnahmen zur passiven Sonnenenergienutzung angewandt werden. Gerade diese Bauweise ermöglicht durch relativ geringe baurechtliche Bindungen an den Nachbarn eine konsequente Orientierung der Räume nach Süden, Schutz vor übermäßiger Auskühlung durch Windschutzpflanzung sowie Berücksichtigung der topografischen Lage und die Sonnenenergiegewinnung mittels Wintergärten oder gewächshausähnlicher Gebäudeumbauung. Der Wohn- und Nutzwert solcher Maßnahmen kann höher bewertet werden als beim gestapelten Mehrfamilienhaus. Durch die temporäre Vergrößerung oder Schrumpfung des Wohnbereichs, bedingt durch eine grundsätzlich größere verfügbare Wohnfläche, kann der Bewohner individueller d. h. klimagerechter auf das jeweils vorhandne Innentemperaturniveau reagieren.

Die Einfamilienhäuser sind somit "Energiefresser", was zu erwarten war. Der spezifische Jahreswärmebedarf liegt fast 100% höher als bei vergleichbaren Räumen im Mehrfamilienhaus.

Die Reduktion der Transmissionswärmeverluste durch eine verstärkte Wärmedämmung zeigt hier eine höhere Effektivität als beim Mehrfamilienhaus. Hier liegen die Einsparungen beim spezifischen Jahreswärmebedarf bei ca. 40% bezogen auf 83 kWh/m²a.

Die Verbesserung der Wärmedämmung der äußeren Hüllflächen bewirkt eine Reduktion des spezifischen Jahreswärmebedarfs peripherer Räume um ca. 30%.

Eine weitergehende Angleichung des spezifischen Jahreswärmebedarfs peripherer Räume an den Basisraum (mittlerer Raum) kann nur durch zusätzliche Maßnahmen wie Umhüllung der Außenwände und des Dachraumes mit einer vorgelagerten verglasten Hülle erzielt werden.

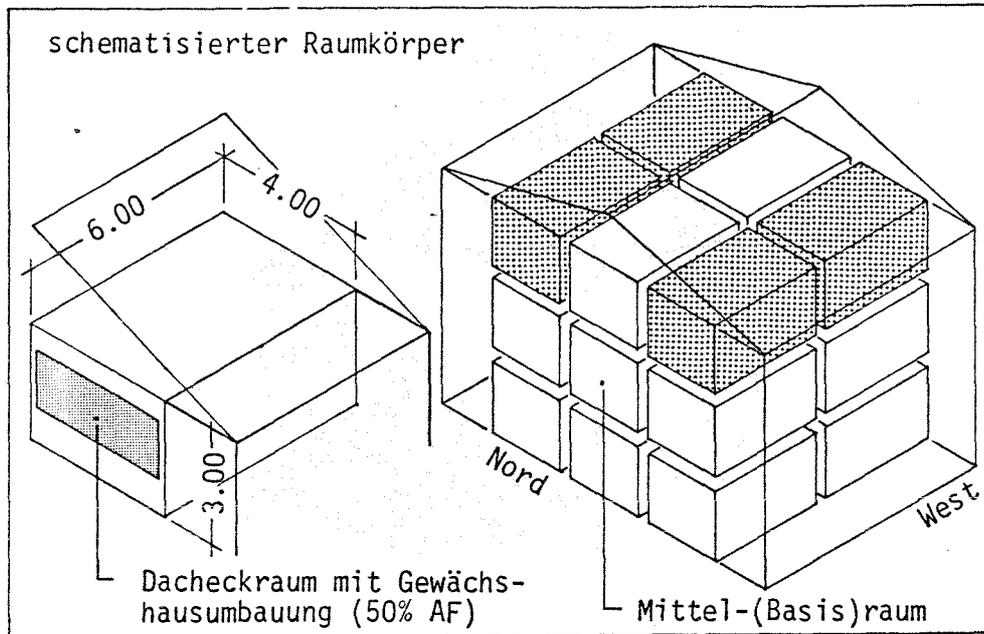


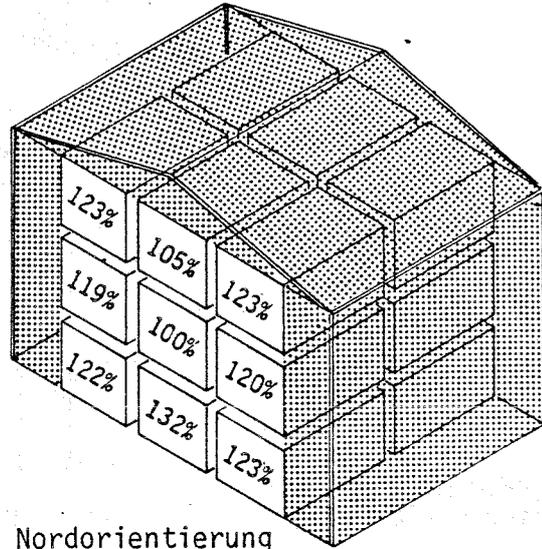
Abbildung 17

Gewächshausartige
Umbauung des
Gebäudes

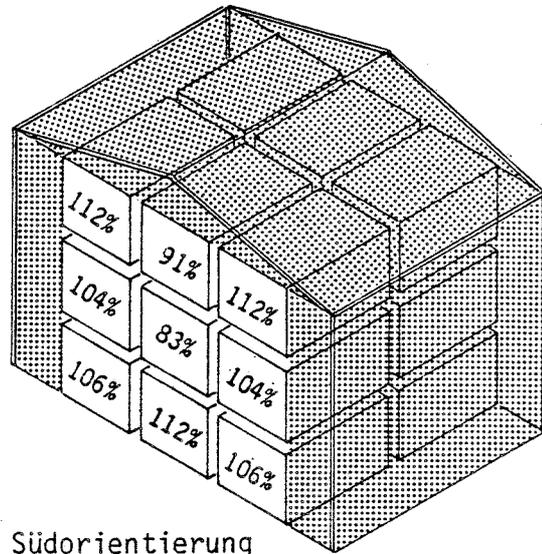
Abbildung 18

Spezifischer
Jahreswärmebedarf
bei Gewächshausum-
bauung mit
1-fach Verglasung
Nord, Süd
Orientierung

spez. Jahreswärmebedarf in %
(100% \equiv 83 kWh/m²·a)



Nordorientierung



Südorientierung

spez. Jahreswärmebedarf in %
(100% \cong 83 kWh/m²·a)

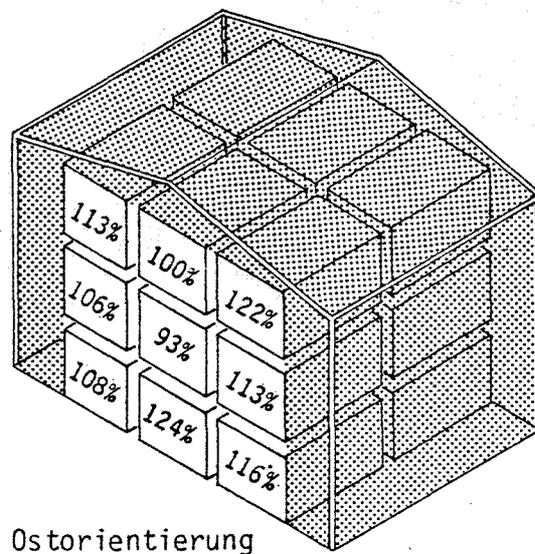
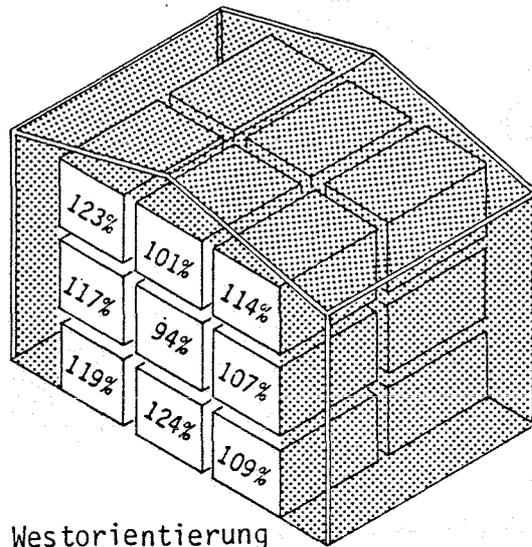


Abbildung 19

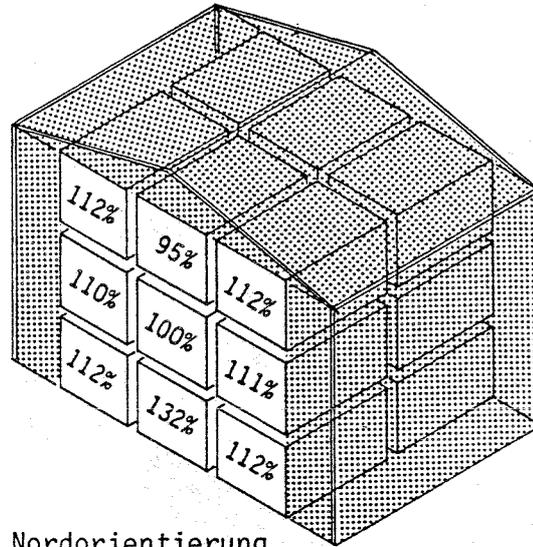
Spezifischer
Jahreswärmebedarf
bei Gewächshausum-
bauung mit
1-fach Verglasung
West, Ost
Orientierung

Zuerst wurde eine Gebäudeumhüllung mit 1-fach Verglasung untersucht. Durch diese Maßnahme reduziert sich der spezifische Jahreswärmebedarf des nach Norden orientierten Dacheckraumes gegenüber einem Gebäude ohne Glasumhüllung mit einem k-Wert von 0,66 W/m²K der Außenwand an der Längsseite um ca. 60% oder bei einem k-Wert von 0,38 W/m²K um ca. 30% bei gleichbleibender Wärmedämmung des Daches.

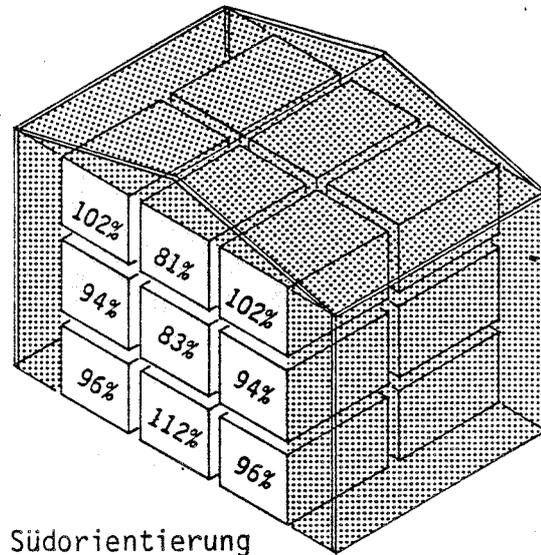
Abbildung 20

Spezifischer
Jahreswärmebedarf
bei Gewächshausum-
bauung mit
2-fach Verglasung
Nord, Süd
Orientierung

spez. Jahreswärmebedarf in %
(100% $\hat{=}$ 83 kWh/m²·a)

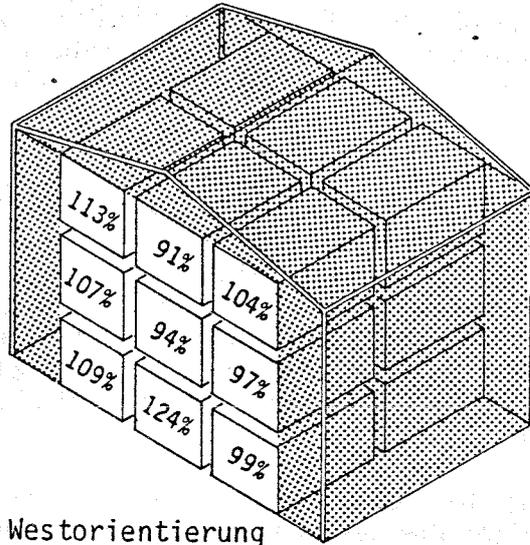


Nordorientierung

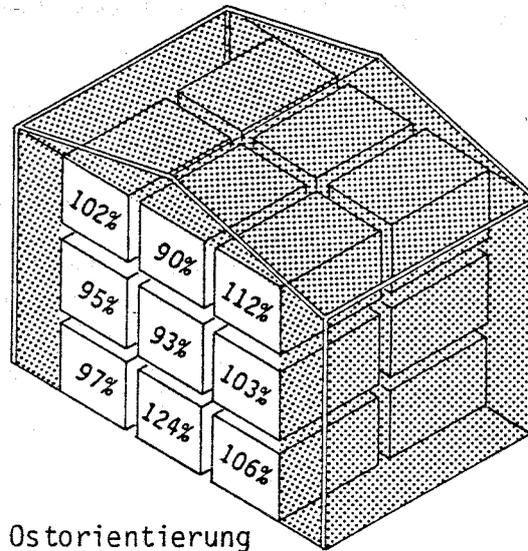


Südorientierung

spez. Jahreswärmebedarf in %
 (100% $\hat{=}$ 83 kWh/m²·a)



Westorientierung



Ostorientierung

Abbildung 21

Spezifischer
 Jahreswärmebedarf
 bei Gewächshausum-
 bauung mit
 2-fach Verglasung
 West, Ost
 Orientierung

Die positive energetische Auswirkung dieser Maßnahmen ist auf die Minimierung des Transmissionswärmeverlustes der geschlossenen Außenwand und Dachfläche durch die Glasumbauung zurückzuführen. Die eingestrahlte Wärme kann bei Anwendung entsprechender Heizungstechnik und dem Prinzip eines Luft-Sonnenkollektors mittels Wärmepumpe zur Beheizung des Gebäudes genutzt werden.

Durch eine 2-fach verglaste Umhüllung der Seitenwand und der Dachfläche des Gebäudes beträgt die Reduktion des spezifischen Jahreswärmebedarfs von Dacheckräumen gegenüber der Darstellung in der Abbildung 5 ca. 70% bei einem k-Wert der Außenwand an der Längsseite von $0,66 \text{ W/m}^2\text{K}$ und gleichbleibender Wärmedämmung des Daches, und ca. 50% bei einem k-Wert von $0,38 \text{ W/m}^2\text{K}$; d. h., ein solcher Raum hat fast den gleichen Wärmebedarf wie der Mittelraum - Basisraum-.

Diese Maßnahme hat die Größte Energieeinsparrelevanz und soll Priorität gegenüber allen anderen Maßnahmen erhalten.

Die höheren Investitionen für solche Maßnahmen sollten durch die Schaffung von zusätzlichen nichtbeheizten Wohnflächen und entsprechenden Wohnungsgrundrissen kompensiert werden.

Eine Umsetzung dieses Prinzips wird beim Beispiel Energiesparhaus Berlin, Architekten B. Faskel, V. Nikolic erläutert.

Die Senkung des spezifischen Jahreswärmebedarfs peripher angeordneter Räume kann auch durch die geeignete thermische Zonierung des Grundrisses bewirkt werden.

Wenn es gelingen sollte, einen Wohnungsgrundriß so zu gestalten, daß in diesen Räumen bedingt durch die Nutzung keine ständige Raumtemperatur von 20°C eingehalten werden muß, wird sich der Energiebedarf dieser Räume stärker dem Zustand des mittleren Raumes nähern. Eine Absenkung der Raumtemperatur um ein Grad C bewirkt über die Heizperiode gerechnet eine Senkung der Heizkosten um 6%.

Bei knapp bemessenen Wohnflächen sind solche Überlegungen schwierig in die Praxis umsetzbar. Ein genauerer Vergleich von Investitionen und Betriebskosten ist ausschlaggebend für die Durchführbarkeit solcher Überlegungen

In der Regel werden die hohen Investitionen und die dadurch bedingte volle Nutzbarkeit der gesamten Wohnflächen über das ganze Jahr die gesamtökonomische Betrachtung stärker beeinflussen als die 20 - 30% Einsparung an relativ billiger Heizungsenergie.

Die Senkung der Heizungsenergiekosten eines Raumes um ca. 25%, d. h. an dem von uns vorgeführten Beispiel von $83 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ auf $63 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ oder absolut gesehen um $20 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ wurde bei dem heutigen Stand der Energiepreise eine Senkung der Heizungskosten per m^2 im Jahr von DM 2,00 bedeuten. (1 kWh Heizleistung kostet z.Z. DM 0,10).

Mit einer Amortisationsgröße von DM 2,00 per m² Wohnfläche und Jahr lassen sich kaum Mehrkosten für zusätzliche Maßnahmen zur passiven Sonnenenergienutzung finanzieren. An diesem sehr simplen Berechnungsbeispiel sind die Spannweiten für die Anwendung von baulichen und bautechnischen Maßnahmen am einfachsten sichtbar zu machen. Aufgrund dieser ökonomisch kaum zu widerlegenden Tatsache müssen alle Konzepte energiesparender Bauweise gemessen werden.

Alle Maßnahmen, die ohne zusätzlichen finanziellen Aufwand die Senkung der Energiekosten eines Gebäudes bewirken, haben eine eindeutige Priorität. Eine solche Maßnahme ist die Kompaktheit des gesamten Baukörpers. Diese kann sogar dazu beitragen daß, bedingt durch die einfachere baukonstruktive Ausführung, die Baukosten insgesamt bei gleichzeitiger Reduktion der Heizungskosten niedriger ausfallen.

Wichtige Merkmale einer energiesparenden Gebäudeplanung:

- o Kompakte Bauweise
Optimierung des A/V Verhältnisses
- o Reduktion von Räumen in der peripheren Gebäudelage durch geeignete Grundrißbildung
- o Anordnung von thermischen Puffern entlang der Räume am Gebäuderand
 - Wintergärten - Erschließungsflächen - Treppenhäuser -
 - Installationsfläche u. a.
- o verdichtete Bauweise bei Einfamilienhausartiger Bebauung
- o gute Wärmedämmung der nichttransparenten Gebäudehülle - Außenwände, Dach- und Kellerdecke

Bei der Diskussion Speicherfähigkeit contra Wärmedämmung muß nüchtern festgestellt werden, daß eine thermisch gute und weitgehend konventionelle Bauweise, gegenüber vielen extremen Versuchen, mit passiven Maßnahmen Heizungskosten zu senken, eindeutig vorteilhaft sein kann.

Die rechnerische Untersuchung im Forschungsprojekt Bau und Energie, sowie Messungen an den Vergleichsbauten mit und ohne Wintergärten durch die Fraunhofer Gesellschaft für Bauphysik in Holzkirchen zeigen unmißverständlich die geringen Einsparpotentiale und die Grenzen der Heizungsenergieeinsparung bei baulichen Maßnahmen zur passiven Sonnenenergienutzung.

Auf der Grundlage des schon im Kapitel 2.2 genannten Basis-Raumes (Mittelraum) wurden die energetischen Simulations-Berechnungen einzelner baukonstruktiver Alternativen für Außenwände und Fenster durchgeführt. Alle Berechnungen sind auf der Grundlage der Klimadaten von Essen erstellt worden.

Variation der Außenwand

Bei der Auswahl von verschiedenen Außenwandqualitäten wurden zur Zeit der Berechnung - Anfang 1980 - gängige Konstruktionen zum Vergleich herangezogen. Wir sind uns bewußt, daß die thermische Qualität der Außenwände im Laufe der letzten Jahre wesentlich verbessert wurde. Dies ist auf die verschärften Anforderungen der Wärmeschutzverordnung - Stand 1982 - sowie ein stärkeres Bewußtsein der Planenden und Bauenden bezüglich der Verringerung von Transmissionswärmeverlusten durch nichttransparente Bauteile zurückzuführen. Wenn man die energetischen Berechnungen im Jahr 1982 durchgeführt hätte, wären die zwischen 0,40 und 1,02 W/m^2K gewählten k-Werte der Außenwandkonstruktion niedriger gewesen (z.B. 0,25 - 0,8 W/m^2K). Trotz allem ist der damals festgelegte Vergleich von Außenwänden mit unterschiedlichen k-Werten informativ und ermöglicht den Planenden Analogievergleiche.

Abbildung 22

Spezifischer Jahreswärmebedarf des Basisraumes bei unterschiedlichen Außenwandqualitäten

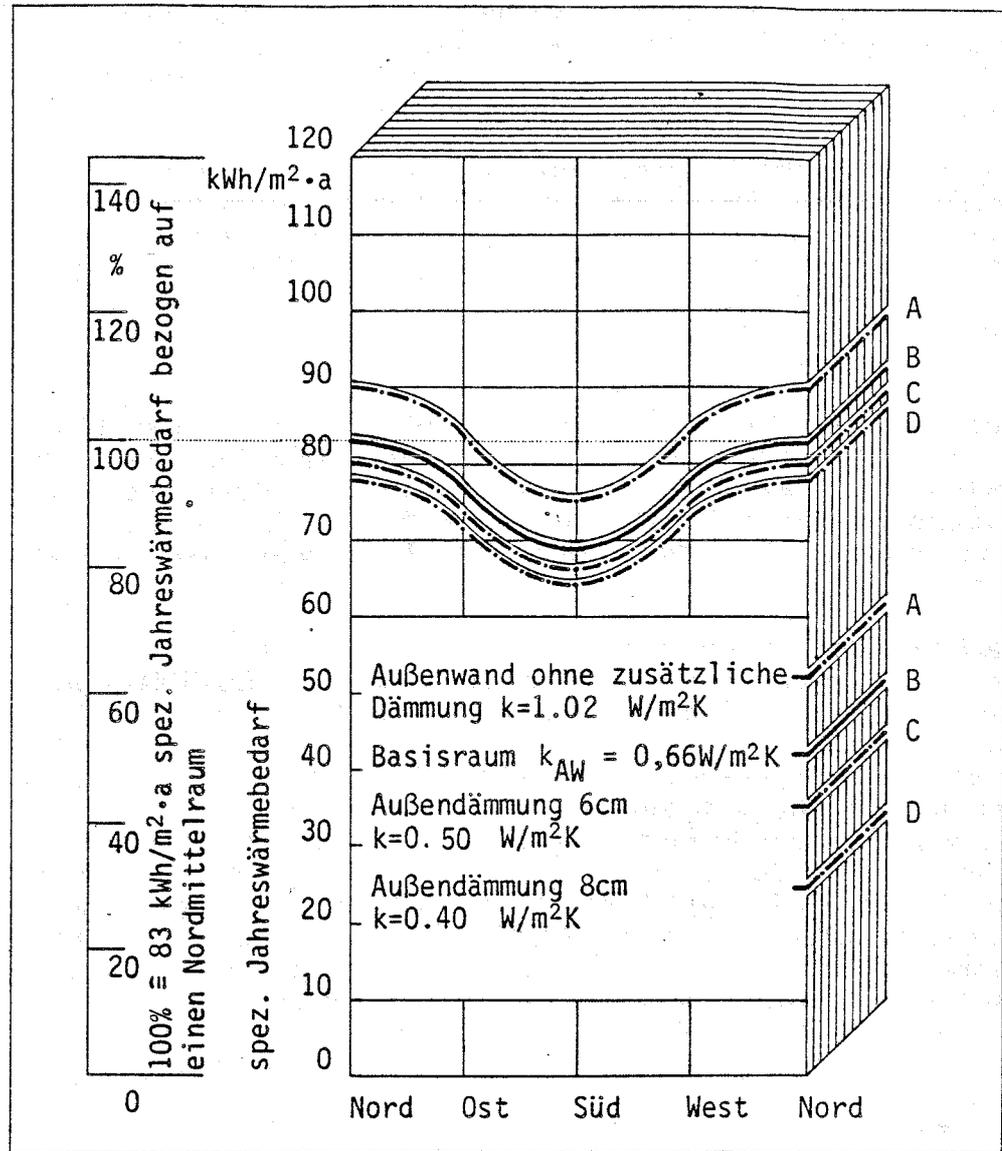
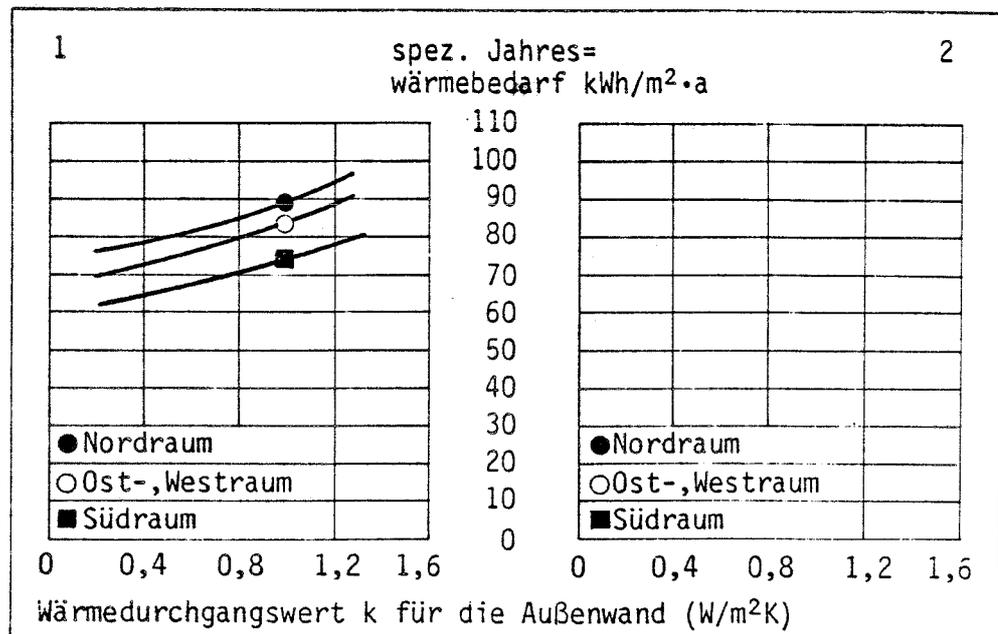


Abbildung 23

Einfluß der Außenwandqualität auf den spezifischen Jahreswärmebedarf für unterschiedliche Orientierungen



Die Abbildung 23 stellt die Abhängigkeit des spezifischen Jahreswärmebedarfs von der Außenwandqualität dar. Es wird ersichtlich, daß die Steigung der Kurven für alle Orientierungen zwischen $k = 0,80$ und $1,20 \text{ W/m}^2\text{K}$ größer ist als zwischen $k = 0,40$ und $0,80 \text{ W/m}^2\text{K}$. Dies weist darauf hin, daß die Verbesserung der thermischen Qualität von Außenwänden nicht unbegrenzt möglich und sinnvoll ist.

Die Abbildung 24 macht diesen Zusammenhang noch deutlicher. Diese veranschaulicht etwas vereinfacht die Grenzen der Energieeinsparung durch die Verbesserung der thermischen Qualität von Außenwänden. Die Einbeziehung des Energieverbrauchs zur Herstellung der Wärmedämmstoffe macht deutlich, wie gering der Energieeinsparungseffekt bei großen Dämmschichtdicken wird.

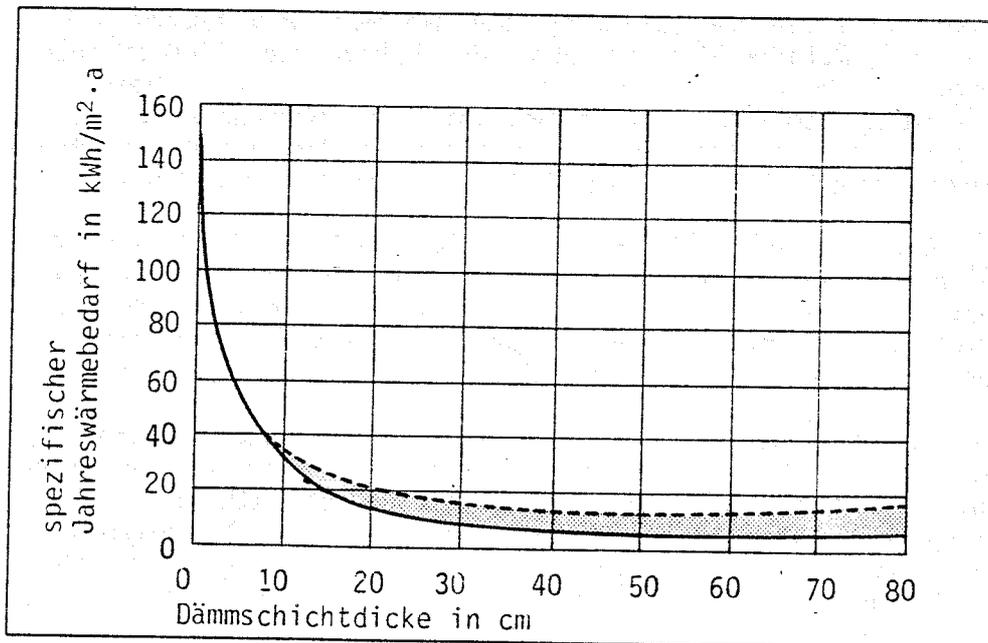


Abbildung 24

Einfluß der Dämmschichtdicke auf den spezifischen Jahreswärmebedarf

Schlußfolgerungen

Je besser die thermische Qualität der Außenwände ist, desto geringer ist die Effizienz bei der Energieeinsparung. Die Investitionskosten steigen proportional zu den verbesserten Wärmedämmwerten der Außenwand. Gleichzeitig erhöht sich auch bei Anwendung sehr gut wärmegeämmter Außenwände das baukonstruktive Risiko. Die Anschlüsse an andere Bauteile - wie z.B. Fenster, Decken und Dächer werden konstruktiv kompliziert, aufwendiger und sind daher mit mehr bauphysikalischen Problemen behaftet.

Die Gefahren von thermischen Schwachstellen erhöhen sich proportional zu der Verbesserung der thermischen Qualität. Gleichzeitig beeinflußt das Nutzerverhalten die Bauschadenhäufigkeit gut wärmegeämmter Gebäude. Das unregelmäßige Heizen und die Verschiebung der warmen und feuchten Luft aus dem Wohnbereich in den wenig beheizten Schlafbereich verursacht eine Durchfeuchtung der Konstruktion, diese verursacht gleichzeitig eine Minderung der Wärmedämmwirkung. Eine stetige Zunahme von Bauschäden an fast überall vorhandenen Wärmebrücken ist die Folge solcher Konstruktionen.

Die Reduktion der Wärmedurchgangskoeffizienten k der Außenwände unter $0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$ ist aus der Sicht der Baupraxis bedenklich. Gleichzeitig zeigen die Diagramme über den spezifischen Jahreswärmebedarf, daß der Energieeinspareffekt mit der Verbesserung der Wärmedämmwerte exponentiell abnimmt.

An dieser Stelle möchten wir vor dem Trugschluß warnen, daß durch extreme Reduktion der Transmissionswärmeverluste von nichttransparenten Außenwandkonstruktionen höhere Energieeinsparquoten erreicht werden können. Die Außenwand ist bezüglich der Energiegewinnung durch Sonneneinstrahlung verglichen mit den Fensterflächen zu vernachlässigen. Alle traumähnlichen Hoffnungen, die nichttransparenten Bauteile als eine Art von "Sonnenkollektoren" betrachten zu können, haben nach unseren Erfahrungen keine nennenswerte energetische Bedeutung.

Wegen der erforderlichen hohen Wärmedämmfähigkeit tragen die Außenwände nur in ganz geringem Umfang durch ihre Speichermasse zur Verbesserung des Innenklimas bei. Eine Konstruktion mit hoher Wärmespeicherkapazität und geringer Wärmedämmfähigkeit gibt mehr Wärme an die Außenluft ab und hat größere Wärmeverluste als eine wenig speichernde, aber wesentlich besser wärmegeämmte Außenwand.

Die Vorteile der Wärmespeicherung sind nur in den Sommermonaten spürbar. Durch die große zeitliche Verzögerung des Wärmetransportes von außen nach innen in der speicherfähigen Außenwand wird das Raumklima während des Tages weniger belastet als bei einer leichten Konstruktion. Diese Maßnahme des sommerlichen Wärmeschutzes ist auch in DIN 4108 Teil 2 Absatz 4.3 berücksichtigt worden.

Als nächstes wurde der Einfluß der Größe und der thermischen Qualität von Fensterflächen in Abhängigkeit zu den einzelnen Himmelsrichtungen untersucht.

Variation der Fenster

Fenster und andere verglaste Flächen sind die wichtigsten Elemente der verstärkten Sonnenenergienutzung. Im Rahmen der geltenden Vorschriften, wie der Wärmeschutzverordnung und der Normen DIN 4108 - Wärmeschutz im Hochbau - und DIN 4701 - Regeln für die Berechnung des Wärmebedarfs von Gebäuden -, wird nur der Transmissionswärmeverlust bei der energetischen Beurteilung in Betracht gezogen. Wie schon erwähnt, werden die Fenster bestehender Gebäude besonders negativ beurteilt was die Höhe der Wärmeverluste betrifft.

In der Tat weisen diese Gebäudeteile beim Gebäudebestand aufgrund von Materialeigenschaften, Konstruktionsmängeln und Alters- bzw. Verschleißerscheinungen sehr große Wärmeverluste auf. Die meisten bestehenden Gebäude älteren Datums haben nur 1-fach verglaste Fenster und die Luftdurchlässigkeit der Fugen ist enorm groß. Diese beiden Mängel wirken sich auf die Wärmeverluste des gesamten Gebäudes negativ aus.

Der Schwerpunkt der Untersuchungen lag auf der Betrachtung der Fensterflächen als "Sonnenkollektoren". Dabei wurden unterschiedliche Fenstergrößen und -qualitäten miteinander verglichen. Das Ziel der energetischen Optimierung lag in der Bestimmung eines energetisch optimalen Fensters, das als wichtigstes Element zur verstärkten Sonnenenergienutzung betrachtet wird.

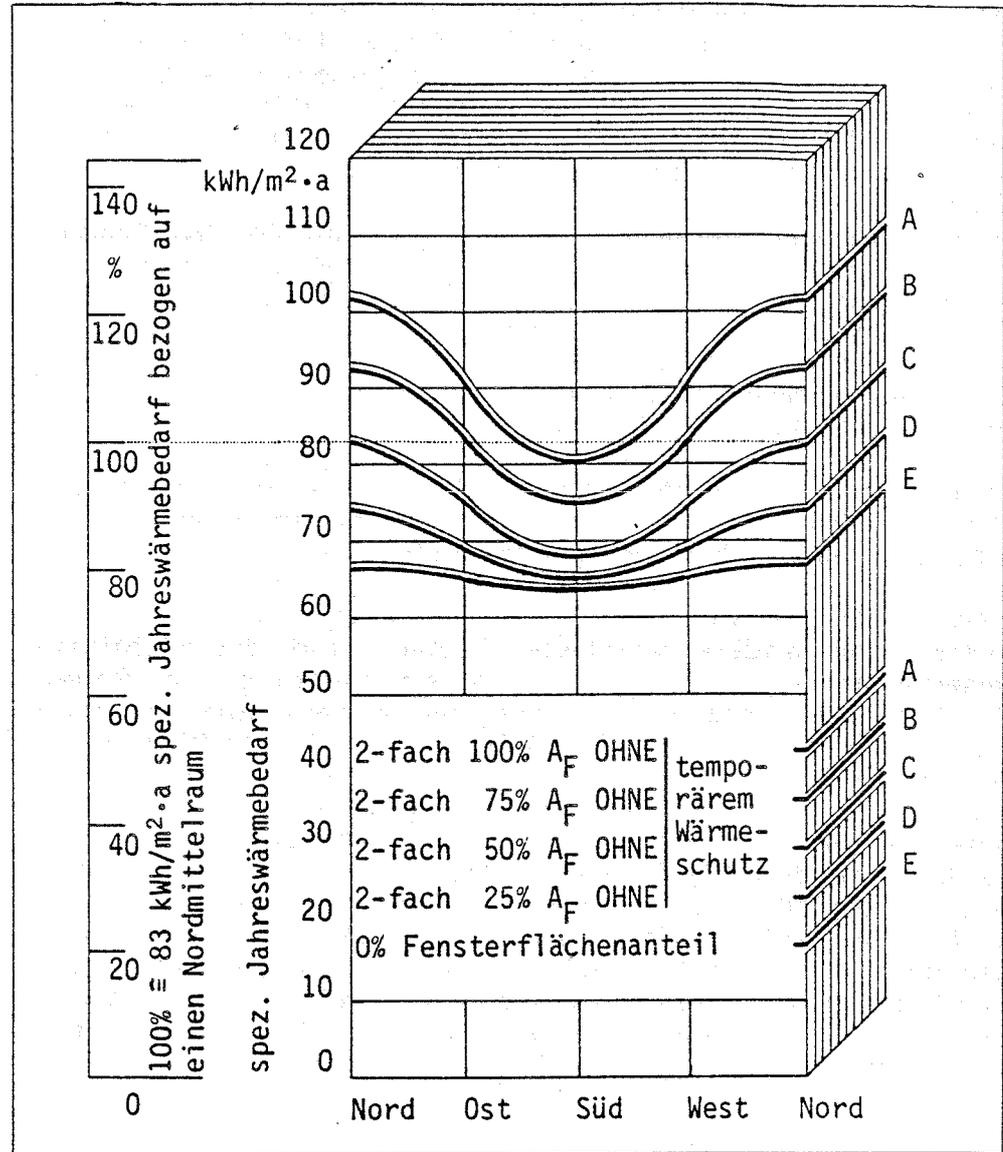
Bei der Bestimmung der Fenstergröße und der Verglasungsqualität sind die Kriterien der thermischen Behaglichkeit zu berücksichtigen.

Eine höhere innere Oberflächentemperatur aufgrund besserer thermischer Qualität der Verglasung von Fensterflächen wirkt sich positiv auf das Wohlbefinden der Bewohner aus. Die Oberflächentemperatur solcher Fenster nähert sich der Temperatur von gut wärmegeämmten Außenwänden. Bei 3-fach oder 4-fach verglasten Fensterflächen, muß die normalerweise entlang der kalten Fensterfläche abfallenden Kaltluft nicht durch Anordnung von Heizflächen unterhalb der Fenster aufgefangen werden. Daraus ergibt sich die Möglichkeit, Heizflächen im Innern des Raumes anzuordnen, was eine Vereinfachung der Leitungsführung bei der Heizungsinstallation zur Folge haben kann.

Abbildung 25

Spezifischer Jahreswärmebedarf des Basisraumes bei unterschiedlicher Fensterfläche

$k_{AW} = 0,66 \text{ W/m}^2\text{K}$
 $k_F = 2,50 \text{ W/m}^2\text{K}$
 2-fach Verglasung



Erkenntnis:

Bei Südorientierung ist der Einfluß des Fensters bis 25% Fensteranteil an der Fassade gering. Mit größer werdendem Fensteranteil steigt der Wärmebedarf fast linear an. Bei größeren Fensterflächen sind deshalb 3-fach Verglasungen oder temporäre Wärmeschutzmaßnahmen einzusetzen.

Je kleiner der Fensterflächenanteil, desto höher ist die Ausnutzung der eingestrahnten Energie. Bei größer werdenden Fensterflächen wird die Ausnutzung der erzielten Energiegewinne geringer und die nächtlichen Wärmeverluste werden größer.

Erkenntnis:

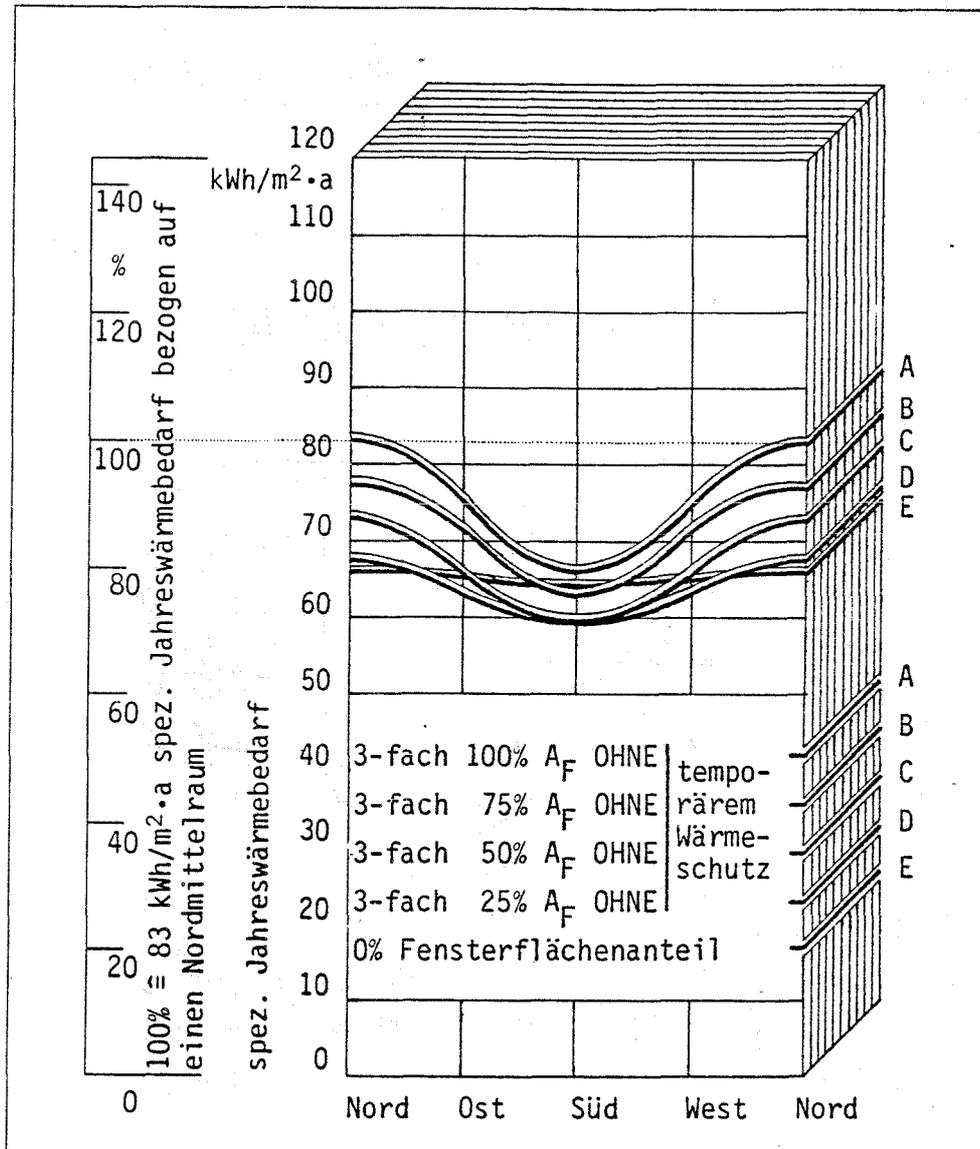
Bei Nordorientierung steigt der Wärmebedarf auch bei ganz geringen Fensterflächenanteilen fast linear mit der Fensterfläche. Die Steigung der Geraden ist größer als beim Südraum, d.h. der Einfluß auf den Wärmebedarf ist größer.

Die aus der diffusen Strahlung erzielten Energiegewinne sind nur gering, und die Wärmeverluste bei fehlender Einstrahlung gegenüber der Wand sind groß.

Abbildung 26

Spezifischer
Jahreswärmebedarf
des Basisraumes
bei unterschiedlicher
Fensterfläche

$k_{AW} = 0,66 \text{ W/m}^2\text{K}$
 $k_F = 1,90 \text{ W/m}^2\text{K}$
3-fach Verglasung



Erkenntnis:

Der Wärmebedarf ostorientierter Räume liegt geringfügig unter dem westorientierter Räume.

Die Ausnutzung der eingestrahelten Sonnenenergie ist bei niedrigen Außentemperaturen höher. Ostorientierte Räume empfangen ihre Sonnenstrahlung am Vormittag, wenn die Lufttemperatur relativ niedrig ist. Westorientierte Räume dagegen empfangen erst am Nachmittag direkte Sonnenstrahlung, wenn höhere Lufttemperaturen herrschen und möglicherweise kein Wärmebedarf mehr vorliegt.

Schlußfolgerungen:

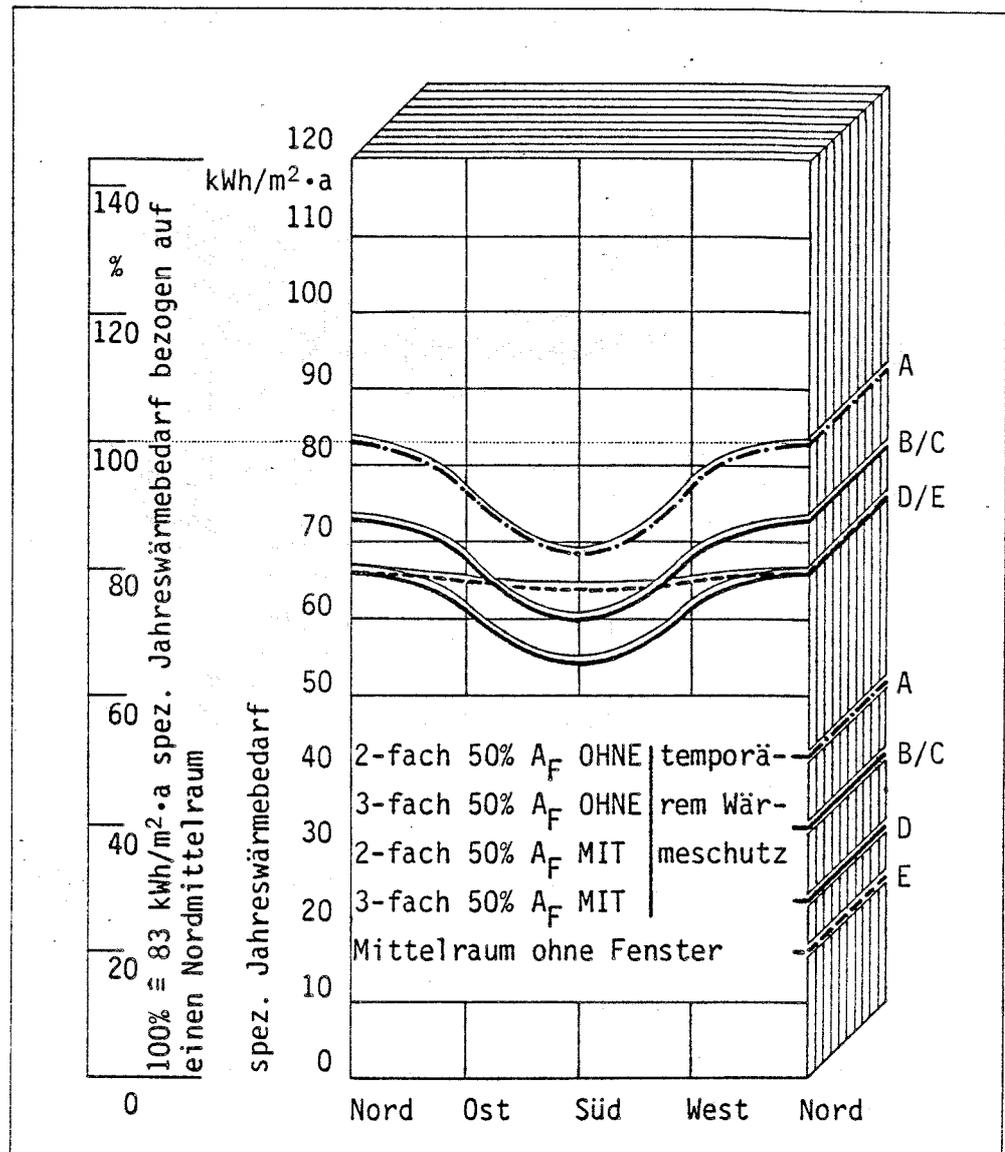
Die Orientierung eines Raumes mit den beschriebenen Wand und Fensterqualitäten nach Osten oder Westen ergibt praktisch keinen unterschiedlichen Wärmebedarf. Der Wärmebedarf des ost- und westorientierten Raumes liegt gering über dem Mittelwert aus dem Wärmebedarf des nord- und südorientierten Raums.

Erkenntnis:

Mit Steigerung des Fensterflächenanteils an der Fassade ergibt sich ein größerer Einfluß der Orientierung auf den Wärmebedarf des Raumes.

Abbildung 27

Spezifischer Jahreswärmebedarf bei 50% Fensteranteil und unterschiedlicher Fensterqualität verglichen mit dem fensterlosen Raum



Bei einem gleichbleibendem Fensterflächenanteil von 50% an der Fassadenfläche wird der niedrigste spezifische Jahreswärmebedarf mit einer Fensterkonstruktion mit 3-fach Verglasung und temporärem Wärmeschutz erreicht. Bei Nordorientierung ist die 3-fach Verglasung mit temporärem Wärmeschutz praktisch identisch mit einem Raum ohne Fenster. Der temporäre Wärmeschutz verhält sich energetisch wie eine zusätzliche Fensterscheibe.

Eine Vergrößerung der Glasfläche als Einstrahlungs- und Energiegewinnfläche durch Reduzieren des Rahmenanteils (hier von 34% auf 15%) bringt nur im Falle der 3-fach Verglasung eine Verbesserung der Fensterqualität und damit der Energiebilanz. Der minimierte Rahmenanteil von 15% ist bei Holzrahmen für 3-fach Verglasungen allerdings konstruktiv fraglich. In Betracht kommen bei diesem geringen Fensterrahmenanteil in der Regel nur Festverglasungen mit Metallrahmen.

Schlußfolgerungen:

Die Verbesserung der thermischen Qualität der Fenster hat einen großen Einfluß auf den spezifischen Jahreswärmebedarf der Räume und des gesamten Gebäudes.

Unsere Untersuchungen haben gezeigt, daß bei einem Fenster mit 3-fach Verglasung und temporärem Wärmeschutz der spezifische Jahreswärmebedarf des Mittel-Basisraumes durch die Orientierung und die Fenstergröße nur noch sehr geringfügig beeinflußt wird.

Daraus resultiert, daß bei einem ausgewogenen Verhältnis der thermischen Qualität von Außenwand und Fenster die Energiebilanz des Raumes nur unwesentlich von der Fenstergröße beeinflußt wird. Diese Feststellung steht in krassem Widerspruch zur Wärmeschutzverordnung und zur DIN 4108. Es ist zu hoffen, daß die Verantwortlichen bald eine entsprechende Änderung vornehmen.

Der temporäre Wärmeschutz wirkt praktisch wie eine zusätzliche Glasscheibe. Daraus folgt, daß die Wärmedämmwirkung eines 2-fach verglasten Fensters mit temporärem Wärmeschutz ungefähr der eines 3-fach verglasten Fensters entspricht. Ein 3-fach verglastes Fenster mit temporärem Wärmeschutz ist dementsprechend mit einem 4-fach verglasten Fenster vergleichbar. In der Regel ist der Einsatz einer zusätzlichen Glasscheibe vorzuziehen, weil sie geringere Kosten verursacht als die Installation eines temporären Wärmeschutzes.

Die positive Wirkung des temporären Wärmeschutzes ist abhängig von der richtigen Bedienung. Hier haben die Nutzer einen großen Einfluß. Große Fensterflächenanteile an der Fassade von 75 bis 100% verursachen bei Sonneneinstrahlung eine übermäßige Erwärmung des Raumes. Die Anordnung eines wirksamen Sonnenschutzes ist deshalb unumgänglich.

Der mittlere Wärmebedarf von Räumen ohne Fenster bzw. mit kleinen Fenstern ist in den Wintermonaten geringer, die Dauer der Heizperiode jedoch länger als bei Räumen mit großen Fensterflächen (z.B. bei 100% Fensterflächenanteil an der Außenwand und 3-fach Verglasung).

Daraus resultiert, daß beim Einsatz von großen Fensterflächen - Maßnahmen zur verstärkten Sonnenenergienutzung - in den Wintermonaten November, Dezember, Januar und Februar ein höherer Wärmebedarf entsteht. Dafür verkürzt sich aber die Heizperiode und in der Übergangszeit wird ein wesentlich geringerer mittlerer Wärmebedarf erzielt. Der so veränderte mittlere Wärmebedarf hat Auswirkungen auf die Anwendung, Auswahl und Dimensionierung von Heizungsanlagen und Wärmeverteilungssystemen.

Abbildung 28

Spezifischer Jahreswärmebedarf des Raumes bei unterschiedlicher Fenstergröße und -qualität
 $k_{AW} = 0,70 \text{ W/m}^2\text{K}$

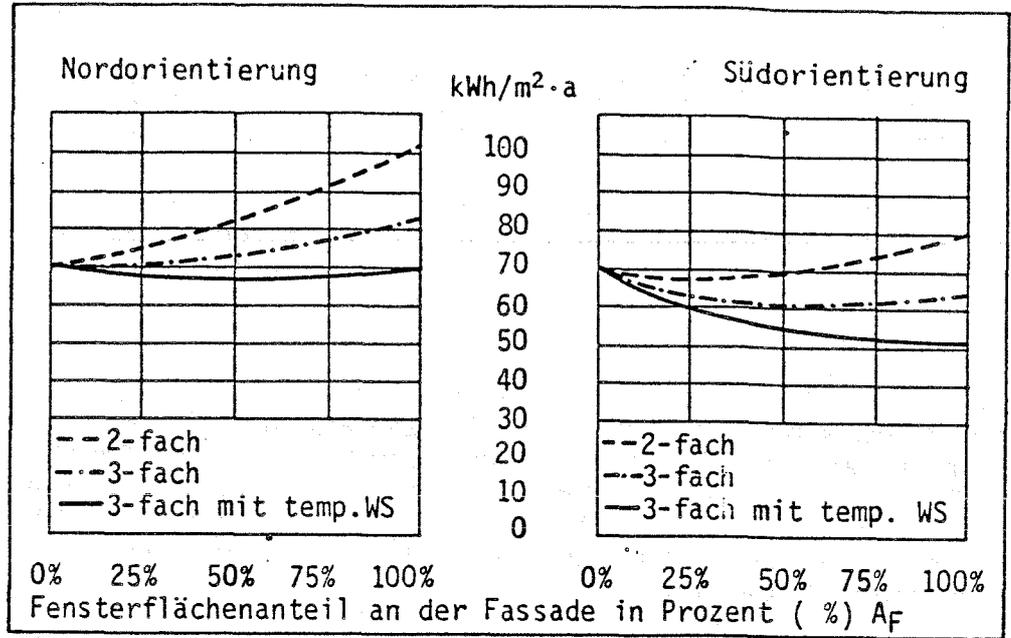


Abbildung 29

Spezifischer Jahreswärmebedarf des Raumes bei unterschiedlicher Fenstergröße und -qualität
 $k_{AW} = 0,50 \text{ W/m}^2\text{K}$

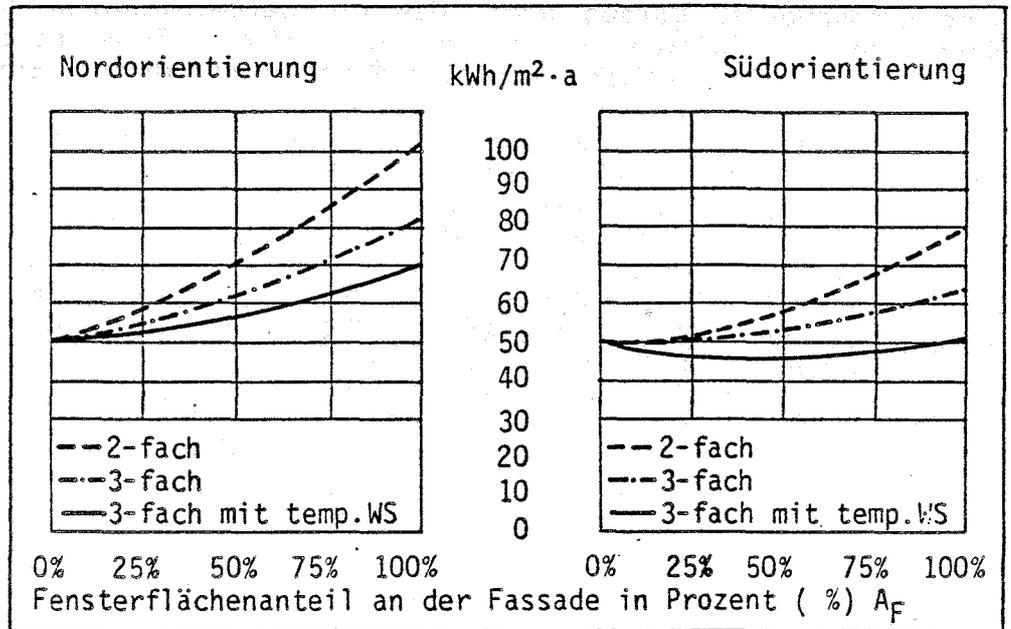
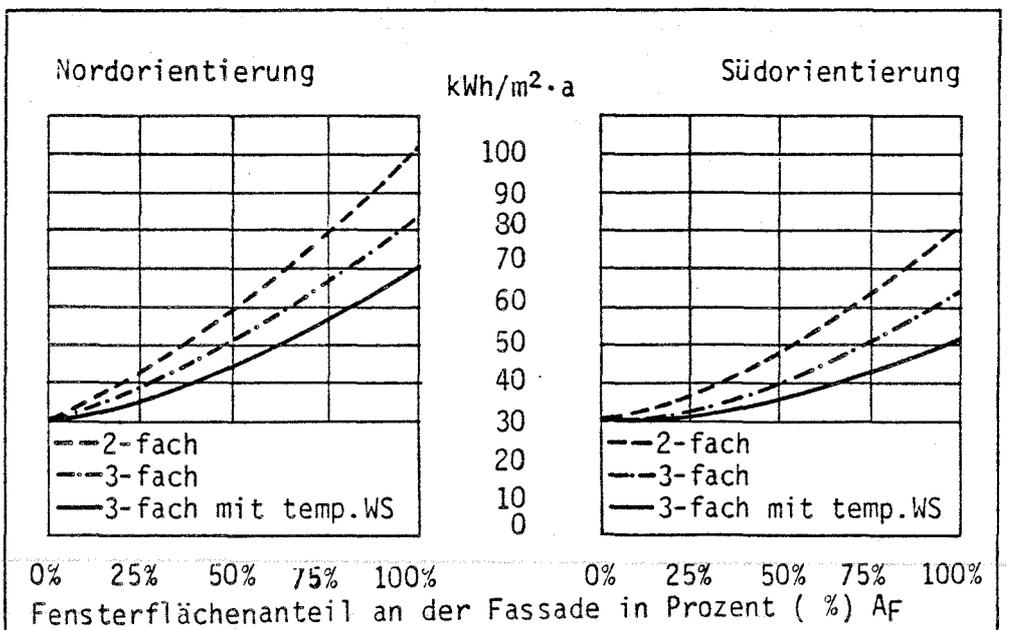


Abbildung 30

Spezifischer Jahreswärmebedarf des Raumes bei unterschiedlicher Fenstergröße und -qualität
 $k_{AW} = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$



Schlußfolgerungen aus dem Vergleich der Untersuchungen - Variation der Fenstergröße und ihrer thermischen Qualität in Abhängigkeit von unterschiedlichen Wärmedämmwerten der Außenwände - Ausgewogenheit von einzelnen Maßnahmen.

1. Außenwand $k = 0,70 \text{ W/m}^2\text{K}$ (Abb. 28)

Bei der Nordorientierung des 3-fach verglasten Fensters mit temporärem Wärmeschutz ist die Energiebilanz des Raumes fast bei allen Fenstergrößen (von 0 - 100% Fensterflächenanteil an der Außenwand) identisch.

Bei Südorientierung des Fensters weist das 2-fach verglaste Fenster ab ca. 50% Anteil an der Außenwand eine Verschlechterung der Energiebilanz auf.

Bei allen anderen Fensterqualitäten verbessert sich die Energiebilanz des Raumes bei der Vergrößerung des Fensteranteils an der Außenwand. Daraus folgt, daß bei dem angenommenen Wärmedämmwert und Südorientierung der Außenwand, die Größe und die thermische Qualität der Fenster keinen wesentlichen Einfluß auf den Heizungswärmebedarf haben.

Bestimmte Orientierungen und thermische Qualitäten der Außenwand und des Fensters bewirken eine Reduktion des Energiebedarfs. Dies steht in krassem Gegensatz zu geltenden Normen und Gesetzen. Eine Revision in der energetischen Betrachtung des Fensters müßte hier vollzogen werden.

2. Außenwand $k = 0,50 \text{ W/m}^2\text{K}$ (Abb. 29)

Verbessert man die Wärmedämmwerte der Außenwände, so beeinflussen die Größe und die thermische Qualität des Fensters in hohem Maße die Energiebilanz von Räumen. Nur das südorientierte 3-fach verglaste Fenster mit und ohne temporären Wärmeschutz bewirkt fast unabhängig vom Anteil an der Außenwand eine Verbesserung der Energiebilanz des Raumes. Optimale Fenstergrößen liegen zwischen 25 und 75% Fensteranteil an der Außenwand.

Im Norden ist die Energiebilanz bei allen Fenstergrößen und thermischen Qualitäten schlechter als bei einem Raum ohne Fenster (Fensterflächenanteil 0%).

Bei Anwendung von Außenwandkonstruktionen mit einem k -Wert von $0,50 \text{ W/m}^2\text{K}$ sollte die Anzahl und Größe der Fensterflächen nach Norden stark reduziert werden. Der Energiespareffekt eines 3-fach verglasten Fensters nach Süden sollte bei der Planung adäquat angesetzt werden.

Eine Erhöhung der thermischen Qualität des Fensters auf 4-fach Verglasung mit oder ohne temporären Wärmeschutz ist eine energetisch richtige Konsequenz aus diesen Erkenntnissen.

3. Außenwand $k = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$ (Abb. 30)

Jede Fenstergröße und angenommene thermische Qualität verschlechtert die Energiebilanz der Räume.

Bei diesen Wärmedämmwerten der Außenwände müssen thermisch bessere Fensterkonstruktionen angewandt werden. Um die Verschlechterung der Energiebilanz durch die Fenster zu begrenzen, müssen auf jeden Fall 4-fach Verglasungen mit und ohne temporären Wärmeschutz angewandt und Fensterflächen minimiert werden.

Die Fenstergröße sollte auf 25 bis 50% beschränkt werden. Die positive Wirkungsweise des nach Süden orientierten Fensters ist wesentlich höher als bei der Nordorientierung. Bei einer solchen hochwärmedämmten Bauweise besteht die Gefahr einer extremen Überhitzung des Innenraumes in der Übergang- und Sommerzeit. Wirksame Maßnahmen zur Abschirmung bei intensiver Sonneneinstrahlung und hohen Außentemperaturen sind unerlässlich.

Folgerungen:

Die positive energetische Auswirkung des Fensters ist direkt abhängig von der thermischen Qualität des gesamten Gebäudes. Es ist grundsätzlich falsch, Fenster als reine Verlustquelle oder als Energiesparfläche zu betrachten.

Energieeinspareffekte lassen sich nur bei der Ausgewogenheit von Maßnahmen im Zusammenhang - Wärmedämmung nicht transparenter Bauteile mit Größe und thermischer Qualität der Fenster - erzielen.

Weder das gut wärmedämmte Haus ohne Fenster (bzw. mit kleinen Fenstern) noch die extreme Verglasung der Südseite eines Gebäudes bewirken die gewünschten Energieeinsparquoten.

Mit diesem Vergleich wollten wir sowohl Möglichkeiten als auch Grenzen von Maßnahmen zur verstärkten Sonnenenergienutzung sichtbar machen.

Wir fordern alle Beteiligten auf, dazu beizutragen, daß einerseits mehrere Hemmnisse bei einer energetisch richtigen Beurteilung der Fensterflächen beseitigt und andererseits überwiegend ideologisch geprägte Wunschvorstellungen die Energieeinsparmöglichkeiten durch die Anwendung großer verglaster hauptsächlich südorientierter Fensterflächen erzielen zu können, revidiert werden.

Beide extremen Positionen verhindern eine rationelle Anwendung von Maßnahmen zur Energieeinsparung und führen zu einer Verunsicherung der täglichen Baupraxis.

Auch an dieser Stelle soll betont werden, daß nur durch die energetische Gesamtbetrachtung eines Bauwerkes der mögliche und wünschenswerte Energieeinspareffekt erzielt werden kann.

Die Maxime heißt: Ausgewogenheit von Maßnahmen.

Die energetische Verbesserung verglaster Flächen kann durch einen vorgelagerten Wintergarten bewirkt werden.

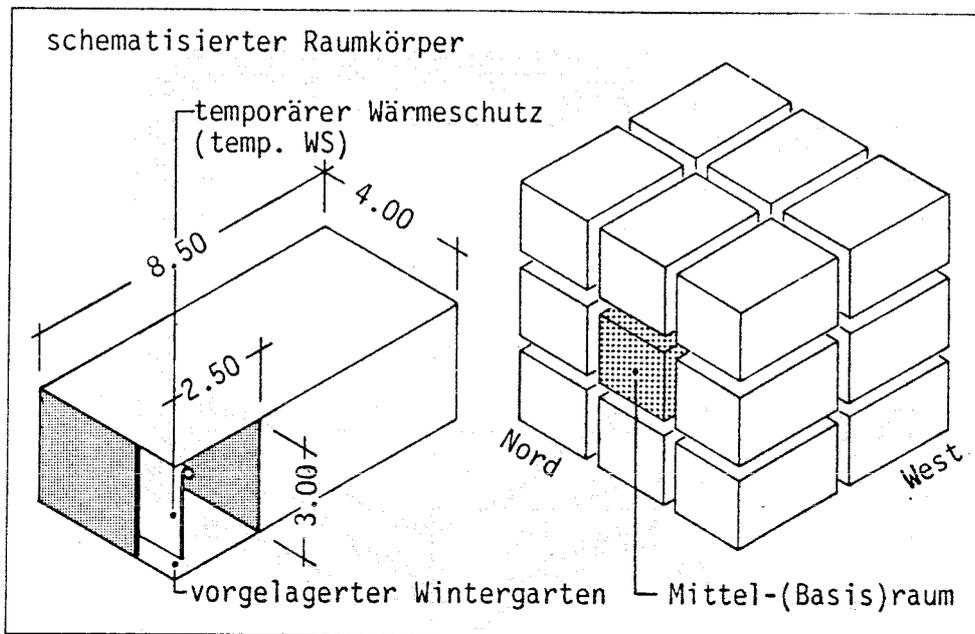


Abbildung 31

Schematische Darstellung des Wintergartens mit einer äußeren Verglasung von 100% der Außenwandfläche

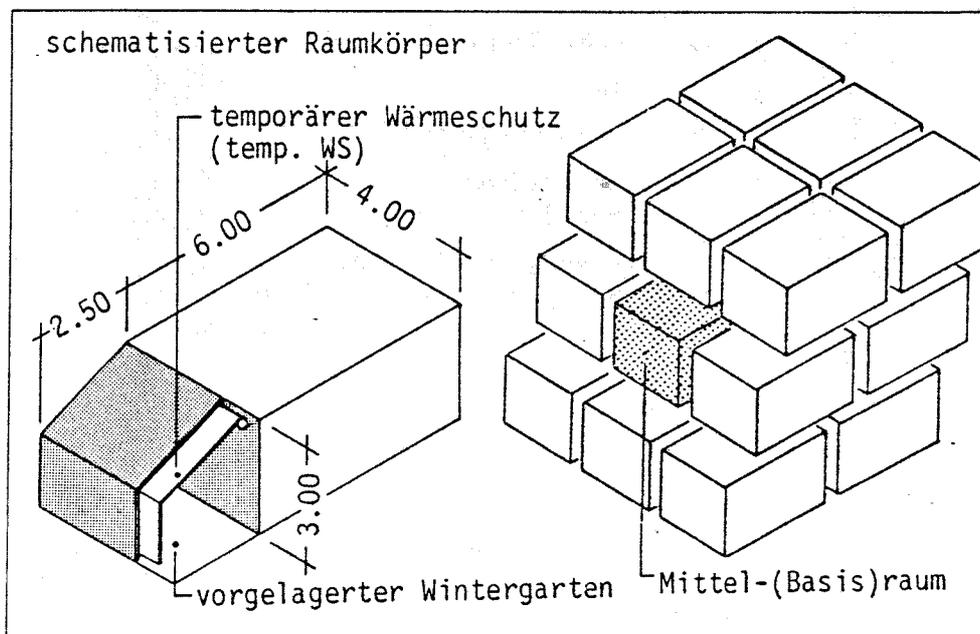


Abbildung 32

Schematische Darstellung des Wintergartens mit einer äußeren Verglasung von 150% der Außenwandfläche Fassadenfläche

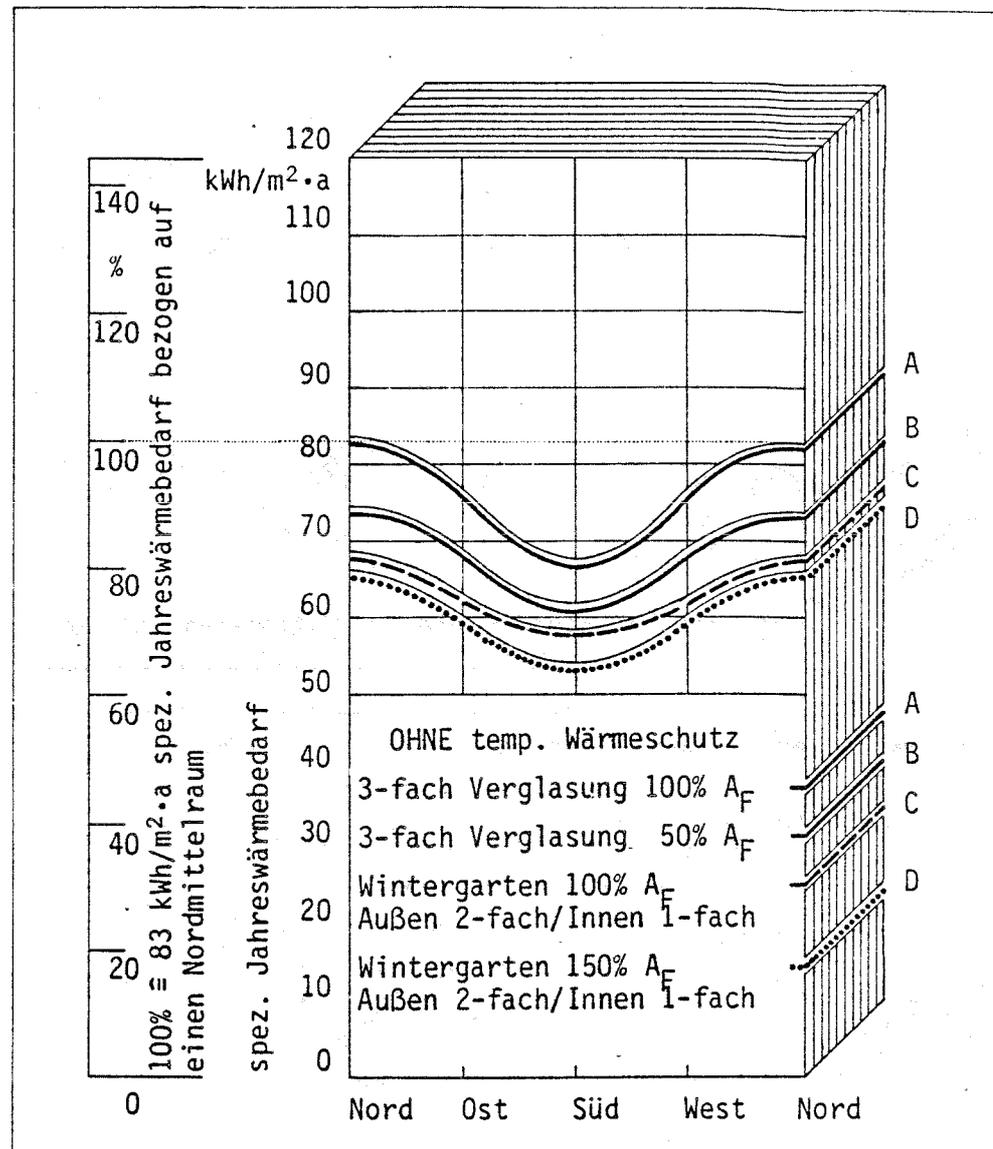
Untersuchung des Basisraumes bei vorgelagertem Wintergarten

Geometrisch wurden für die energetische Optimierung der Wintergärten zwei Typen definiert:

- Der Wintergarten mit vollständiger Verglasung der äußeren Fassadenoberfläche entsprechend einem Fensteranteil von 100% an der Außenwand und einer inneren Verglasung von 100% der Fassadenfläche (siehe Abbildung 31).
- Der Wintergarten mit geneigter Außenverglasung entsprechend etwa 150% der Außenwandfläche und einer inneren Verglasung von 100% der Fassadenfläche (siehe Abbildung 32).

Abbildung 33

Vergleich des spezifischen Jahreswärmebedarfs bei unterschiedlicher Fenstergröße und unterschiedlicher Wintergartenkonstruktion ohne temporären Wärmeschutz

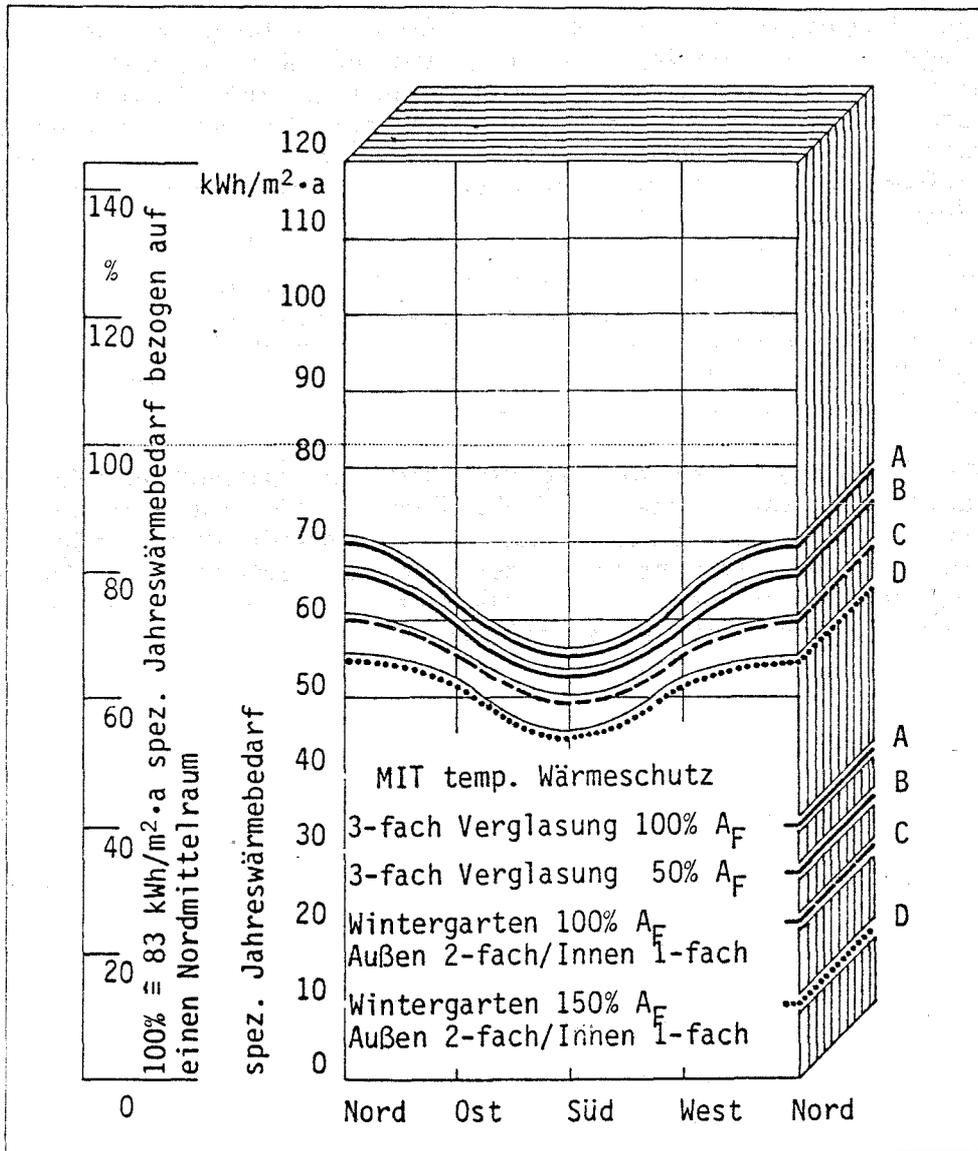


Der Wintergarten wurde als Alternative zum 3-fach verglasten Fenster energetisch untersucht. Die Vorteile des Wintergartens - ein vorgelagerter, verglaster Raum, der, ohne beheizt zu werden, temporär genutzt werden kann - liegen nicht nur im energetischen Bereich, sondern auch in der Wohnwertverbesserung. Wegen der temporären Benutzbarkeit wurden die Innentemperaturen der Wintergärten bei unterschiedlicher baukonstruktiver Ausbildung untersucht. Der Wintergarten ist eine bauliche Maßnahme, die um die Jahrhundertwende sehr häufig im gehobenen, bürgerlichen Wohnungsbau angewandt wurde. Im Zuge der Minimierung von Flächen im Wohngebäude geriet diese Maßnahme im Laufe der Zeit in Vergessenheit. Durch die Überlegungen einer stärkeren thermischen Abschirmung von beheizten Flächen gegen das Außenklima gewann der Wintergarten wieder an Bedeutung.

Die energetischen Vorteile des Wintergartens gegenüber einem 3-fach verglasten Fenster sind in den folgenden Auswertungen der energetischen Optimierung anhand der Vergleiche des spezifischen Jahreswärmebedarfs vorgenommen worden.

Abbildung 34

Vergleich des spezifischen Jahreswärmebedarfs bei unterschiedlicher Fenstergröße und unterschiedlicher Wintergartenkonstruktion mit temporärem Wärmeschutz



Der Basisraum weist mit Wintergarten ohne temporären Wärmeschutz hinter der äußeren Verglasung einen geringeren spezifischen Jahreswärmebedarf auf als bei einem Fenster mit 3-fach Verglasung und einem Fensteranteil von 50 bzw. 100% an der Außenwandfläche. Hinzu kommt, daß der Wintergartenraum den Wohnbereich temporär vergrößert, d.h., dem Bewohner steht zeitweise eine größere Wohnfläche zur Verfügung, die nicht beheizt zu werden braucht.

Der mittlere Wärmebedarf des Basisraumes mit vorgelagertem Wintergarten wird gegenüber dem des gleichen Raumes mit 100% Fensterflächenanteil an der Fassade und 3-fach Verglasung reduziert. Dieses hat Auswirkungen auf die Bemessung und Auslastung sowie Steuerung und Regelung der Heizungsanlage.

Die Heizungsanlage in Räumen hinter Wintergärten muß so ausgelegt und reguliert werden, daß ein längeres Öffnen der inneren Verglasung des Wintergartens in den kalten Jahreszeiten wegen des Absinkens der eigentlichen Raumtemperatur vermieden wird. Dies ist besonders relevant bei der Anordnung der 1-fach Verglasung an der Innenseite des Wintergartens.

Ist die Anordnung des temporären Wärmeschutzes aus konstruktiven oder nutzungsspezifischen Gründen nicht möglich, so ist anzustreben, daß sowohl an der Außen- als auch an der Innenseite des Wintergartens oder eines Kastenfensters eine Doppelverglasung angebracht wird.

Die Anordnung der Wintergärten mit dem temporären Wärmeschutz vor den einzelnen Wohnräumen bzw. die Anwendung 4-fach verglaster Wintergärten bzw. Kastenfenster ermöglicht durch hohe Temperaturen der inneren Scheibenoberfläche, daß die Heizflächen nicht unterhalb oder vor den Fensterflächen angeordnet werden müssen.

Schlußfolgerungen:

Wintergärten sind aus energetischer Sicht günstiger als entsprechende 3-fach oder 4-fach verglaste Außenflächen.

Neben der Energieeinsparung bieten die Wintergärten einen zusätzlichen temporär nutzbaren, nichtbeheizten Wohnraum.

Die Anordnung der Doppelverglasung an der äußeren Seite sollte dann angestrebt werden, wenn eine längere Nutzungsdauer des Wintergartens gewünscht wird.

Bei den Wintergärten mit einer größeren äußeren als inneren Verglasungsfläche ($A_F = 150\%$), ist die Anordnung der Doppelverglasung (Isolierverglasung) an der Außenseite energetisch etwas günstiger. Eine genauere Quantifizierung ist mit dem angewandten Berechnungsverfahren nicht möglich. Erst nach durchgeführten Vergleichsmessungen können hierzu exaktere Aussagen gemacht werden.

Für eine 1-fach Verglasung außen und eine 2-fach Verglasung innen sprechen folgende Gründe:

- Nach der geltenden Wärmeschutzverordnung muß die Doppel- oder Isolierverglasung an den Fensterflächen von beheizten zu nichtbeheizten Räumen angeordnet werden.
- Das Fehlverhalten der Nutzer ist dadurch eher auszuschließen, weil das schnelle Absinken der Raumtemperatur durch zu langes Offenhalten der Fenster und Türen zum Wintergarten vermieden wird.
- Die Heizungsregelung ist einfacher zu bewerkstelligen, denn der beheizte Raum verliert weniger Wärme an den Wintergarten.
- Die natürliche Lüftung des Raumes über den Wintergarten ist möglich, ohne daß die äußeren Fenster geöffnet werden müssen, denn eine 1-fach verglaste äußere Hülle ist in der Regel weniger luftdicht als eine 2-fach verglaste.
- Die 1-fach verglaste äußere Hülle ist konstruktiv einfacher und kann somit auch aus wirtschaftlicher Sicht günstiger realisiert werden.
- Die relativ undichte 1-fach verglaste Außenhülle des Wintergartens ermöglicht, daß sich der Dampfdruck im Wintergarten allmählich dem äußeren Dampfdruck anpaßt. Dadurch ist die Gefahr der Tauwasserbildung geringer.
- Bei der 1-fach verglasten äußeren Hülle ist das Öffnen der äußeren Verglasung einfacher. Dadurch kann unter sommerlichen Witterungsbedingungen und bei starker Sonneneinstrahlung eine Überheizung des Wintergartens durch gezielte Belüftung verhindert werden.

Die Wirkungsweise eines Wintergartens ist über zwei Heizperioden an den unbewohnten Testhäusern der Fraunhofer Gesellschaft für Bauphysik experimentell untersucht worden.

Die Meßergebnisse sind fast identisch mit der rechnerischen Simulation. Da diese Untersuchung im Auftrag eines privatwirtschaftlichen Konsortiums durchgeführt wurde, das sich nicht bereiterklärte, die Ergebnisse zu veröffentlichen, können aus dieser Untersuchung nur allgemeingültige Aussagen und Schlußfolgerungen verwertet werden.

Energetische Wirkung des Wintergartens

- Der südlich orientierte Wintergarten ermöglicht unter günstigen Bedingungen und bei richtigem Nutzerverhalten eine Energieeinsparung von ca. 13% - 14% bezogen auf das Gebäude.
- Ein Wintergarten vor großen nach Süden orientierter Glasflächen weist relativ niedrige Energieeinsparquoten auf.
- An bedeckten Tagen ist die Energieeinsparquote beim Wintergarten vor der großen Fensterfläche höher als an sonnigen Tagen.
- Ein Wintergarten vor kleinen nach Süden orientierten Fensterflächen bewirkt auch an sonnigen Tagen eine hohe Energieeinsparung.
- Der Wintergarten verkürzt die Heizperiode.
- Die prozentualen Einsparungen sind meistens in der Übergangszeit am höchsten. Ausnahme hiervon machen allerdings Wintergärten vor großen Verglasungen.
- Aus der Sicht einer Kosten-Nutzen-Analyse bringt ein Wintergarten keine ökonomisch positiven Ergebnisse, wenn nur energetische Belange berücksichtigt werden.
Die eingesparten Energiemengen eines doppeltverglasten Wintergartens sind zwar höher als bei der Einfachverglasung, die Mehrkosten, die für eine Doppelverglasung aufgewendet werden müssen, werden sich jedoch in einem überschaubaren Zeitraum von 10-15 Jahren kaum durch die erzielte Heizenergieeinsparung amortisieren.
Die Anwendung einer Doppelverglasung sollte daher nur dann angestrebt werden, wenn eine längere Nutzungsdauer oder intensivere Bepflanzung des Wintergartens angestrebt wird
- Das Nutzerverhalten wird in der Praxis die energetische Wirkungsweise eines Wintergartens entscheidender beeinflussen als die thermische Qualität der Verglasung.

Nutzungsqualität

Neben der Energieeinsparung bietet der Wintergarten einen zusätzlichen temporär nutzbaren (nicht beheizten) Wohnraum. Die Wohnwertverbesserung durch den Wintergarten ist sowohl bei freistehenden Einfamilienhäusern als auch bei verdichtetem Flachbau und im Geschößbau unumstritten.

Die Mehrkosten können allein durch die Energieeinsparungen nicht ökonomisch vernünftig kompensiert werden.

Wie stark die eindeutige Wohnwertverbesserung das Kosten-Nutzen-Verhältnis quantitativ beeinflussen wird, ist nicht bekannt.

Das Wohnen mit einem Wintergarten bewirkt beim Nutzer ein neues Umgehen mit seiner Wohnung und bietet Spielräume für verändertes Wohnverhalten. Wenn auch die Energieeinsparquoten eines Wintergartens nicht der Hauptentscheidungsgrund für die zusätzliche Investition sein kann, helfen sie trotzdem bei der Durchsetzung einer anderen qualitätvolleren Wohnform in einer so sehr auf Qualitäten ausgerichteten Gesellschaft.

Resumée

- Im Süden soll ein Wintergarten nur vor kleineren Fensterflächen mit großem Anteil an geschlossener Wand angeordnet werden (Trombe Effekt)
- Große 3-4fach Verglasungen nach Süden sind energetisch etwa einem vorgebauten Wintergarten gleichwertig.
- Die Verglasungsart eines Wintergartens ist abhängig von der Nutzung. 1fach verglaste Wintergärten sind kostengünstiger. Eine nach außen undichte Konstruktion erlaubt einen besseren Dampfdruckaustausch zwischen Innen und Außen. Die Nutzungsdauer ist kürzer, die Energieeinsparungen kleiner, das Kosten-Nutzen-Verhältnis günstiger.
- Je höher die thermische Qualität der Außenhülle eines Gebäudes ist (Wand-Dach-Decken-Fenster), desto geringer ist die energetische Wirkung eines Wintergartens.

Abbildung 35

Vergleich des spezifischen Jahreswärmebedarfs für Räume mit großer Außenverglasung im Einfamilienhaus bei Südorientierung
 100% Fensteranteil an der Fassade

83 kWh/m²a = 100%

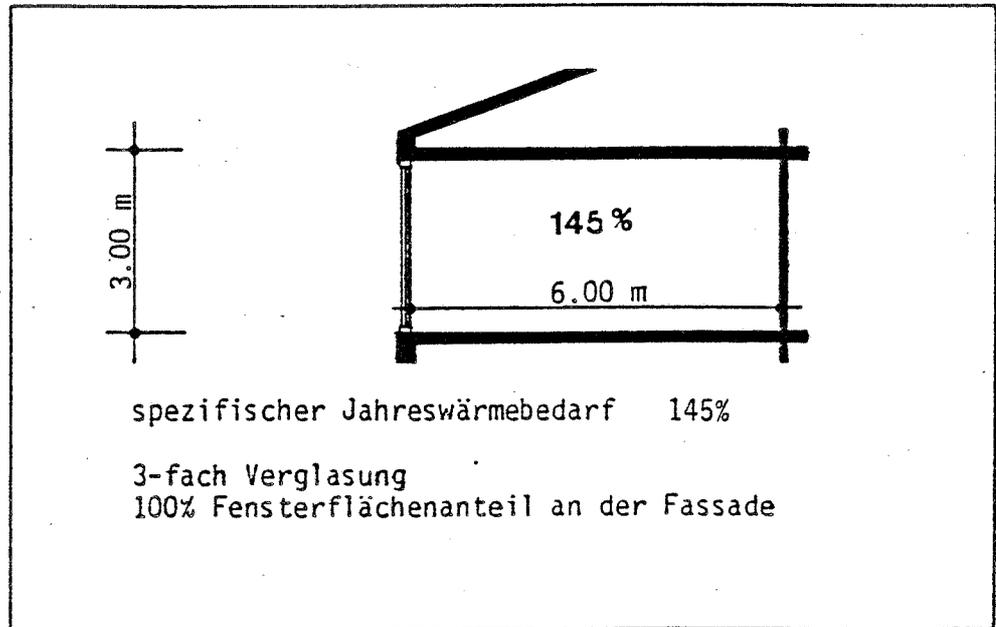
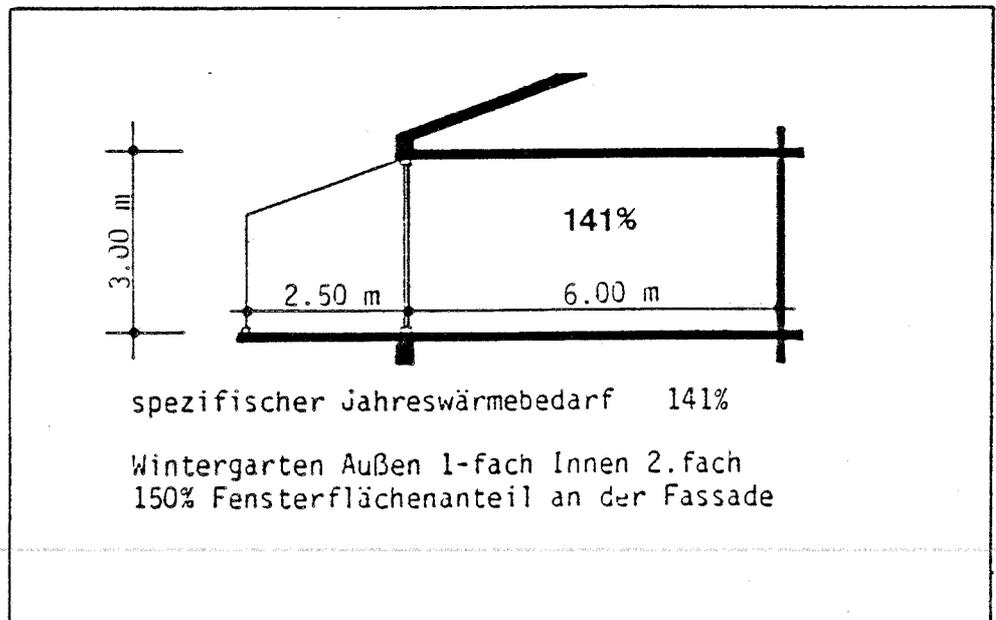


Abbildung 36

Vergleich des spezifischen Jahreswärmebedarfs für Räume mit großer Außenverglasung im Einfamilienhaus bei Südorientierung
 150% Fensteranteil an der Fassade

83 kWh/m²a = 100%



- Die Pflanzen im Wintergarten erhöhen die Luftfeuchte in unerwünschtem Umfang und verursachen zusätzliche Maßnahmen wie 2fach Verglasung und Sonnenschutz, gegebenenfalls auch temporären Wärmeschutz.
- Die Lüftung des Wintergartens muß durch eine ausreichende Anzahl von offenbaren Flügeln und durch eine wirkungsvolle Querlüftung gewährleistet sein.
- Die Konstruktion eines Wintergartens muß beständig gegenüber der Korrosionswirkung des Tauwassers sein.
- Die Heizungsanlage in den an den Wintergarten angrenzenden Räumen sollte so begrenzt sein, daß eine zusätzliche Beheizung des Wintergartens durch die Raumheizkörper nicht möglich ist und zu einem merkbaren Absinken der Raumlufttemperatur führt
- Der Wintergarten kann neben seiner energetischen Wirkung und der allgemeinen Wohnwertverbesserung an vielen Standorten auch die Funktion eines wirksamen Schallschutzes übernehmen. Die Schallschutzwirkung des Wintergartens ist in vielen Fällen höher zu bewerten als alle anderen Faktoren.
- Das Nutzerverhalten bezüglich einer sinnvollen Nutzung des Wintergartens ändert sich, wenn der Bewohner die dafür notwendige Akzeptanz bewußt entwickelt. Das Leben mit einem Glashaus muß erst geübt werden.
- Die Bauvorschriften müßten insoweit verändert werden, daß den Bauherren durch den Bau eines Wintergartens keine Nachteile entstehen. Die Wintergärten sollten nicht voll auf die Geschoßflächenzahl (GFZ) angerechnet werden. Die Mehrkosten müssen in angemessener Weise durch die Miete oder steuerliche Abschreibungsmöglichkeiten kompensiert werden. Einige Baugenehmigungsbehörden helfen bei der Durchsetzung des Wintergartens durch einen zusätzlichen Bonus bei der Festlegung der zulässigen Geschoßflächenzahl z.B. wird der Wintergarten in einigen Fällen nicht in die Geschoßflächenzahl miteingerechnet.

Wichtige Merkmale einer energiebewußten baukonstruktiven Planung

- Ausgewogenheit baulicher Maßnahmen, gute Wärmedämmung nicht transparenter Hüllflächen, gute thermische Qualität der Fensterflächen.
- Bemessung des Fensterflächenanteils in Abhängigkeit von der Orientierung

Nordfassade	15 - 25	%	Fensterflächenanteile
Südfassade	30 - 45	%	Fensterflächenanteile
Ost- und Westfassade	25 - 40	%	Fensterflächenanteile

Diese Prozentsätze gelten bei Anwendung 3fach verglaster Fenster bzw. Anwendung der Wärmedämmgläser und einem k-Wert der Außenwände von $= 0,4 - 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$.
- Bei größeren Fensterflächen vor allem nach Norden, Osten und Westen kann die Energiebilanz des Raumes durch vorgelagerte verglaste thermische Puffer - Wintergärten verbessert werden.
- Ein Wintergarten nach Norden erzielt die gleiche Energieeinsparquote wie ein Wintergarten nach Süden.
- Die Investitionskosten für einen Wintergarten lassen sich nicht alleine durch die Einsparung von Heizkosten amortisieren.
- Ein Wintergarten trägt durch längere Nutzbarkeit als übliche Balkone oder Loggien neben der Energieeinsparung zur Erhöhung der Wohnqualität bei.
- Das geltende Baurecht und Mietrecht müssen bei der Bestimmung der zulässigen Geschößflächenzahl (GFZ) und Grundflächenzahl (GRZ) sowie der Mietzins verändert werden. Wer eine Wohnung mit Wintergarten baut oder mietet, darf nicht durch geringere Ausnutzung seines Grundstückes oder höhere Mietkosten benachteiligt werden. Ein Wintergarten ist eine sinnvolle Maßnahme, die bei richtiger Nutzung Energiekosten senken und den Wohnwert verbessern kann. Die Wintergartenfläche sollte nicht voll auf die Bruttogeschößfläche angerechnet werden. Für die Fläche eines Wintergartens kann nicht der volle Mietzins berechnet werden.
- Der temporäre Wärmeschutz ist teuer und nur bei richtiger Bedienung wirksam. Es empfiehlt sich anstelle des temporären Wärmeschutzes eine bessere immer wirksame Mehrfachverglasung einzubauen.
- Die gute Wärmedämmung nichttransparenter Hüllflächen (Außenwände, Dach- und Kellerwände) sind die Grundvoraussetzungen einer energiesparenden Bauweise.
- Bei der Anwendung großflächiger Verglasung zu sonnengewandten Seiten, muß ein wirksamer Sonnenschutz zur Entlastung des sommerlichen Raumklimas eingebaut werden.

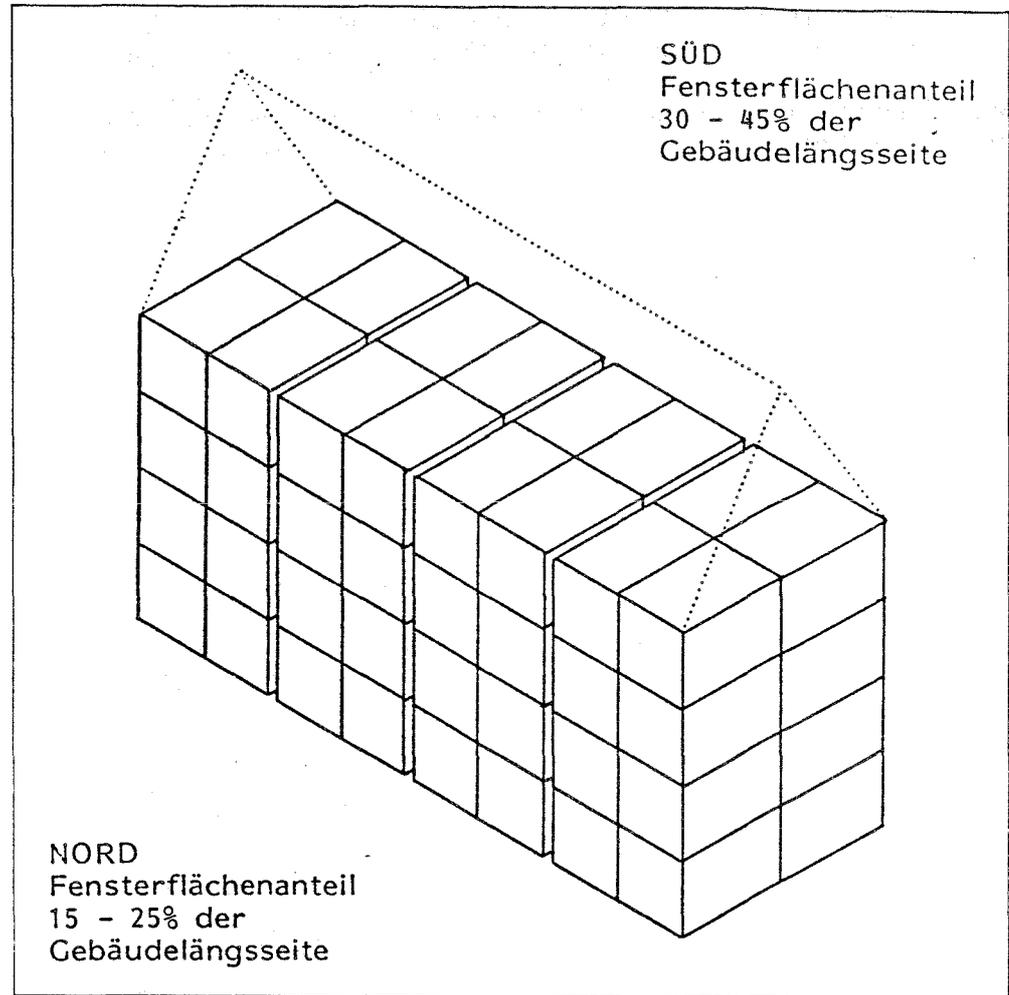
- Die Wärmespeicherfähigkeit der Außenwände hat in unseren Breitengraden eine untergeordnete Bedeutung. Die Speicherfähigkeit ist wegen des ständig wechselnden Wärme flusses innerhalb der Außenwand für die Verbesserung der Energiebilanz weitgehend unwichtig.
- Die Wärmespeicherfähigkeit verbessert das sommerliche Raumklima.
- Gute Wärmedämmung ist wichtiger als gute Wärmespeicherfähigkeit, denn nur an wenigen Tagen im Jahr haben wir Probleme mit der Überhitzung der Räume.
- Die gute Wärmespeicherfähigkeit einer Außenwandkonstruktion schließt baustoffbedingt die gute Wärmedämmung des gleichen Bauteils aus. Höhere Rohdichte eines beliebigen Baustoffes mindert seine Wärmedämmfähigkeit.
- Die Mehrkosten für extreme Maßnahmen zur passiven Sonnenergie-nutzung können sich durch die erzielten Heizungsenergieeinsparungen nur selten amortisieren.
- Das Heizen ist "zu billig", das Bauen ist "zu teuer".
- Bei Gebäuden mit Maßnahmen zur passiver Sonnenenergie-nutzung können rechnerisch prognostizierte Energieinspar-quoten nur bei energiebewußtem Nutzerverhalten erzielt werden.

Die Ergebnisse und Erkenntnisse aus der Forschungs- und Baupraxis erlauben folgende zusammenfassende Darstellung:

Beim Planen von energiesparenden mehrgeschossigen Wohngebäuden sollten folgende Grundprinzipien angestrebt werden:

Abbildung 37

1. Alternative
für ein energie-
sparendes Gebäude
Nord- Süd
Orientierung der
Gebäuelängsseite



Daten der einzelnen Bauteile

Dachdecke

$$k_D = 0,20 - 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Alternativ:

Glasdach - 1-fach verglast

$$k_D = 0,40 - 0,50 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Kellerdecke

$$k_{KD} = 0,25 - 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Außenwand Querseite ohne Fenster

$$k_{AW} = 0,30 - 0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Alternativ:

Außenwand mit 1-fach Verglasung -Trombewand-Effekt-

$$k_{AW} = 0,45 - 0,50 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Außenwand Längsseite mit Fenster

$$k_{AW} = 0,45 - 0,50 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Fenster

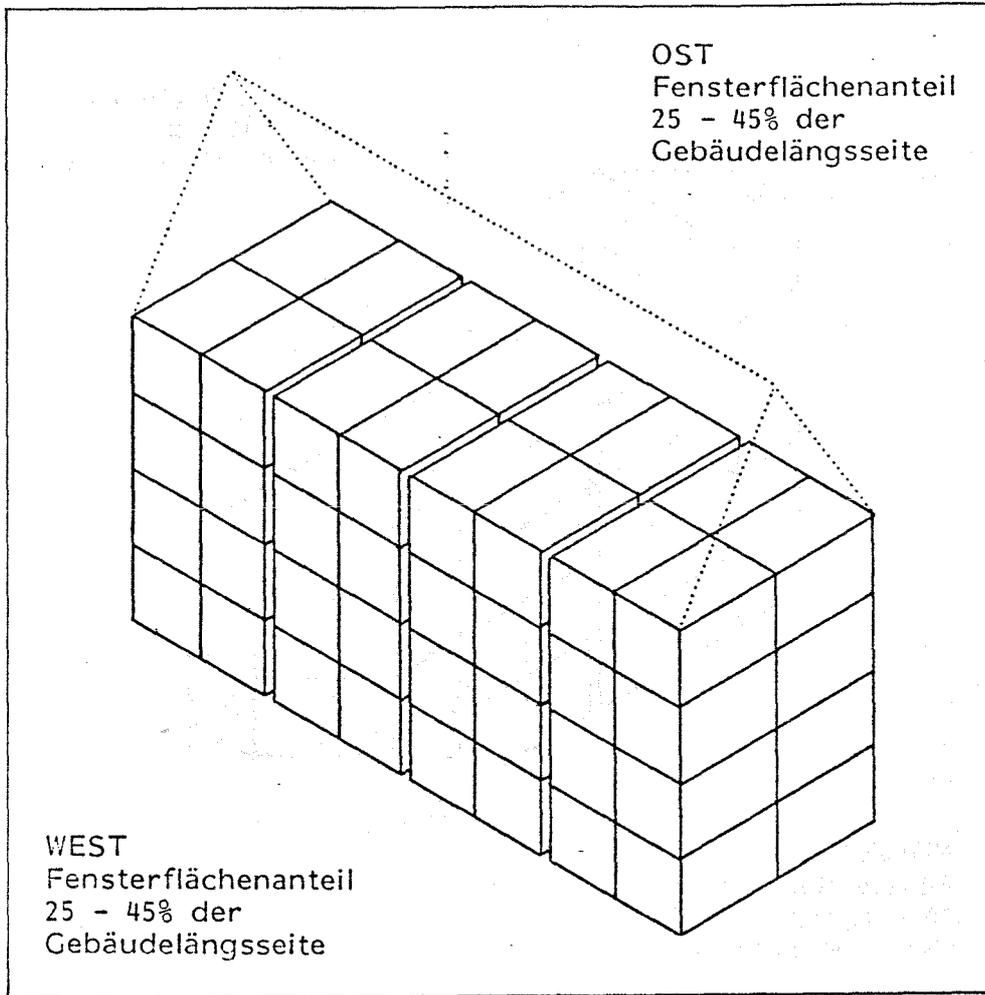
3-fach Verglasung, mit
temporärem Wärmeschutz

Alternativ:

4-fach Verglasung, ohne
temporärem Wärmeschutz

Abbildung 38

1. Alternative
für ein energie-
sparendes Gebäude
Ost- West
Orientierung der
Gebäuelängsseite



Die energiesparende Bauweise

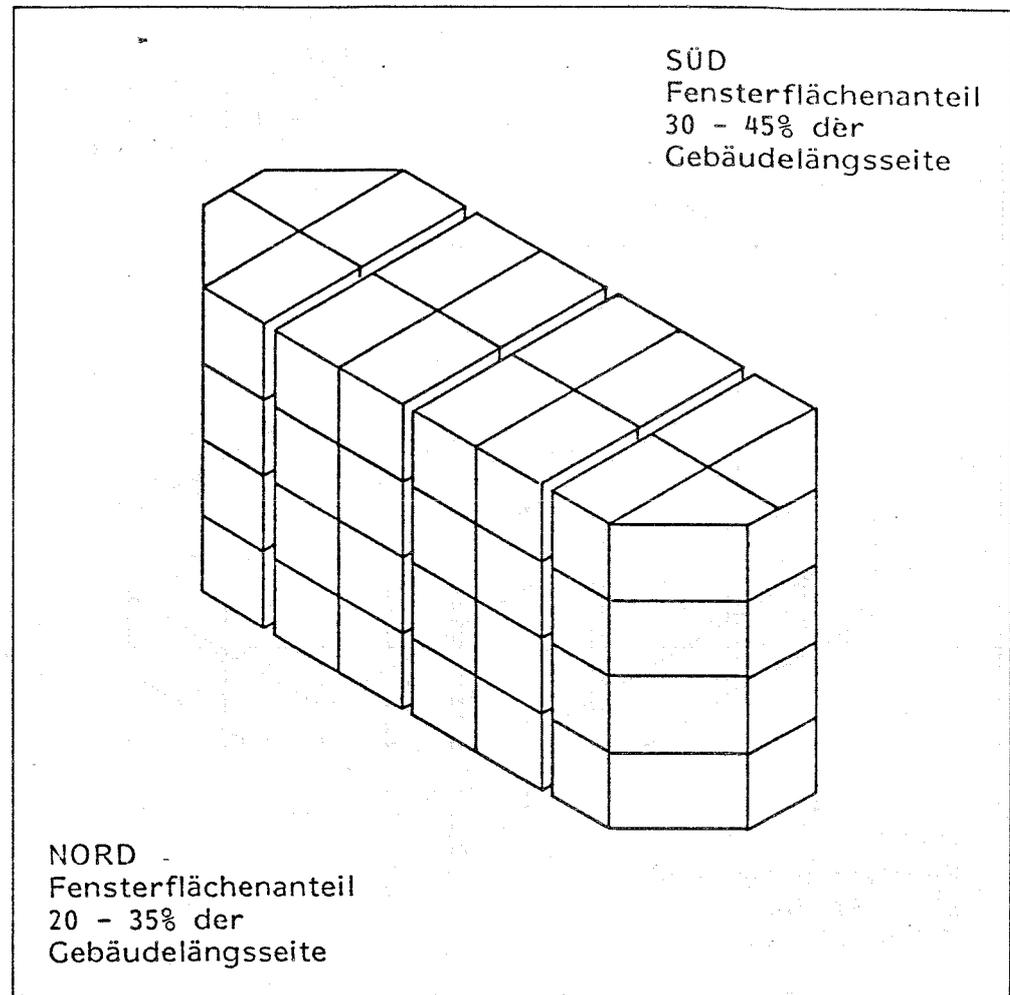
Bei konventionellen Gebäuden kann durch gute Wärmedämmung von Außenwänden, Dach- und Kellerdecke und durch 3-fach verglaste Fenster mit gestaffelten Fensterflächenanteilen in Abhängigkeit von der Orientierung der Fensterflächen zu den einzelnen Himmelsrichtungen eine wesentliche Reduktion des Heizungsenergiebedarfs erreicht werden.

Die baulichen Maßnahmen zur verstärkten Sonnenenergienutzung beziehen sich in diesem Fall auf die Minimierung der Transmissionswärmeverluste und eine beschränkte Ausnutzung der Sonneneinstrahlung durch Fensterflächen. Bei Anwendung von 2-fach verglasten Fenstern mit temporärem Wärmeschutz oder 3-fach verglasten Fenstern ohne temporären Wärmeschutz soll der Fensterflächenanteil an der Außenwand um ca. 10% reduziert werden.

Der spezifische Jahreswärmebedarf dieser Bauweise gerechnet auf die gesamte Wohnfläche liegt im Mittel bei 80 - 90 kWh/m²a.

Abbildung 39

2. Alternative
für ein energie-
sparendes Gebäude
Nord- Süd
Orientierung der
Gebäuelängsseite



Daten der einzelnen Bauteile

Dachdecke

$$k_D = 0,20 - 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Alternativ:

Glasdach - 1-fach verglast

$$k_D = 0,40 - 0,50 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Kellerdecke

$$k_{KD} = 0,25 - 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Außenwand Querseite ohne Fenster

$$k_{AW} = 0,30 - 0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Alternativ:

Außenwand mit 1-fach Verglasung -Trombewand-Effekt-

$$k_{AW} = 0,45 - 0,50 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Außenwand Längsseite mit Fenster

$$k_{AW} = 0,45 - 0,50 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Fenster

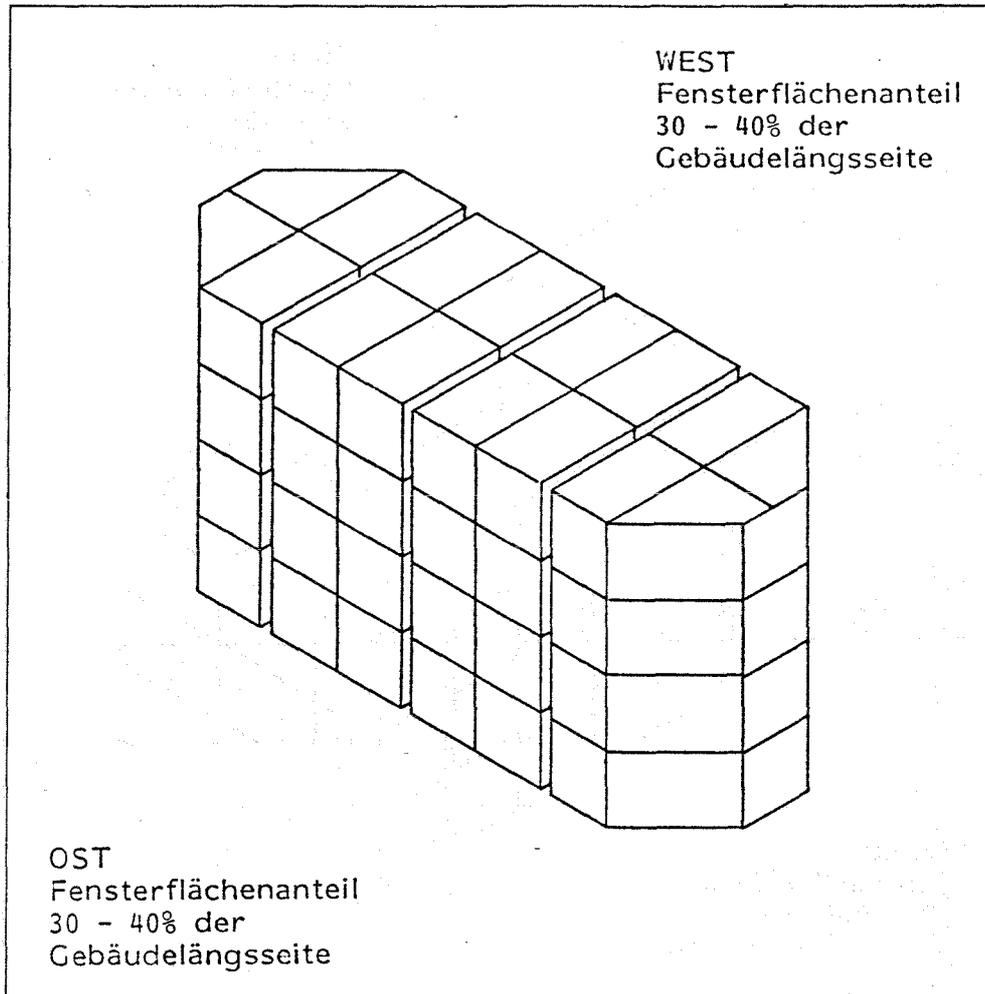
3-fach Verglasung, mit
temporärem Wärmeschutz

Alternativ:

4-fach Verglasung, ohne
temporärem Wärmeschutz

Abbildung 40

2. Alternative
für ein energie-
sparendes Gebäude
Ost- West
Orientierung der
Gebäuelängsseite



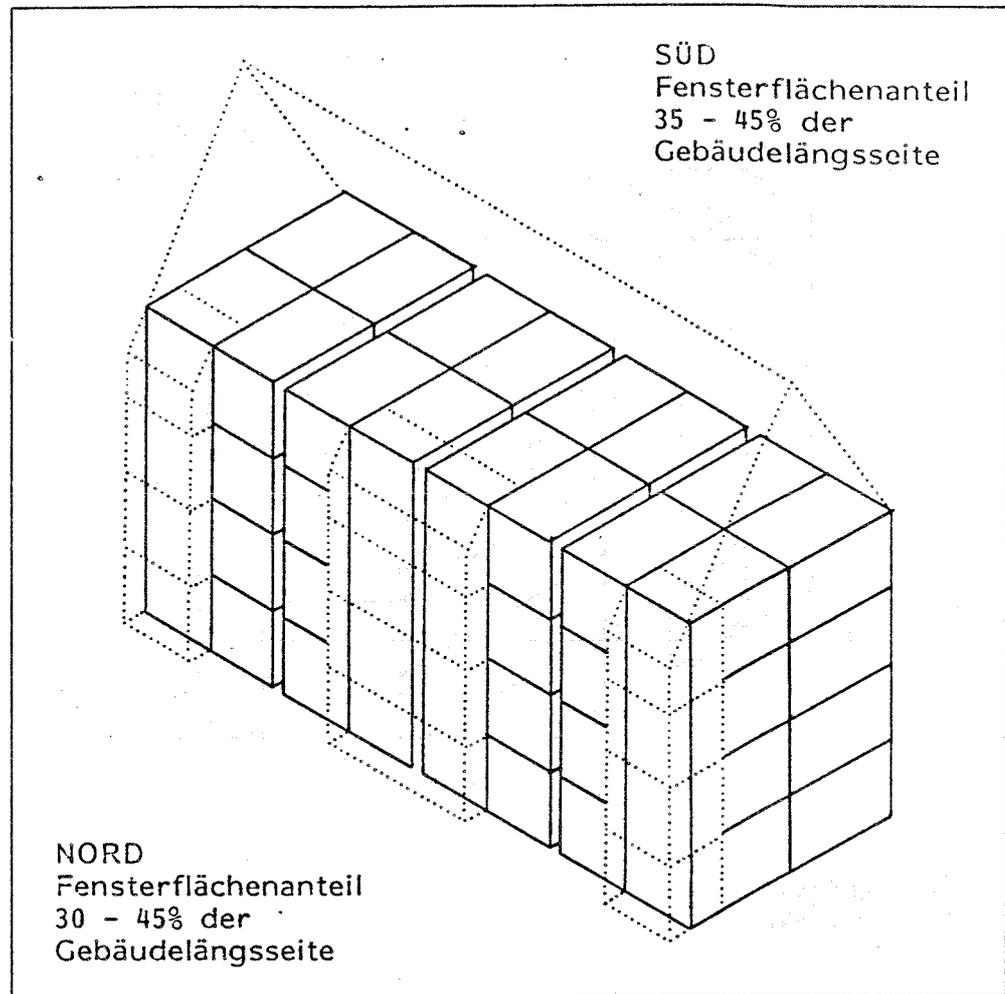
Durch die schräge Ausbildung von Gebäudeecken können die Transmissionswärmeverluste der Räume in der Gebäuderandlage reduziert werden.

Die Fensterflächenanteile an den Gebäuelängsseiten können gegenüber der konventionellen Bauart (Alternative 1) vergrößert werden.

Der spezifische Jahreswärmebedarf bleibt im Mittel unverändert und liegt bei 80 - 90 kWh/m²a.

Abbildung 41

3. Alternative
für ein energie-
sparendes Gebäude
Nord- Süd
Orientierung der
Gebäuelängsseite



Daten der einzelnen Bauteile

Dachdecke

$$k_D = 0,20 - 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Alternativ:

Glasdach - 1-fach verglast

$$k_D = 0,40 - 0,50 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Kellerdecke

$$k_{KD} = 0,25 - 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Außenwand Querseite ohne Fenster

$$k_{AW} = 0,30 - 0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Alternativ:

Außenwand mit 1-fach Verglasung

-Trombewand-Effekt-

$$k_{AW} = 0,45 - 0,50 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Außenwand Längsseite mit Fenster

$$k_{AW} = 0,45 - 0,50 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Fenster nach Süden:

3-fach Verglasung, mit
temporärem Wärmeschutz

Alternativ:

4-fach Verglasung, ohne
temporären Wärmeschutz

Wintergarten nach Norden:

1-fach Verglasung außen,
2-fach Verglasung innen,
mit temp. Wärmeschutz
entlang der äußeren
Verglasung

Die Wintergärten entlang der nördlichen Außenwand ermöglichen die Anwendung größerer Fensterflächenanteile. Die Fenster, im Norden liegender Räume, sind zum Wintergarten orientiert.

Durch das Herausstellen der Wintergärten vor die Außenwand bzw. führen der Verglasung um die Gebäudeecke wird die direkte Sonneneinstrahlung von Osten und Westen ermöglicht. Bei diesen Wintergärten entsteht keine Überhitzung in der Übergangszeit und im Sommer. Der Nutzwert ist dadurch höher als bei einem nach Süden orientierten Wintergarten. Der Wintergarten übernimmt die Funktion eines thermischen Puffers und schützt die dahinter liegenden Räume vor zu starker Auskühlung.

Der Heizungswärmebedarf des Raumes mit vorgelagertem Wintergarten kann unabhängig von der Orientierung zu den einzelnen Himmelsrichtungen um ca. 20% reduziert werden.

Ein nordorientierter Raum hat gegenüber dem südorientierten einen um ca. 20% höheren Heizungsenergiebedarf. Der Wintergarten im Norden bewirkt absolut gesehen einen höheren Energieeinspareffekt als im Süden, ohne dabei in der Zeit mit intensiver Sonneneinstrahlung das Raumklima der dahinter liegenden Räume zusätzlich zu belasten.

Relativ große Fenster in der südlichen Außenwand tragen zur Ausnutzung der direkt eingestrahlten Sonnenenergie bei, ohne daß die Gefahr einer übermäßigen Erwärmung der Räume besteht. Der spezifische Jahreswärmebedarf liegt bei 80 - 90 kWh/m²a.

Zusammenfassung

Mit drei Alternativen für energiesparende Gebäude wurde ein erster Versuch unternommen, die Ergebnisse und die Erfahrungen aus dem Forschungsprojekt anwendungsbezogen darzustellen.

Die einzelnen vorgeschlagenen baulichen Maßnahmen zur verstärkten Nutzung der Sonnenenergie sollen Tendenzen für die praktische Anwendung beim Planen und Bauen von energiesparenden Wohngebäuden sichtbar machen. Bei der Entwicklung von alternativen Gebäudekonzepten wurde die Ausgewogenheit von Maßnahmen, d. h. gute Wärmedämmung und optimale Ausnutzung der Sonneneinstrahlung durch verglaste Flächen angestrebt so daß die Konzepte beim "normalen" alltäglichen Bauen angewandt werden können.

Nur durch eine breite Anwendung von energiesparenden Maßnahmen beim Neubau und bei der Sanierung des Gebäudebestandes kann die volkswirtschaftliche Maxime - Senkung des Energieverbrauchs von Wohngebäuden - realisiert werden.

Eine allgemeine Reduktion des spezifischen Jahreswärmebedarfs von Wohnräumen auf 80 - 90 kWh/m²a ist aus der energetischen Sicht erstrebenswert und kann durch vertretbare Mehrkosten für das Bauwerk erreicht werden. Eine noch stärkere Reduktion des Heizungswärmebedarfs führt zu erheblich höheren Investitionen ohne das dabei der gewünschte Kosten-Nutzeneffekt erzielt werden kann.

Die Anwendung von mehreren aufeinander abgestimmten Maßnahmen zur passiven Sonnenenergiegenutzung verändert wesentlich das thermische Verhalten von Gebäuden. Für die Bestimmung einer adäquaten Heizungstechnik sowie ihrer Steuerung und Regelung sind Kenntnisse über den spezifischen monatlichen Wärmebedarf von Räumen außerordentlich wichtig. Bei der Auslegung des Heizungssystems nach DIN 4701: "Regel für die Berechnung des Wärmebedarfs von Gebäuden" muß das thermische Verhalten von Gebäuden mit passiven Maßnahmen zur Sonnenenergiegenutzung besonders berücksichtigt werden. Eine enge Zusammenarbeit zwischen den Architekten und Heizungstechnikern ggf. auch die Hinzuziehung eines Energietechnikers müssen von Anfang der Planung an gewährleistet sein. Viele Beispiele energiesparender Bauweise ohne adäquate Heizungstechnik zeigen, daß die erzielbaren Energiegewinne durch die passive Sonnenenergiegenutzung nur teilweise genutzt werden konnten. Das Heizungssystem paßt sich zu ungenau an das thermische Verhalten von Räumen bzw. Gebäuden an.

Sehr häufig sind die Heizungsinstallationsfirmen nicht in der Lage, die Möglichkeiten der eingebauten Steuerung und Regelung so auszunutzen, daß das Heizsystem folgerichtig auf die Gewinne aus der Umwelt reagiert. Viele Messungen eingebauter Heizsysteme haben gezeigt, daß die Anlagen grundsätzlich überdimensioniert, die Heizflächen nicht an das konkrete thermische Profil des Einzelraumes angepaßt und die Steuerungs- und Regelungseinrichtungen falsch eingestellt waren. Die Einregulierung einer richtig dimensionierten Anlage ist, abgesehen von oft mangelnder Qualifikation des Installationsbetriebes ein zeitlich aufwendiges Unternehmen. Es ist nicht damit getan, wenn am Anfang des Betriebes, d. h. unmittelbar nach der Fertigstellung und dem Bezug eines Gebäudes, die Heizungsanlage grob eingestellt wird und der weitere Betrieb dem Zufall und der Handhabung ungeschulter Kräfte überlassen wird. Die Heizungsfirma muß durch mehrmaliges Nachregulieren, messen der Wärmeabgabe an Wärmeerzeugern und in einzelnen Räumen, beobachten des Nutzerverhaltens über mindestens zwei Heizperioden, die richtige und damit tatsächlich energiesparende Betriebsweise herausfinden. Dafür fehlen in der Praxis Erfahrungen des Personals, Zeit, finanzielle Mittel und Verständnis des Bauherrn bzw. der Bewohner. Schon sehr gut wärmedämmte Gebäude ohne besondere Maßnahmen zur passiven Sonnenenergiegenutzung verursachen vor allem in der Übergangszeit große Probleme, die in den meisten Fällen durch eine zu hohe und somit energieverwendende Wärmeabgabe einzelner Heizkörper ausgelöst werden. Die Regulierung des Raumklimas wird vom Bewohner durch übermäßiges Lüften gesteuert. Eine Verhaltensweise, die potentiell den unnötigen Energiemehrverbrauch zur Folge hat. Der unterschiedliche Wärmebedarf einzelner Räume innerhalb eines Gebäudes (s. Kapitel 2.2) wird bei Dimensionierung der Heizflächen und der Einregulierung der Anlage und des Wärmemengenflusses unzureichend berücksichtigt. Die einschlägigen Normen und Vorschriften geben hierzu keine brauchbaren Hilfen und Hinweise. Eine überdimensionierte Heizungsanlage in gut wärmedämmten Gebäuden verleitet die Bewohner zu energetisch unvernünftigem Verhalten.

Die Messungen der Lüftungsgewohnheiten von Bewohnern in einem gut wärmegeprägten Berliner Sozialwohnungsbau mit sehr dichten Schallschutzfenstern haben gezeigt, daß trotz des sehr hohen Schallpegels, verursacht durch eine am Haus vorbeiführende Schnellstraße, die Fenster zwischen 12 und 18 Stunden täglich gekippt waren. Die Räume haben auch bei sehr niedrigen winterlichen Außentemperaturen, trotz extrem langer Lüftungszeiten, Raumtemperaturen zwischen 21 und 23 °C. Die Bewohner haben bei offenen Fenstern und aufgedrehten Thermostatventilen die zur Verfügung stehende Wärmemenge im Heizsystem voll genutzt. Vor allem haben die Bewohner von mittleren Wohnungen extrem viel gelüftet und unbewußt die durch die Raumheizkörper mit Wärmemengenzähler, die nicht wärmegeprägten Steigleitungen und die aus benachbarten Wohnungen, zugeführte Wärme, weggelüftet. Die Heizungskosten hielten sich, obwohl sie um ein Mehrfaches höher lagen als rechnerisch notwendig, bedingt durch gute thermische Bauweise im Vergleich mit schlecht wärmegeprägten Altbauten, in Grenzen. Das mangelnde energiesparende Bewußtsein, unterstützt durch die überdimensionierte Heizungsanlage, verursacht einen bau- und anlagentechnisch nicht zu rechtfertigenden hohen Heizungsenergieverbrauch. Wären durch die Heizungsanlage nur die Außentemperaturgesteuerten unbedingt notwendigen Wärmemengen an die einzelne Räume abgegeben worden, dann hätten die Bewohner ihr Lüftungsverhalten auf das hygienisch Notwendige beschränkt und Energie eingespart.

Durch gut geregelte, gesteuerte und richtig dimensionierte Heizungsanlagen können größere Mengen an Heizungsenergie eingespart werden als durch extensive Anwendung finanziell aufwendiger Maßnahmen zur passiven Sonnenenergienutzung. Dafür ist keine zusätzliche apparative Ausstattung notwendig. Das richtige Einbauen Einstellen - Bedienen und Warten der in fast allen neueren Gebäuden vorhandenen Anlagen kann den Heizenergiebedarf von Wohngebäuden um 20 - 30 % senken. Diese Einsparquoten sind durch Anwendung von Maßnahmen zur passiven Sonnenenergienutzung kaum erreichbar. (s. Kapitel 2.2 und 2.3).

Wie schon am Anfang des Kapitels erwähnt, sind für die Bestimmungen der adäquaten Heizungsanlage, Kenntnisse über den spezifischen monatlichen Wärmebedarf des jeweiligen Raumes notwendig. Bei der Untersuchung der energetischen Wirkungsweise einzelner passiver Maßnahmen im Rahmen des Forschungsprojektes Bau und Energie sind neben dem spezifischen Jahreswärmebedarf, die monatlichen Werte durch rechnerische Simulation ermittelt worden.

Folgenden grafischen Darstellungen zeigt die Auswirkung einzelner Maßnahmen auf den Heizungswärmebedarf:

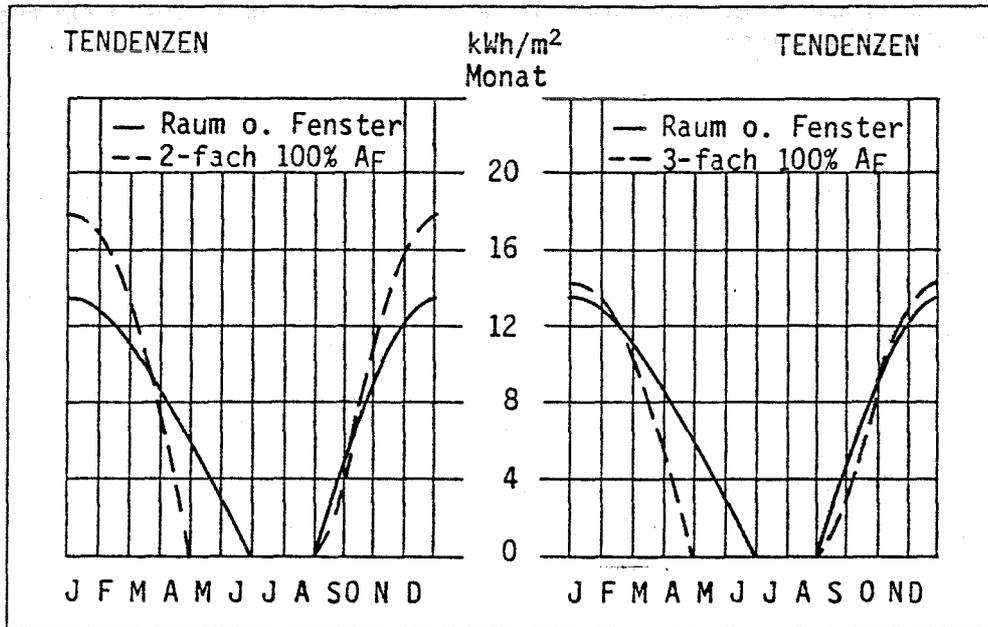


Abbildung 42

Vergleich des spezifischen monatlichen Wärmebedarfs: fensterloser Raum - Raum mit 100% Fensteranteil an der Fassade bei Nordorientierung

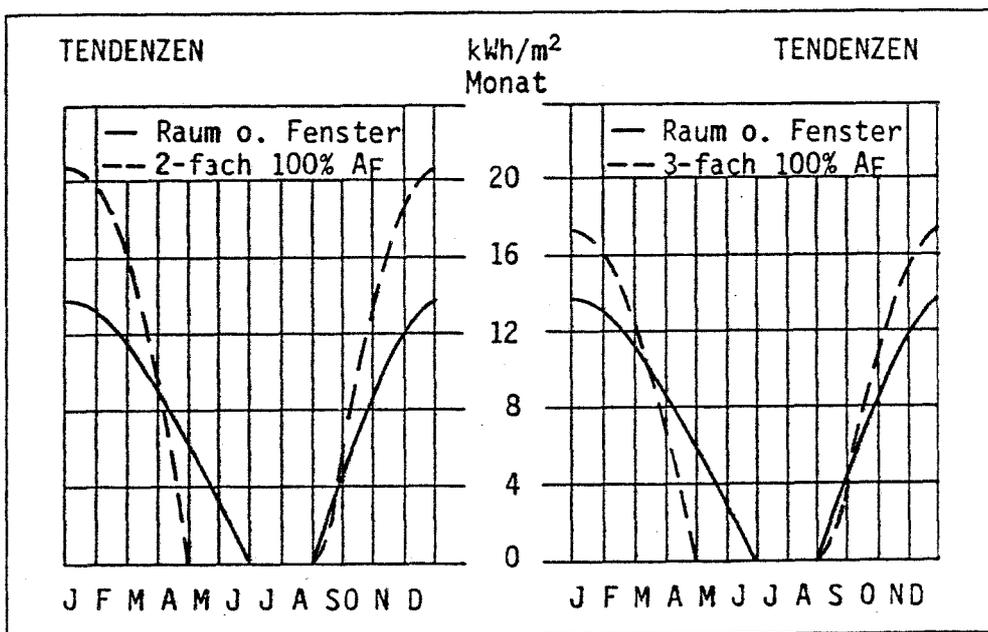


Abbildung 43

Vergleich des spezifischen monatlichen Wärmebedarfs: fensterloser Raum - Raum mit 100% Fensteranteil an der Fassade bei Südorientierung

Wirkung von baulichen Maßnahmen auf den Heizungsenergiebedarf

Die beiden vorangegangenen Abbildungen zeigen deutlich den Einfluß von Maßnahmen zur verstärkten Sonnenenergienutzung auf die Auslegung der Heizungsanlage. Beim fensterlosen Raum ist die Spitzenlast in den Wintermonaten geringer als bei 2-fach oder 3-fach Verglasung der Fassadenfläche. Die Dauer der Heizperiode ist dafür beim fensterlosen Raum länger, weil auch in der Übergangszeit praktisch keine Energiegewinne aus der Sonnenstrahlung erzielt werden.

Bei sehr gut wärmegeämmten Gebäuden mit k-Werten der nichttransparenten Bauteile zwischen 0,50 und 0,30 W/m²K und geringen Fensterflächenanteilen verteilt sich die Heizlast gleichmäßiger über das Jahr.

Durch den hohen Energiegewinn des Wintergartens mit 150% Verglasung der Außenseite kann die Heizperiode in der Übergangszeit verkürzt werden.

Höhere Wärmeverluste der größeren äußeren Verglasung erhöhen in den Monaten mit geringer direkter Sonneneinstrahlung und bei Nordorientierung den spezifischen monatlichen Wärmebedarf.

Durch die Anwendung eines temporären Wärmeschutzes kann der höhere spezifische Wärmebedarf kompensiert werden.

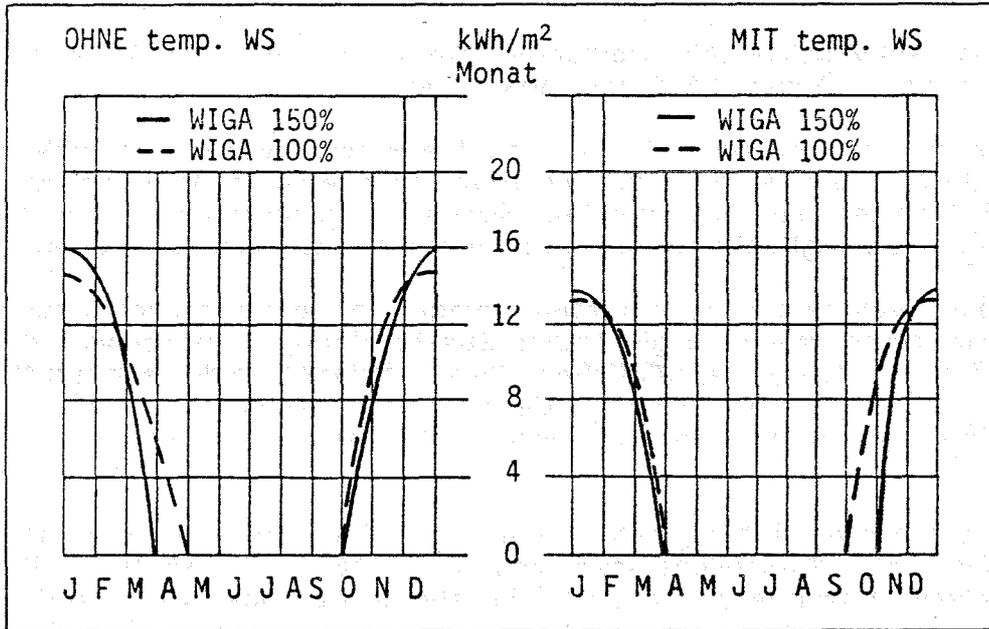


Abbildung 44

Vergleich des spezifischen monatlichen Wärmebedarfs von nordorientierten Räumen mit vorgelagertem Wintergarten außen 2-fach innen 1-fach Verglasung

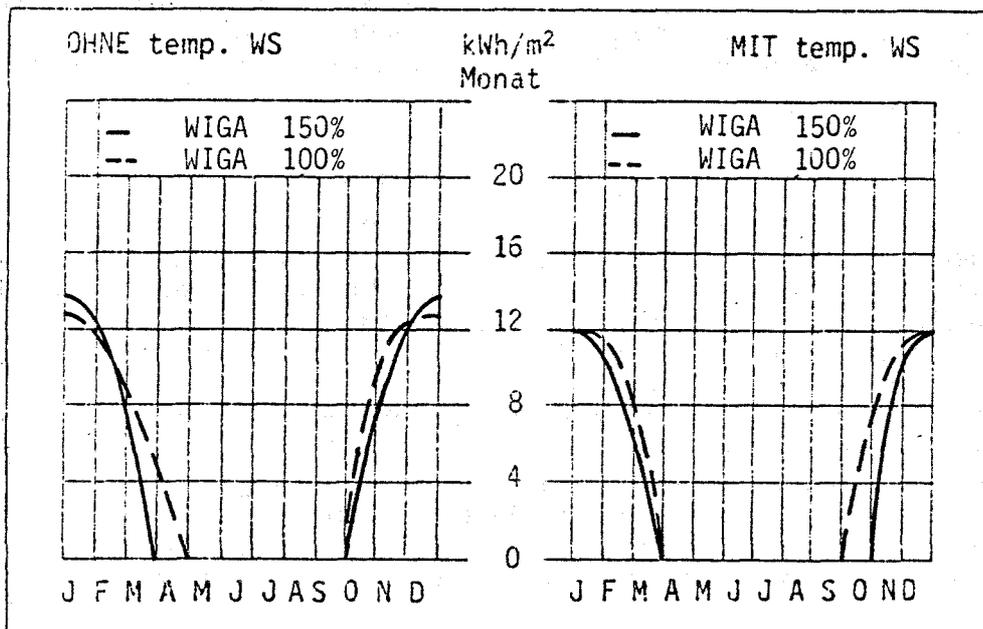


Abbildung 45

Vergleich des spezifischen monatlichen Wärmebedarfs von südorientierten Räumen mit vorgelagertem Wintergarten außen 2-fach innen 1-fach Verglasung

Durch die Anwendung von Maßnahmen zur verstärkten Sonnenenergienutzung müssen während der extrem kalten Monate mit wenig Sonneneinstrahlung höhere Wärmeverluste und somit ein höherer Heizungsenergiebedarf bei der Dimensionierung und Konzeption der Heizungsanlage berücksichtigt werden. Diese Maßnahmen verkürzen gleichzeitig die Heizperiode und verursachen größere Schwankungen zwischen den Winter- und Übergangszeiten.

Der Energieeinspareffekt liegt eindeutig in der Verkürzung der Heizungsdauer und in der Reduktion des Heizungsenergiebedarfs in der Übergangszeit.

Die konventionellen Heizungssysteme können diesen energetischen Vorteil kaum voll ausnutzen.

Es müssen adäquate Regel- und Steuerungssysteme entwickelt werden, die sowohl die positive energetische Wirkung der Maßnahmen zur verstärkten Sonnenenergienutzung als auch die Unzulänglichkeiten des Nutzerverhaltens berücksichtigen.

Eine geeignete Lösung bieten Anlagen mit einer trägen Grund- und einer rasch reagierenden Zusatzheizung. Abgesehen von höheren Kosten ermöglichen diese Anlagen eine abgestufte Anpassung an die solaren Gewinne in einzelnen Räumen und eine individuelle bedarfsorientierte Steuerung der Raumtemperatur.

Mit einer außentemperaturgesteuerten Grundheizung wird eine konstante Raumtemperatur von 15 - 16 ° C gehalten. Die solaren Gewinne durch große Fensterflächen oder Wintergärten erhöhen die Raumtemperatur auf die gewünschten 20 - 21 ° C. Durch ein zusätzliches schnell reagierendes Heizsystem kann die Feinsteuerung erfolgen. Beim Ausfall der zusätzlichen Erwärmung durch die Sonneneinstrahlung kann die Zusatzheizung entweder manuell oder thermostatisch gesteuert, eingeschaltet werden. Nach dem Erreichen der gewünschten Raumtemperatur schaltet die Zusatzheizung automatisch ab. Das Heizsystem paßt sich somit den jeweiligen Nutzungsanforderungen bzw. den witterungsbedingten Sonnenenergiegewinnen an. Wenn die Räume nicht benutzt werden, kann eine niedrigere nur durch die Grundheizung erzeugte Raumtemperatur gehalten werden. Die flinke Zusatzheizung ermöglicht bei Benutzung des Raumes schnelles Aufheizen auf die gewünschte Temperatur.

Die Grundheizung kann durch statische Heizkörper mit außentemperatur-gesteuerter Vorlauftemperatur betrieben werden. Eine genauere Anpassung an die Schwankungen der Außentemperatur kann durch größere Spreizung der Vorlauftemperatur im Bereich von 30 - 90 ° C erreicht werden. Die Grundvoraussetzung für das Funktionieren eines solchen Heizsystems ist eine genaue Dimensionierung und Einregulierung des Heizsystems. Ein von den Wärmeerzeugern extrem weit entfernter Heizkörper muß bedingt durch die Auskühlung des Wassers im Leitungsnetz eine größere Wassermenge pro Zeiteinheit erhalten, als ein Heizkörper in der unmittelbaren Nähe des Wärmeerzeugers.

Für die Zusatzheizung eignen sich verschiedene Systeme:

- Elektrische Direktheizung in einzelnen Räumen
- Einbau eines zusätzlichen Heizkörpers mit raumthermostatischer oder manueller Steuerung. Dabei ist zu beachten, daß die Grundheizung mit ca. 60 % und die Zusatzheizung mit 60 - 80 % des Normwärmebedarfs ausgelegt werden muß. Diese bewußte Überdimensionierung der Heizflächen im Raum ermöglichen schnelles Nutzergesteuertes Aufheizen.
- Die erhöhte Wärmeabgabe kann durch einen in den Heizkörper der Grundheizung integrierten Ventilator bewirkt werden. Der Ventilator wird raumthermostatisch oder manuell gesteuert und ermöglicht durch die verstärkte Zirkulation der Raumluft entlang der Heizflächen eine höhere Wärmeabgabe und somit schnelles Aufheizen.

Die Zusatzheizung kann auch durch ein dezentrales wohnungseigenes Luftheizsystem mit oder ohne Wärmerückgewinnung realisiert werden. Dieses System erfordert bauliche Maßnahmen zur Unterbringung des Lüftungsheizgerätes, Wärmetauscher sowie der Luftkanäle und ist deswegen nur in Neubauten anwendbar.

Der Wärmebedarf wird bei gut wärmegeprägten Gebäuden mit Maßnahmen zur passiven Sonnenenergienutzung stärker von Lüftungs- als von Transmissionswärmeverlusten bestimmt. Auch bei einem 0,5 - 0,7fachen Luftwechsel werden größere Mengen der erzeugten Wärme ungenutzt an die Außenluft abgegeben. Eine mechanische Be- und Entlüftung der Wohnräume mit Wärmerückgewinnung ist aus hygienischen, technischen und psychologischen Gründen nicht empfehlenswert. Vor allem bei zentralen Lüftungsanlagen treten in der Praxis oft erhebliche Probleme auf. Die dezentralen wohnungsbezogenen Lüftungssysteme haben sich dagegen besser bewährt. Im Rahmen des Forschungsprojektes Lüftung im Wohnungsbau konnte kein wesentlich sparsameres Lüftungsverhalten der Bewohner mit Be- und Entlüftungsanlage festgestellt werden. Trotz eines ständigen, 0,5 - 0,7 fachen Luftwechsels wurden die Fenster über mehrere Stunden offen gehalten. Die mechanische Lüftung wurde in der Praxis nicht wahrgenommen. Die Bewohner klagten über die Zugerscheinungen obwohl die Zuluft eine höhere Temperatur als die Raumluft hatte. Eine andere Reduktion der Abluftwärme-Verluste scheint in mehrgeschossigen Gebäuden mit innen liegenden Bädern und Küchen sinnvoller. Durch eine ständige Entlüftung von Bädern und Küchen kann in der Wohnung ein 0,5 - 0,7facher Luftwechsel erzeugt werden. Aus der abgesaugten Luft kann mittels Wärmerückgewinnung und Wärmepumpe die Wärme zur Erzeugung des Warmwassers gewonnen werden. Die Wärmepumpe arbeitet bei einer konstante Ablufttemperatur mit günstigen Kennzahlen. Da das Warmwasser sowohl im Winter als auch im Sommer in gleichen Mengen benötigt wird, können durch die entsprechende Auslegung des Systems energetisch günstige Werte erreicht werden.

Die Absaugung erwärmter Luft aus den Wintergärten zur Beheizung von Räumen ist aus folgenden Gründen nicht zu empfehlen:

Bei intensiver Bepflanzung verfügt die Wintergartenluft über einen hohen Wasserdampfgehalt.

Gleichzeitig wird durch die Absaugung der warmen Luft die Raumtemperatur des Wintergartens gesenkt, so daß seine Funktion als thermischer Puffer stark gemindert wird. Die so gewonnene Energie reicht nicht aus, um nicht besonnte Räume voll zu beheizen. Die Geräuschentwicklung und die hohe Luftfeuchte beeinträchtigen die Wohnqualität. Die Kosten notwendiger technischer Anlagen sind durch die eingespartem Energiemengen nicht amortisierbar. Zur Betreibung des Systems wird ein nicht unerheblicher Anteil an teurer elektrischer Energie benötigt.

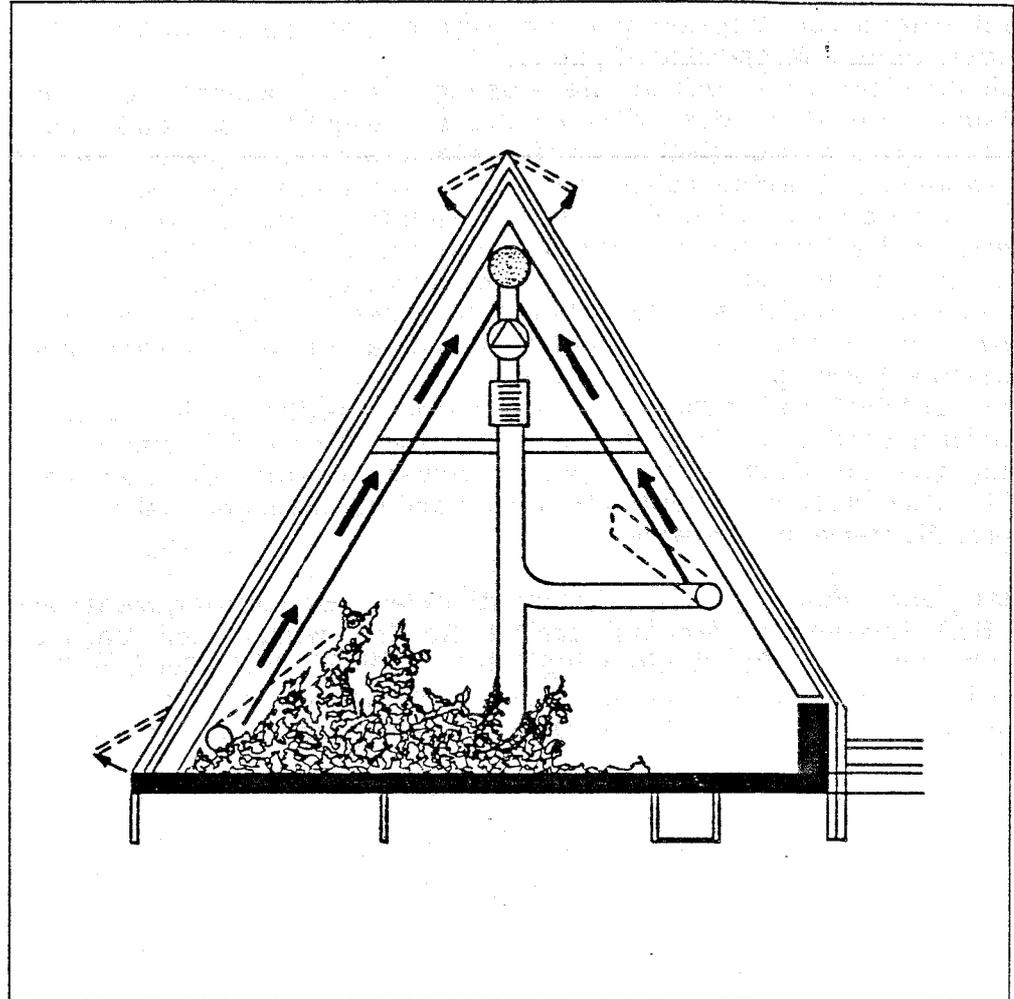
Die Entwicklung adäquater Heizsysteme befindet sich erst im Anfangsstadium. Aufgefordert ist die Heizungsbranche gemeinsam mit Architekten, neue, wirksame, gut funktionierende, vom Nutzer akzeptierte und vom Handwerker beherrschbare Systeme zu entwickeln.

Bei der Planung des Internationalen Begegnungszentrums (IBZ) Gästehaus der Universität Berlin, wurde der Versuch unternommen, durch ein verglastes Dach als Luft-Sonnen-Kollektor mittels einer gasbetriebenen Wärmepumpe, den Wärmebedarf für Raumheizung und Warmwasserbereitung weitgehend abzudecken.

Das System funktioniert folgendermaßen:

Abbildung 46

Verglaste Dächer
Energiegewinnung
Nutzung -
Dachgarten



Randbedingungen der Untersuchung

- Klimadaten von Berlin
- Orientierung des Glasdaches Ost - West
Nord - Süd
- 1-fach Verglasung des Daches
- Dachnutzung:
Schrebergarten
Die Dachgärten werden nur während der
Frühjahr-, Sommer- und Herbstperiode
bepflanzt
- Energiegewinnung:
Temperaturabsenkung durch Wärmeentzug
und Wärmetauscher in den Wintermonaten auf
ca. -10°C mit Verbrennungsmotorbetriebener
Wärmepumpe

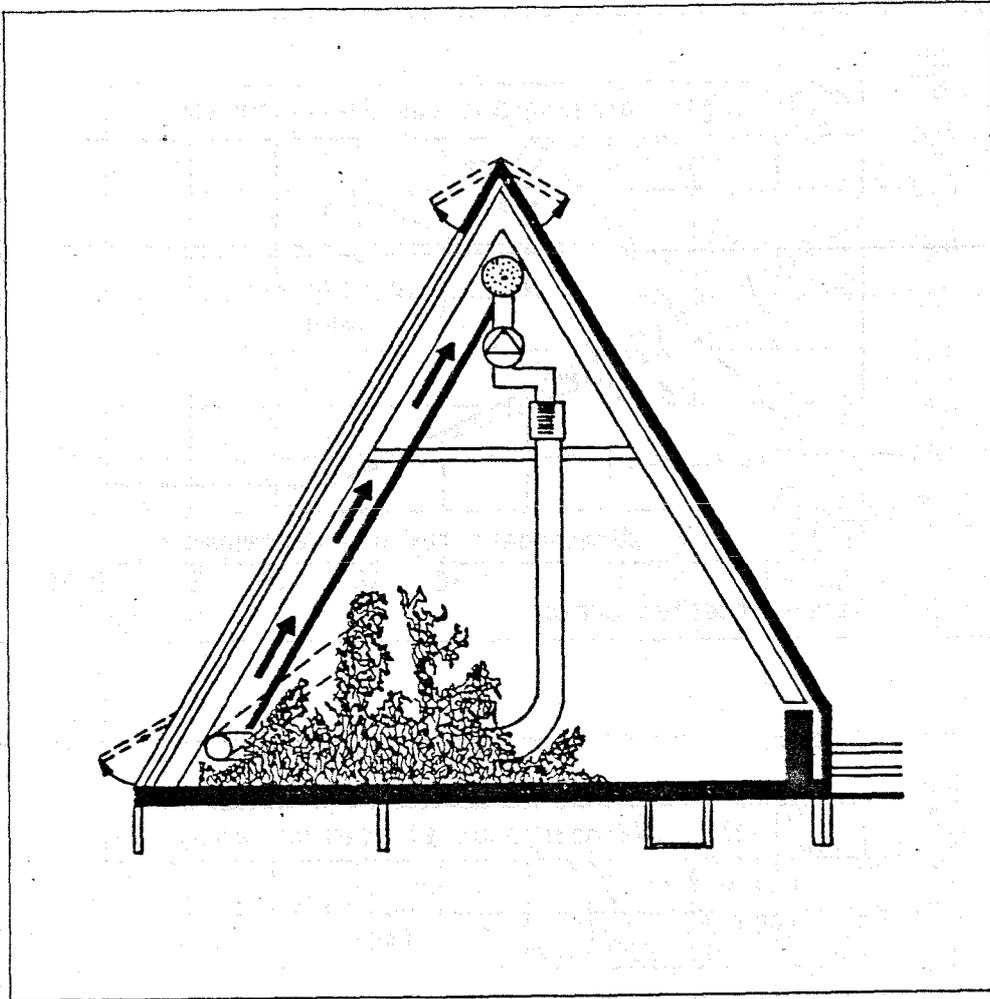


Abbildung 47

Energiegewinnung
in Abhängigkeit von
der Nutzung des
Dachraumes

Glasdach - Luftsonnenkollektor

Der verglaste Dachraum senkt den Heizungsenergiebedarf der angrenzenden Räume, er bildet eine Fläche für gewächshausähnliche Nutzung und ermöglicht mittels einer Wärmepumpe die Ausnutzung der eingestrahltten Sonnenenergie zur teilweisen Deckung des Energiebedarfs für Raumheizung und Warmwasserbereitung.

Der Garten im verglasten Dachraum schafft für die Bewohner eine zusätzliche temporär nutzbare Freifläche. Diese Maßnahme erhöht den Nutzwert von mehrgeschossigen Gebäuden in den urbanen Agglomerationen und kann gleichzeitig zur Umweltenergiegewinnung eingesetzt werden.

Im Auftrag des Bundesministers für Forschung und Technologie sowie des Senators für Wissenschaft und Kulturelle Angelegenheiten, Berlin, haben wir die energetische Wirkungsweise des verglasten Dachraumes als Luft-Sonnenkollektor am Beispiel des Neubaus für das Internationale Begegnungszentrum - Gästehaus der Universitäten in Berlin - untersucht

Einige energetische Bewertungen des verglasten Dachraumes als Energiequelle sollen im Rahmen dieser Veröffentlichung Anhaltspunkte für die Anwendung in der Praxis aufzeigen.

Abbildung 48

Gegenüberstellung von Wärmeangebot und Wärmebedarf in Abhängigkeit von der Tagesmitteltemperatur
 Süd - Nord
 Schrebergarten
 1-fach Verglasung
 Dauerbetrieb

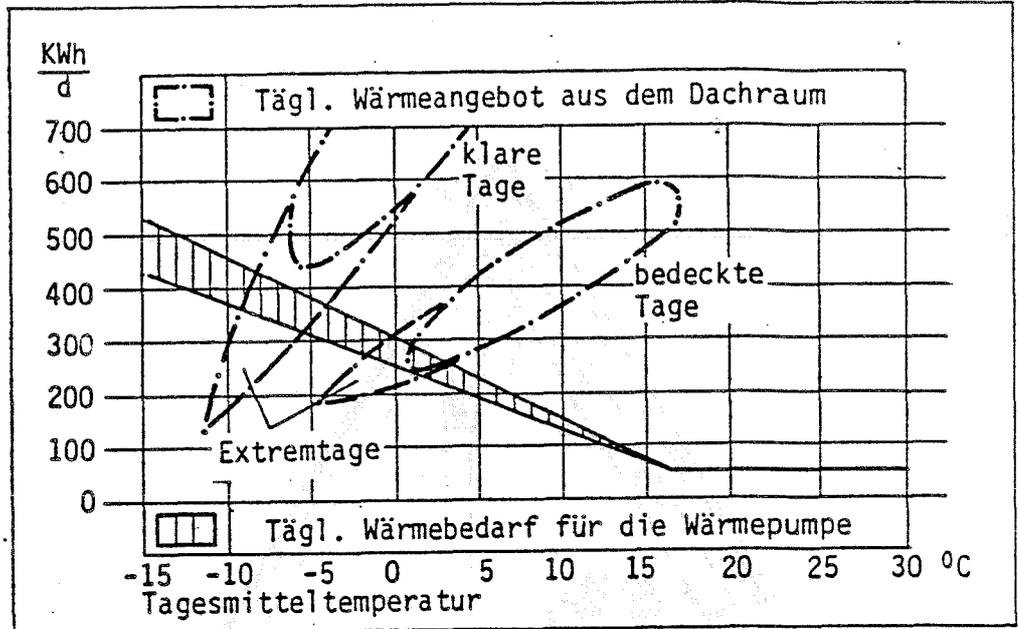
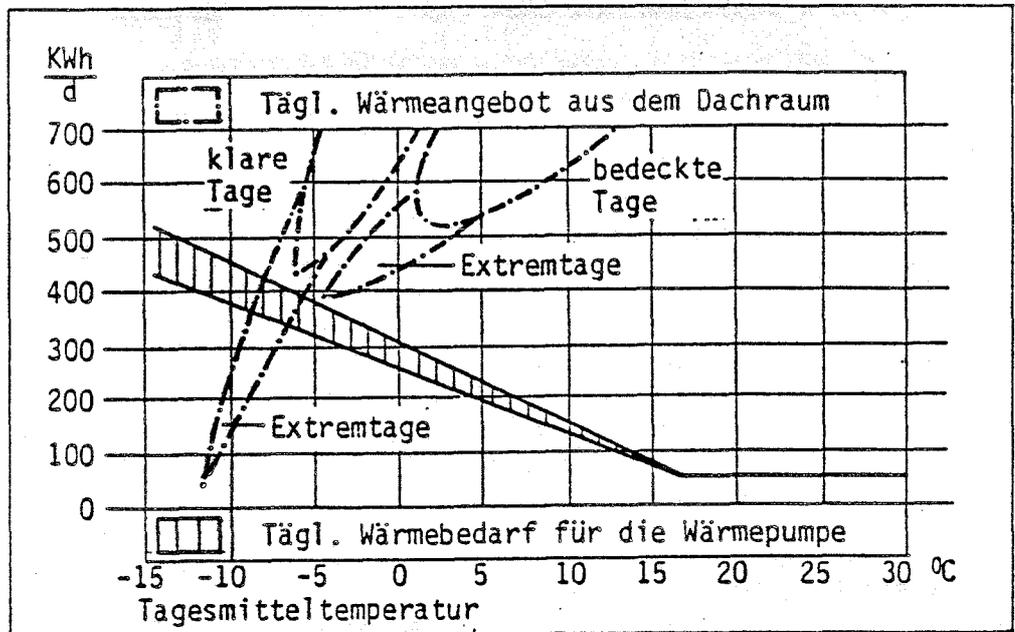


Abbildung 49

Gegenüberstellung von Wärmeangebot und Wärmebedarf in Abhängigkeit von der Tagesmitteltemperatur
 Ost - West
 Schrebergarten
 1-fach Verglasung
 Dauerbetrieb



Bauliche Ausstattung

- 1-fach Verglasung der Dachschrägen im Osten und Westen. Die 1-fach Verglasung wurde einer Doppelverglasung vorgezogen, da man eine starke Verschmutzung der äußeren Oberfläche des Glasdaches befürchtete. Aus technischen und vor allem ökonomischen Gründen kommt eine Dachreinigungsanlage - Mechanische Reinigung - nicht in Frage. Die verschmutzte äußere Oberfläche des Glases absorbiert sehr viel Strahlung. Bei einer Doppelverglasung würde ein erheblicher Strahlungsanteil (auf der Außenoberfläche des Glases absorbierte Wärme), bedingt durch die wärmedämmende Wirkung der geschlossenen Luftschicht des Isolierglases in hohem Maße an die Außenluft wieder abgegeben. Bei der 1-fach Verglasung wird die absorbierte Wärme ungefähr mit gleichen Anteilen sowohl an die Außenluft als auch an die entlang des Glasdaches strömende Dachinnenluft abgegeben und somit für den Energiegewinn aus dem Dachraum nutzbar gemacht.
- Entlang der Verglasung im Inneren des Dachraumes sollte eine transparente, Folie im Abstand von ca. 30 cm gespannt werden. Diese zweite Schale soll eine stärkere Kaminwirkung (Auftrieb der Luft im Zwischenraum) bewirken. Die Folie an der Innenseite des Dachraumes übernimmt die Funktion des temporären Wärmeschutzes für die Zeit, in der keine Wärme aus dem Dachraum entzogen wird (z.B. in der Nachtperiode).
- Als Speichermasse werden das Erdreich und die Betonwände zwischen den einzelnen Gebäudeabschnitten genutzt.
- In den Zeiten, wo überschüssige Wärme im Dachraum vorhanden ist (Sommer), soll durch Öffnen eines Drittels der Glasfläche entlang der Traufe und des Firstes eine intensive natürliche Be- und Entlüftung des Dachraumes und des Zwischenraumes entlang der Glasflächen erreicht und damit die Raumtemperatur reduziert werden.
- Gleichzeitig kann durch das Zusammenwirken der Folie und der intensiven Durchlüftung des Zwischenraumes ein Sonnenschutz erreicht werden. Weitere effektive Sonnenschutzmaßnahmen müssen in Abhängigkeit von der Bepflanzung gegebenenfalls noch zusätzlich angeordnet werden.

Haustechnische Anlagen

Die im First des Daches gesammelte Wärme wird zu einem Wärmetauscher geführt. Darin wird Wärme mittels einer verbrennungsmotorbetriebenen Wärmepumpe entzogen. Die abgekühlte Luft wird danach wieder im Bereich des Zwischenraumes (Folie - Glasdach) ausgeblasen. Dadurch soll die natürliche Thermik im Zwischenraum beschleunigt werden.

Nutzung

Die Schrebergarten-Nutzung bezieht sich in erster Linie auf die Art der Bepflanzung.

Bepflanzt sind die Dachgärten nur in der Frühjahr-, Sommer- und Herbstperiode. Die Pflanzen müssen sich der "Witterung" im Dachraum anpassen, die dem Außenklima mit etwas krasserem Temperaturschwankungen entspricht. Die Bewohner können die Dachgärten z.B. zur Gemüse-Zucht verwenden.

Die Nutzbarkeit des Daches ist wegen der Temperaturabsenkung im Winter bis -10°C stark eingeschränkt. Es wurde angenommen, daß in dieser Jahresperiode keine nennenswerte Bepflanzung vorhanden ist.

Ost - west orientierte Glasdächer weisen die besten Ausnutzungsverhältnisse auf. Nur bei extrem kalten, klaren Tagen kann der Wärmebedarf nicht gedeckt werden. Durch geringfügige konstruktive Verbesserungen des Daches und durch bewußte Abstriche bei dem Temperaturangebot für den Pflanzenraum (Absinken unter -10°C) wäre ein monovalenter Betrieb theoretisch möglich. Dieses wird aus technischen und wirtschaftlichen Überlegungen nicht weiter verfolgt.

Die Messungen des eingebauten Systems wurden aus finanziellen Gründen nicht durchgeführt. Nach Aussagen des Betreibers zeigt das System gute Resultate. Trotz des sehr hohen, durch die Bauweise bedingten rechnerischen Wärmebedarfs bleiben die Heizkosten noch im vertretbaren Rahmen. Die Anwendung des entwickelten Systems ist bei Gebäuden mit großen Dachflächen anzustreben. Erst nach einer meßtechnischen Überprüfung der eingebauten Systeme über mindestens zwei Heizperioden können verbindliche Aussagen über die erzielte Energieeinsparung gemacht werden.

Wichtige Merkmale einer adäquaten Heizungstechnik

Enge und vorzeitige Zusammenarbeit von Architekten - Heizungstechnikern - und Energiewirtschaftlern

Anpassung des Heizsystems an den spezifischen monatlichen Wärmebedarf

Genauere Dimensionierung des Heizsystems und der Heizflächen in einzelnen Räumen

Richtige Einstellung der Regelungs- und Steuerungseinrichtung

Mehrfaches Überprüfen der Funktionsfähigkeit des eingebauten Systems

Qualifiziertes Personal für den Einbau, Einregulierung und Wartung der Anlagen

Anwendung abgestufter Heizsysteme - träge Grundheizung - rasch reagierende Zusatzheizung

Minderung der Lüftungswärmeverluste durch Wärmerückgewinnung aus der Abluft

Nutzung des Dachraumes als temporär nutzbarer Luftsonnenkollektor

Entwicklung geeigneter durch Nutzer beherrschbare und kontrollierbare Steuerungs- und Regelungssysteme

Das energiebewußte Nutzerverhalten bestimmt in hohem Maße die Energieeinspareffekte von passiven Maßnahmen zur Sonnenenergienutzung. Die solaren Gewinne tragen nur dann zur Senkung der Heizkosten bei, wenn die Bewohner ihr Lüftungs- und Heizverhalten den sich rasch verändernden Einflüssen aus der Umwelt anpassen. Ein Wintergarten -thermischer Puffer- ermöglicht nur bei richtigem Benutzen die schon in Kapitel 2.3 genannten Einsparmengen von 15 - 20 %. Das Mitbeheizen des Wintergartens durch die Raumheizung verursacht höheren Energieverbrauch und mindert die positive Pufferwirkung. Die Öffnungen zwischen dem beheizten Raum und dem Wintergarten müssen bei niedrigen Raumtemperaturen des Wintergartens grundsätzlich geschlossen bleiben, so daß die Raumwärme nur durch die Transmissionswärmeverluste an die Wintergartenluft abgegeben wird. Für die Bewohner ist es oft sehr schwierig, die vorhandenen Temperaturunterschiede zu erkennen und ihr Verhalten dem jeweiligen thermischen Zustand anzupassen. Eine plakative, gut erkennbare, optische Temperaturanzeige sollte den Nutzer über den Zustand informieren und schafft somit die Voraussetzungen für das richtige Verhalten. Auf den Zusammenhang überdimensionierter und falsch geregelte Heizungssysteme und übermäßiger Lüftung wurde in Kapitel 3 ausführlich hingewiesen.

Bei energiesparenden Einzelgebäuden kann die Motivation zur Heizkostensenkung durch das angepaßte Verhalten der Eigentümer (Bauherrn) vorausgesetzt werden. Wesentlich schwieriger ist das gleiche Verhalten bei Bewohnern von gemieteten Wohnungen in Mehrfamilienhäusern ohne fiskalische physikalische Maßnahmen zu erreichen.

In der Praxis hat sich gezeigt, daß relativ niedrige Heizungskosten in energiesparenden Mehrfamilienhäusern zu energieverwenderischem Verhalten verführen. Viel frische Luft wird allgemein als Maßnahme zur Steigerung des Wohnkomforts verstanden. Bei gut wärmegeprägten Gebäuden mit einzelnen Maßnahmen zur passiven Sonnenenergienutzung kann sich der Bewohner ein intensiveres und häufigeres Lüften ermöglichen. Die Heizkosten sind trotzdem niedriger als bei den Bewohnern von thermisch schlecht ausgestatteten Altbauten.

Thermisch gut ausgebildete Bausubstanz verleitet zu nicht notwendigem Mehrverbrauch. Die Ergebnisse eines Forschungsprogramms mit umfangreichen Messungen des Lüftungsverhaltens von Bewohnern haben diese These eindeutig bestätigt. Das Offenlassen von Fenstern bis zu 18 Stunden täglich war keine Seltenheit. Obwohl die Bewohner einkommensmäßig zu den besonders benachteiligten zählten, (Sozialhilfeempfänger) war die Bereitschaft, durch mäßiges Lüften Heizungskosten einzusparen, nicht vorhanden. Die häufig vorgetragene Argumentation, daß die steigenden Energiepreise das Verhalten verändern, hat sich bei dieser Untersuchung nicht bestätigt. Diese Ergebnisse sind auch durch mehrere statistische Untersuchungen der Heizkosten bei Mietwohnungen in großen Gebäuden bestätigt worden. Die meiste Energie haben die Eigentümer des grundsätzlich sehr energieaufwendigen freistehenden Einfamilienhauses durch richtiges Lüftungsverhalten und sparsames Heizen eingespart.

Diese Tatsache ist durch die hohe Motivation, direkte Verantwortlichkeit und persönliche Regelung und Steuerung des Heizsystems begründbar.

Die zentrale Wärmeversorgung, relativ geringe Einflußmöglichkeiten des Einzelbewohners auf die Steuerung und Regelung, hohe Anteile an allgemeinen Heizkosten und die Tendenzen zu kollektivem Verhalten, (wenn der Nachbar schon ständig lüftet - warum sollte ich mein Fenster nicht offenhalten - die Kosten werden doch auf alle verteilt) und dadurch, daß jeder nicht das an Geld spart, was er an Energie nicht vergeudet sind dafür verantwortlich, daß durch die energiesparenden Gebäudekonzepte nicht die errechnete Senkung der Heizkosten erreicht wird. Die Lösung des Problems kann nur durch Veränderung des sozialen Verhaltens, Steigerung der Motivation, Bewußtmachung von Zusammenhängen und spürbare finanzielle Anreize erreicht werden.

Der Heizkostenverteilungsschlüssel 30% gemeinsamer 70% individueller Verbrauch, niedrigen Energiekosten, pauschale Abrechnung über die ganze Heizperiode mindern die Bereitschaft des einzelnen Bewohners sich sparsam zu verhalten.

Die baulichen Maßnahmen schaffen längerfristig die Grundvoraussetzungen und tragen bei einem vernünftigen Verhalten zur Senkung des Heizungs-Energiebedarfs bei. Das Erlernen des energiesparenden Bewohnens ist ein auf längere Zeiträume angelegter Prozeß.

Einige Hinweise für energiesparendes Nutzerverhalten bei einzelnen Maßnahmen

- Die Temperaturschwankungen der Räume sind sehr gering. Das Absenken der Raumtemperatur ist nur über längere Zeiträume erzielbar. Durch kurzzeitige Lüftung "Stoßlüftung" können ohne nennenswerte Energieverluste die benötigten Frischluftmengen den Räumen zugeführt werden. Um Schäden durch Tauwasserausfall an den thermischen Schwachstellen zu verhindern muß ein ständiger 0,3facher Luftwechsel und eine Mindestheizung konstant gewährleistet werden.
- Bei höherer Wärmedämmung steigt die Gefahr von Bauschäden an kaum vermeidbaren Wärmebrücken. Falsch verstandenes Energiesparverhalten der Bewohner, bei dem einzelne selten benutzte Räume weder beheizt noch belüftet werden, führt häufig zu erheblichen Bauschäden und mittelfristig zur Senkung des Wärmedämmniveaus durch Zerstörung von Bauteilen.
- In warmen Jahreszeiten muß mit einem wirksamen Sonnenschutz die Überhitzung der Räume vermieden werden. Die Speicherkapazität des Raumes wird durch eine intensive Querlüftung in den Nachtstunden erhöht. Die gute Speicherfähigkeit eines massiv gebauten Raumes sollte nicht durch Einbauschränke, abgehängte Decken und dicke Fußbodenbeläge reduziert werden. Häufig wird durch nachträgliche Verkleidungen von massiven Bauteilen die vorhandene Wärmespeicherfähigkeit eingeschränkt.

- Ein vorgelagerter Wintergarten bewirkt nur dann die Reduktion des Heizungsenergiebedarfs, wenn beim Temperaturunterschied die Öffnungen vom Raum zum Wintergarten geschlossen bleiben. Ein Mitbeheizen des Wintergartens durch die Raumheizung verursacht höhere Heizungskosten.
- Natürliche Be- und Entlüftung der Räume soll über den Wintergarten erfolgen. Aus dem Wintergarten entnommene Frischluft zur Belüftung des Raumes hat grundsätzlich eine höhere Temperatur als die Außenluft. Dem Wintergarten zugeführte Abluft des Raumes erhöht seine thermische Pufferwirkung. Der Wintergarten übernimmt in diesem Fall die Funktion eines baulichen Wärmetauschers. Die warme Raumluft erhöht die Kondensatbildung an den Glas- und Profilflächen des Wintergartens. Bei der Wahl der Konstruktion muß dafür Sorge getragen werden, daß keine Zerstörung (Bauschäden durch Tauwasser) entsteht und daß das gesammelte Wasser abgeführt wird.
- Bei relativ undichter Ausbildung der Außenverglasung des Wintergartens wird sich der Dampfdruck im Wintergarten dem äußeren rasch anpassen. Die Gefahr einer übermäßigen Tauwasserbildung wird dadurch gemindert.
- Durch eine ausreichende Durchlüftung des Wintergartens in der Warmen Jahreszeit wird die Überhitzung der anschließenden Räume verhindert.

Wichtige Merkmale für energiesparendes Nutzerverhalten

- Sichtbarmachung der Zusammenhänge und Abhängigkeiten von Nutzerverhalten und Energieeinsparung durch passive Maßnahmen zur Sonnenenergiegewinnung
- Ständige Information der Benutzer über ihr Verhalten durch sichtbare Zeichen
- Einführung einer monatlichen verbrauchsorientierten Heizkostenabrechnung
- Vermeidung von Pauschalzahlungen für verbrauchte Heizenergie
- Individualisierung und Dezentralisierung des Heizungssystems. Jeder Wohnung eine eigene Heizung und Warmwasserversorgung.
- Erarbeitung eines für jedermann verständlichen Leitfadens für energiesparendes Wohnen in Gebäuden mit passiven Maßnahmen zur Sonnenenergienutzung.

Die jährlichen Heizungskosten einzelner realisierter Beispiele konnten durch Befragung der Bewohner bzw. Einsicht in die Rechnungen nicht ausreichend gesichert und miteinander vergleichbar ermittelt werden.

Jeder befragte bzw. angeschriebene Planer oder Bauherr behauptet etwas anderes, z. B. ein Bauherr und Architekt behauptet, daß er den Heizungsverbrauch auf Werte von 40-50% kWh/m²a gesenkt haben. Erfaßt wurde nur das verbrauchte Gas. Der Stromverbrauch für die Ventilatoren der Lüftung und Zusatzheizung konnte nicht genau ermittelt werden. Die Aussagen über die Raumtemperaturen sind sehr widersprüchlich - viele senken ihre Heizungskosten dadurch, daß sie in einzelnen Hausbereichen niedrige Raumtemperaturen dulden bzw. überhaupt nicht heizen.

Nach unseren Erfahrungen mit eigens zu Versuchszwecken geplanten und gebauten Gebäuden wissen wir, daß diese Werte im Norm-Betrieb nicht erreicht werden können.

Die Baukosten für Gebäude mit einem hohen Energieeinspar-effekt sind sehr schwierig zu ermitteln. Die Planer und Bauherren sind nur in den seltensten Fällen bereit oder in der Lage, die exakten und nach Gewerken aufgeschlüsselten Kosten zu benennen.

Die Angaben über die Wirtschaftlichkeit von Maßnahmen zur passiven Sonnenenergienutzung stützten sich auf die eigenen Erfahrungen aus der mehrjährigen Forschungs- und Bau-praxis. Dabei sollten die Grenzen der Wirtschaftlichkeit d.h. der Kosten - Nutzeneffekt sichtbar gemacht werden. Der einzige fundierte Vergleich von Verbrauchswerten wird z. Zt. am Beispiel der Energiesparhäuser in Berlin durchgeführt.

Die Messung des Energiebedarfs für Heizung und Warmwasser-bereitung bei den 5 Energiesparhäusern ist noch nicht abge-schlossen, so daß wir die ausgewerteten Daten nicht verwer-ten konnten.

Allzuoft liest man, daß bestimmte Gebäude fast "Null-Energie" verbrauchen. Einzelne Maßnahmen sparen, wenn man den Pressenotizen oder Werbeprospekten Glauben schenken soll, soundso viele Prozent Energie. Am Ende, wenn man alle einzelnen Einspareffekte zusammenrechnet, ergibt sich häufig unterm Strich, daß eigentlich gar keine Energie verbraucht werden dürfte. Was ist davon wirklich wahr? Die Grenzen der Energieeinsparung sind definierbar. Es gibt kein Gebäude, das ohne Energie auskommt. Nicht nur die Ökonomie von Maßnahmen, sondern auch die naturwissenschaftlichen Gesetze und vor allem die Bewohner setzen einer Energieeinsparung eindeutige Grenzen.

Nach Untersuchungen von Prof. L. Rouvel verbrauchen einzelne Häusertypen abhängig von ihrer Bauart folgende Energiemengen (in kWh/m²/a):

	Bauart mittel/schlecht Bauzustand vor 1977	Bauart gut Bauzustand nach 1977	verbesserter Bauzustand bzw. Anwendung v. integrierten Programmen Ziel-Größe
Freistehendes Einfamilien- haus	220 = 22 DM/m ² a	160 = 16 DM/m ² a	110 = 11 DM/m ² a
Reihenhaus (Stadthaus)	180 = 18 DM/m ² a	125 = 12,5 DM/m ² a	90 = 9,0 DM/m ² a
Mehrfamilien- haus	120 = 12 DM/m ² a	100 = 10 DM/m ² a	70 = 7,0 DM/m ² a

(1 kWh Heizungsenergie kostet z. Zt.ca. 0,10 DM)
Obwohl auch Gebäude denkbar wären, deren Energieeinsparung noch besser ist als die unter "verbesserter Bauzustand" genannten, sind die maximalen Einsparungsgrenzen durch ökonomische und technische Faktoren eindeutig umrissen. Prognostizierte Einsparmengen, die unter oben genannten Zahlen liegen, sollte man sehr kritisch betrachten.

Im Kapitel 2.3 wurde ein rechnerischer Vergleich zwischen Reduktion des spezifischen Jahreswärmebedarfs durch einzelne Maßnahmen und dadurch eingesparter Heizkosten dargestellt. Diese Werte sollen bildhaft die Grenzen des Energiesparpotentials ausgedrückt in DM pro qm im Jahr zeigen. Die erzielbare Reduktion von Heizkosten in der Praxis wird zusätzlich von der faktischen Betriebsweise des Heizsystems und des jeweiligen Nutzerverhaltens bestimmt. Hierzu können brauchbare Ergebnisse nur durch umfangreiche und kostspielige Messungen von bewohnten Gebäuden über mindestens zwei Heizperioden gewonnen werden. Die dafür notwendigen finanziellen Mittel wurden bis jetzt von keiner Förderinstitution zur Verfügung gestellt. Ohne vergleichende Meßdaten sind alle Aussagen über den Kosten-Nutzeneffekt von einzelnen Maßnahmen reine Spekulation. In der vollen Kenntnis der Komplexität des Problems wird im Rahmen dieses Berichtes ein Versuch unternommen, die ökonomischen Tendenzen auf der Basis eigener praktischer Erfahrungen und Kenntnisse qualitativ zu beschreiben. Die ökonomische Betrachtung muß nach dem betriebs- und volkswirtschaftlichen Nutzen unterschieden werden. Der Staat hat die Aufgabe, den gesamten Energiebedarf zu senken und somit seine Auslandsausgaben zu verringern. Der Bauherr muß sein Geld ökonomisch richtig anlegen und die erzielbaren Einsparungen in einen direkten Zusammenhang mit mehr Investitionskapital stellen. Die beiden Betrachtungsziele stehen oft bei einzelnen Entscheidungen im Widerspruch. Bauliche Maßnahmen zur Energieeinsparung sind langfristig angelegt. Die langen Amortisationszeiten versprechen keine kurzfristigen Erfolge.

Es bahnt sich ein Konflikt zwischen den auf längere Zeiträume angelegten volkswirtschaftlichen Betrachtung und den kurzfristig zur Handlung gezwungenen Bauherren bzw. Investoren an. Durch gezielte Subventionen können die konkreten Konflikte gemildert, selten gelöst werden. Energiesparendes Bauen ist teurer als normals Bauen.

Die eingesparte Energie bei zur Zeit relativ niedrigen Energiepreisen schafft kaum Anreize bei einzelnen Investoren. Das Mietgesetz kennt nur die energieneutrale "Kaltmiete". Die Heizkosten werden dem Bewohner voll in Rechnung gestellt. Solange kein großer Überschuß an leeren Wohnungen vorhanden ist, haben die voraussichtlichen Heizkosten bei der Wahl einer Mietwohnung keinen ausschlaggebenden Stellenwert.

In Anbetracht dieser ökonomischen Klemme bestimmt der ungünstige Kosten-Nutzeneffekt die Anwendbarkeit von Maßnahmen zur Verbesserung des energetischen Zustandes von Neu- und Altbauten. Die betriebswirtschaftliche Betrachtungsweise verlangt, daß sich die höheren Investitionen für den Bauherren mittelfristig auszahlen. Der Staat kann volkswirtschaftliche Ziele formulieren, die Zusammenhänge sichtbar machen und die noch vorhandenen betriebswirtschaftlichen Diskrepanzen durch Zuschüsse mindern. Die Zuschüsse müssen auch dem Individuum (Bewohner) und nicht dem Erbauer von Wohngebäuden zugute kommen. Im Rahmen von zukünftigen Forschungsvorhaben und modellhafter Bauvorhaben sollten neue Finanzierungsmodelle und Organisationsformen zur Erstellung energiesparender Gebäude erarbeitet werden.

(Im Anhang wird ein Vorschlag für die Durchführung eines Modellvorhabens beschrieben.)

5.1.1 Erhöhte Wärmedämmung nicht transparenter Bauteile

- Massive Außenwände
k-Werte von 0,4 - 0,5 W/m²K sind durch monolitische Konstruktionen erreichbar. Die erzielbare Energieeinsparung rechtfertigt auf jeden Fall die geringen Mehrkosten. Die niedrigen Werte 0,2- 0,3 W/m²K sind nur durch teure und baukonstruktiv komplizierte mehrschichtige Konstruktionen zu realisieren.
- Leichte Außenwände
k-Werte von 0,2- 0,3 W/m²K sind ohne höheren Kostenaufwand erstellbar. Eine Hinterlüftung sollte auf jeden Fall vorgesehen werden. Die bauphysikalischen Vorteile wie Minderung von Bauschäden, Trockenhaltung des Dämmstoffes und geringeres Aufheizen in der warmen Jahreszeit rechtfertigen die Mehrkosten einer solchen Konstruktion.
- Wände zwischen Wohnungen
Die hohen Anforderungen an Schutzmaßnahmen zwingen die Anwendung schwerer massiver Konstruktionsarten. Je schwerer die Wand, desto geringer ist die Wärmedämmfähigkeit. Zweischaliges Mauerwerk mit dazwischen gelegter Wärmedämmung sind fast unbezahlbar. Der "Wärmeklau" wird noch viele Jahrzehnte stattfinden müssen.
- Kellerdecken - Decken zum Erdreich
k-Werte von 0,2 W/m²K sind ohne größeren finanziellen und konstruktiven Aufwand erzielbar.
- Dachdecken - Dächer
k-Werte von 0,2 W/m²K sind ohne größeren finanziellen und konstruktiven Aufwand erzielbar.
- Geschoßdecken - Decken zwischen beheizten Geschossen
Bei individueller - verbrauchsorientierter Heizkostenabrechnung verursacht der Wärmefluß zwischen zwei Wohnungen bei unterschiedlichem Heizverhalten einzelner Bewohner Verschiebung der Heizkosten zu Gunsten des energiesparsamen Bewohners. Seine Wohnung wird durch die wärmere Nachbarwohnung mitbeheizt. Die Unterbringung einer höheren Wärmedämmschicht im Bereich des schwimmenden Estrich erhöht die Herstellungskosten nur geringfügig und schafft größere Gerechtigkeit bei individuell unterschiedlichem Heizverhalten. Die Forderung von energiesparendem Verhalten in einem Mehrfamilienhaus wird dadurch unterstützt. Das investierte Kapital ist längerfristig gesehen gut angelegt. Bei wärmedämmten Geschoßdecken werden die "Wärmeklaufflächen" um mehr als die Hälfte reduziert.

- Fenster
Richtige Dimensionierung der Fenstergröße auf ca. 20-30% der Außenwandfläche einer Wohnung ist unabhängig von der Orientierung zu den einzelnen Himmelsrichtungen (s. Abb. 25, 26) die wichtigste Maßnahme bei Investitionen zum energiesparendem Bauen. In Anbetracht des nachgewiesenen Zusammenhanges zwischen Fenstergröße, thermischer Qualität und Wärmedämmwerte der Außenwand (s. Abb. 28-30) ist die Ausgewogenheit von einzelnen Maßnahmen die wichtigste Maxime einer energiesparenden Bauweise. Thermisch gute und nicht zu große Fenster lassen sich genauso wenig mit einer schwach wärmegeämmten Außenwand kombinieren, wie die hohe Wärmetechnische Qualität der nicht transparenten Gebäudehüllfläche mit übergroßen Fenstern minderer thermischer Qualität. Das zur Verfügung stehende Geld muß so verteilt werden, daß am Ende eine ausgewogene thermische Qualität des gesamten Gebäudes entsteht. Bei Gebäuden mit einer Außenwand k-Wert $0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ sollten Fenster - unabhängig von der Größe mit einer 3-fach Verglasung oder mit Wärmeschutzgläsern eingebaut werden.

Die Verringerung der Anzahl zu öffnender Flügel wirkt sich kostensparend aus. Die höheren Kosten für die Fenster mit hoher thermischer Qualität sind mittelfristig durch Heizenergieeinsparungen amortisierbar. Diese Maßnahmen haben eine hohe Lebensdauer und weisen sowohl betriebswirtschaftliche als auch volkswirtschaftliche Erfolge auf.

- Temporärer Wärmeschutz
Die energetische Wirkung ist im Kapitel 2.3 beschrieben worden. Der temporäre Wärmeschutz mindert die Wärmeverluste des Fensters ungefähr in gleichem Maße wie eine zusätzliche Glasscheibe bei mehrschichtiger Isolierverglasung, d. h. ein 2-fach verglastes Fenster mit temporärem Wärmeschutz weist fast gleiche energetische Merkmale wie ein Fenster mit 3-fach Verglasung auf. Da die positive Wirkungsweise des temporären Wärmeschutzes sehr stark vom Nutzerverhalten abhängig ist, (rechtzeitiges Schließen in der Nachtzeit) gewährleistet eine thermisch bessere Verglasungsart nutzerunabhängig und über längere Zeiträume gleichbleibendes energetisches Verhalten.

Die Anschaffungskosten für einen funktionierenden temporären Wärmeschutz liegen wesentlich höher als die Mehrkosten für eine bessere Verglasungsart. Eine dreifache Isolierverglasung ist immer preisgünstiger als zweifache Isolierverglasung mit temporärem Wärmeschutz. Bis jetzt sind am Baumarkt keine ausgereiften Produkte für den temporären Wärmeschutz vorhanden. Die Entwicklung solcher Produkte wird nicht zuletzt wegen der zu hohen Kosten und dadurch bedingten geringeren Absatzmöglichkeiten negativ beeinflusst. Wenn der temporäre Wärmeschutz einen breiteren Absatz finden soll, müßte diese Maßnahme gleichermaßen Sonnen- und Diebstahlschutz bewerkstelligen. Aus ökonomischen Gründen kann der temporäre Wärmeschutz nach dem heutigen Entwicklungsstand nicht empfohlen werden.

- Wintergarten

Vergleicht man die erzielbaren Heizenergiegewinne (Reduktion des spezifischen Jahreswärmebedarfs von ca. 15-20%) mit den relativ hohen Baukosten eines Wintergartens; muß man feststellen, daß diese Maßnahme wirtschaftlich kaum zu vertreten ist. Eine rein wirtschaftliche Betrachtungsweise erschwert die Anwendung dieser an und für sich sehr sinnvollen Maßnahme zur passiven Sonnenenergienutzung.

Die Wirtschaftlichkeit dieser Maßnahmen muß im Gesamtzusammenhang des Gebäudes beurteilt werden. Dabei ist zu beachten, daß der Wintergarten - thermischer Puffer - nicht nur Energie spart, sondern gleichzeitig zur Verbesserung des Raumklimas und zur Erhöhung des Nutzwertes einer Wohnung beiträgt. Das Wohnen mit einem Wintergarten bewirkt beim Nutzer ein neues Umgehen mit seiner Wohnung und bietet Spielräume für verändertes Wohnverhalten. Bei entsprechender grundrißlicher Integration des Wintergartens in das Gebäude, können die effektiven Kosten erheblich reduziert werden.

Die geltenden Wohnungsbau-Richtlinien fordern eine direkte Zuordnung von Freiflächen (Balkon oder Loggia) zu den einzelnen Geschößwohnungen. Diese Flächen sind in unseren Breitengraden, bedingt durch das Klima nur an wenigen Tagen im Jahr faktisch nutzbar. Die dafür ausgegebenen Mittel haben wirtschaftlich betrachtet, einen noch geringeren Kosten-Nutzen-Effekt als teurere dafür besser nutzbare und sogar noch energiesparende Wintergärten. An dieser Stelle wird die Fragwürdigkeit einer einseitigen Wirtschaftlichkeitsbetrachtung von Maßnahmen sichtbar. Ein nachträglicher Einbau von Wintergärten ist teuer und vor allem bei Geschößbauten nur selten technisch durchführbar. Plant man ein Wohngebäude mit Wintergärten - integriert man diese Maßnahme grundrißlich und konstruktiv in das Gesamtkonzept - werden die Mehrkosten nur geringfügig ansteigen. Der Kosten-Nutzen-Effekt des Wintergartens wird sich leichter errechnen lassen. Die höheren oder niedrigeren Baukosten werden oft zu einseitig für die Begründung von Entscheidungen herangezogen. Wenn bestimmte Maßnahmen aus verschiedensten Überlegungen nicht realisiert werden sollten, wird fast immer der wahre Grund durch das Heranziehen von angeblich höheren Kosten verdeckt. Gerade am Beispiel des flächen- und kostensparenden Bauens wurde sichtbar, daß der politische Wille die Kosten radikal zu senken, mehr bewirkt hat, als alle wissenschaftlich und herstellungstechnisch erarbeiteten Rationalisierungsmaßnahmen. Der gesättigte Wohnungsmarkt und die Parole des kostensparenden Bauens haben die Baupreise bei gleichzeitig fast gleichbleibender Qualität stärker gesenkt als die veränderten Ausschreibungs- und Vergabeverfahren, Vereinfachung von Grundrissen, sparsamere architektonische Gestaltung und rationelleres Planen und Bauen. Falls eine Wohnung mit Wintergarten bessere Vermietungschancen garantieren sollte, würden die höheren Baukosten durch Einsparung in anderen Bereichen, vor allem bei kaum durchschaubaren Gewinnmargen von Hersteller und Bauträger kommentarlos kompensiert.

Ein Wintergarten ist vorzeigbar und somit leichter verkaufbar als gute thermische Qualität der übrigen Gebäudeteile. Der teure PKW vorm Haus, die Sonnenkollektoren am Dach, die blumengeschmückten Wintergärten, sind Statussymbole die sich gesellschaftlich besser verwerten lassen, als geringere Heizkostenabrechnungen.

- **Kompaktheit des Baukörpers**
Diese Maßnahme zeigt den höchsten Energiespareffekt. Kompakte weniger gegliederte Gebäudeform können sogar kostengünstiger erstellt werden. Durch diese Maßnahme können sowohl die Energie- als auch die Baukosten gesenkt werden. Die Energieeinsparung durch Abschirmung der Räume in der peripheren Gebäudelage (s. Abb. 18/19) mittels verglaster thermischer Puffer - Wintergärten - kann bei entsprechenden Gebäudekonzepten, ohne wesentliche Mehrkosten erzielt werden. (Siehe Darstellung des Beispiels "Energiesparhaus Berlin", Architekten: Faskel, Nikolic). Die Wirtschaftlichkeitsberechnung kann nur auf der Grundlage des konkreten Gebäudekonzeptes erstellt werden.
- **Ausnutzung des Grundstückes, GFZ, GRZ.**
Hohe Baugrundpreise zwingen die Eigentümer ein Maximum an vermietbarer und verkaufbarer Fläche pro Grundstücksfläche zu bauen.
Bei der Errichtung von energiesparenden Gebäuden sollten stärkere Außenwände sowie nicht beheizte thermische Pufferzonen (Wintergärten) die Senkung des Heizungsenergiebedarfs von Gebäuden bewirken.
Sowohl die stärkeren Wandkonstruktionen als auch die nichtbeheizten thermischen Puffer mindern die Größe der voll nutzbaren Netto-Wohnfläche (beheizte Wohnfläche) und verringern dadurch die ökonomische Ausnutzung der teuren Grundstücksfläche.
Die vorgeschriebene Geschosßflächenzahl (GFZ) regelt die zulässige Bebauungsdichte, d. h., sie bestimmt, wieviel Wohnfläche pro m² Grundstücksfläche bebaubar ist. Alle Bauherren, die sich für die Anwendung von Energiesparmaßnahmen entscheiden, d. h. dickere, gut wärmegeämmte und speichernde Wände einzubauen und die ihren beheizten Raumbereich durch Anordnung von thermischen Pufferzonen abschirmen, dürfen nach den geltenden Bauvorschriften pro m² Grundstücksfläche weniger Netto-Wohnfläche bauen als solche Bauherren, die ihr Ziel in einer Optimierung der Ausnutzbarkeit des Baugrundes sehen und energieaufwendige Gebäude erstellen.
Die Gesetzgebung müßte diesbezüglich verändert werden. Nur die effektiv beheizte Wohnfläche dürfte bestimmend sein für die Ausnutzung des jeweiligen Grundstückes. Es ist nicht einzusehen, daß energiebewußte Bauherren ökonomisch benachteiligt werden.
Die Wirtschaftlichkeit von Energiesparmaßnahmen an den einzelnen Gebäuden kann durch Anpassung der Gesetzgebung an die veränderte Bauweise erhöht werden.

Einige fortschrittliche Bauaufsichts- und Stadtplanungsämter haben diesbezüglich vernünftige Überlegungen angestellt und in die Praxis eingeführt. So wird z.B. jede Außenwand bei der Berechnung der GFZ nur mit einer Stärke von 0,36cm angesetzt. Stärkere Wände beeinflussen somit nicht negativ die maximale Ausnutzung des Grundstückes. Für den Einbau eines Wintergartens wird sogar bei der Berechnung der GFZ ein Bonus gegeben, so daß die zulässige GFZ um die Fläche des Wintergartens erhöht wird.

Wichtige Merkmale für die Wirtschaftlichkeit von Maßnahmen zur passiven Sonnenenergienutzung

- Gute Wärmedämmung nicht transparenter Gebäude- Hüllflächen - Außenwände, Decken, Dächer
- Dreifach verglaste Fensterflächen
- Bestimmung der Fenstergrößen in Abhängigkeit von der Orientierung zu den einzelnen Himmelsrichtungen
- Thermische Ausgewogenheit von einzelnen Maßnahmen
- Anordnung von Wintergarten anstelle kaum nutzbarer Balkone und Loggien
- Kompakte Bauweise
- Neuregelungen zur Bestimmung zur Bebaubarkeit von Grundstücken GFZ, GRZ

Die Wirtschaftlichkeit von einzelnen Maßnahmen muß im Gesamtzusammenhang des Gebäudes beurteilt werden. Dabei ist zu beachten, daß einzelne Maßnahmen, z. B. Wintergärten, gut wärmegeämmte Hüllflächen, mehrfach verglaste Fenster, nicht nur Energie sparen, sondern auch durch höhere Behaglichkeit zur Verbesserung des Raumklimas und damit zur Erhöhung des Nutzwertes einer Wohnung beitragen.

Planung und Realisation einer Siedlung mit optimaler Ausnutzung der passiven Solarenergienutzung

1. Ziele - Hintergründe

Über die Energiesparpotentiale im Wohnungssektor in den letzten Jahren sind sowohl in der Bundesrepublik als auch in Österreich umfangreiche Kenntnisse erarbeitet worden. Zentrale Bereiche für rationelle Energieeinsparung in der Siedlungsplanung sind

- Eine Verzahnung von Siedlungsplanung und Energieversorgungssystemen
- Einsatz baulicher Maßnahmen zur verstärkten Solarenergienutzung im Wohnungsbau sowie
- Entwicklung angepaßter haustechnischer Anlagen

Mögliche Wirkungen sind in einschlägigen Veröffentlichungen über Forschungs- und Entwicklungsprojekte dargestellt. Eine weitere sinnvolle Fortsetzung der abgeschlossenen Forschungsprogramme kann nur durch das Experiment, d.h., durch eine beispielhafte Anwendung in der täglichen Baupraxis erfolgen.

Eine erstrebenswerte und merkbare Reduktion des Heizungsenergiebedarfs wird nur möglich sein, wenn die von qualifizierten Planern und Forschern erarbeiteten Maßnahmen zur baulichen und haustechnischen Nutzung der Sonnenenergie unter Berücksichtigung der örtlichen Klimabedingungen und Energieversorgungskonzepten sowie der Nutzer bzw. Bewohnerakzeptanz eine beispielhafte Anwendung in der normalen Baupraxis finden werden.

Die zukünftigen Probleme der rationellen Energieverwendung liegen weder in den Grundlagenforschung, Erarbeitung noch besserer Berechnungsmethoden noch in der energetischen Optimierung einzelner Komponenten. Durch beispielhafte Bauvorhaben müssen die gewonnenen Erkenntnisse unter Berücksichtigung des marktwirtschaftlich bestimmten Kosten-Nutzen-Effektes in die Praxis umgesetzt werden.

Es muß der Nachweis erbracht werden, daß Energieeinsparung im Wohnungsbau bei Einhaltung von gängigen Investitionskosten eine merkbare Senkung der Betriebs- und Folgekosten bewirken kann. Nur dadurch kann eine breite Bereitschaft der Bauherren und Bewohner gewonnen und die volks- und betriebswirtschaftliche Maxime einer merkbaren Reduktion des Energiebedarfs erfolgreich verwirklicht werden.

Energiesparendes Bauen und Wohnen ist eine Aufgabe, die Architekten und Ingenieure mit ausreichenden theoretischen Kenntnissen und Bereitschaft für kooperatives Handeln in die Realität beispielhaft umsetzen sollten. Dabei sollte im Rahmen der ökonomischen Zwänge der täglichen Baupraxis, durch das kreative und qualifizierte Handeln von Planenden und Bauenden ein Optimum erreicht werden und damit eine Signalwirkung für die zukünftige Baupraxis gegeben werden.

Ziel es Vorhabens ist:

- Reduktion des Heizungsenergiebedarfs auf 80-90 kWh/m²a - Die Beibehaltung des Kostenlimits des sozialen Wohnungsbaus
- Entwicklung neuer Formen für eine partnerschaftlichen Planung von Architekten, Ingenieure, Energietechniker, Bauherren und Bauproduzenten
- Erarbeitung von organisatorischen Formen, die der Maxime der rationellen Energieverwertung Rechnung tragen
- Verbesserung der Wohnqualität
- Schaffung von Voraussetzungen für eine Nutzerakzeptanz
- Verifikation der theoretisch ermittelten Energieeinsparpotentiale durch Messungen in bewohntem Zustand

2. Beschreibung des Bauvorhabens

Geplant und realisiert werden sollte eine Siedlung mit 50-100 Wohneinheiten in 3 - 4 geschossiger Bauweise im Rahmen des sozialen Wohnungsbaus.

Je nach Größe des Planungsgeländes sollten in einem Ergänzungsprojekt auch Eigentummaßnahmen in Form von verdichtetem Flachbau in 1 - 3 geschossige Bauweise unter starker Beteiligung der Investoren unter Umständen unter Anwendung von Selbstbautechniken erstellt werden.

Die Planungsgruppe soll in enger Kooperation mit dem Bauträger und unter Beteiligung der Kommune die Planung durchführen. Nach der Realisation soll der Energieverbrauch der Wohnungen über zwei Heizperioden gemessen und das Verhalten der Bewohner beobachtet werden.

Am Ende der Planung und Realisation sollen die Erfahrungen der Beteiligten dokumentiert werden und für die zukünftige Baupraxis ausgewertet werden.

Nach Abschluß des Meß und Beobachtungsprogrammes werden die Erkenntnisse über erzielte Energieeinsparquoten, Lüftungsverhalten der Bewohner und Nutzerakzeptanz ausgewertet und veröffentlicht.

3. Beschreibung des Energieeinsparkonzeptes

3.1 Siedlungsplanerische Kriterien:

In der Regel handelt es sich bei städtebaulichen Maßnahmen zur Energieeinsparung um Unterstützung energetisch günstiger Gebäudekonzepte. Verstärkte Sonnenenergienutzung ist bei einzelnen Gebäuden nur dann möglich, wenn durch die städtebauliche bzw. siedlungsplanerische Maßnahme wie Gebäudeanordnung, Gebäudeorientierung, Verschattungsfähigkeit und optimale Ausnutzung der Sonneneinstrahlung gewährleistet ist.

Städtebauliche Maßnahmen können nicht losgelöst von den Entscheidungen über die bauliche Realisierung der Einzelgebäude (und umgekehrt) erfolgen. Ebenso ist eine Abstimmung der städtebaulichen Planung mit der Entscheidung für die günstigste Wärmeversorgungsart erforderlich.

Die Stadt- und Gebäudeplanung wird immer von den engsten Restriktionen bestimmt.

Stadtplanung spielt sich immer in einer bestimmten örtlichen Situation ab. Sie hat daher in erster Linie die lokalen Gegebenheiten zu berücksichtigen und weniger allgemeinen Zielvorstellungen zu folgen.

- Untersuchung der klimatischen Verhältnisse des Standortes
- Topographische Gegebenheiten
- Mikroklima des gewählten Standortes
- Windverhältnisse
- Besonnung
- Verschattung
- Vegetation als Mittel zur Verbesserung des standortspezifischen Mikroklimas
- Verkehrserschließung

3.2 Wechselwirkung zwischen Siedlungsstruktur und Wärmeversorgungssystemen

Unter Wärmeversorgungssystemen werden im wesentlichen alle technologischen Möglichkeiten verstanden, ein Gebäude bzw. ein Baugebiet mit Wärme zu versorgen.

Wichtigstes Unterscheidungskriterium aus technologischer Sicht ist dabei der Grad der Leitungsgebundenheit und die Lage der Energie (Wärme-) Erzeugung zum Verbraucher.

Technisch ist unter einem integrierten örtlichen Wärmeversorgungskonzept der optimale Einsatz der verfügbaren Primär- und Sekundärenergieträger unter Verwendung der geeigneten Umwandlungs-, Auskopplungs-, Transport-, Verteilungs- und Anwendungstechniken zur Deckung des vorhandenen Nutzenergiebedarfs zu verstehen. Wahl und Mischung der örtlich und regional geeigneten Versorgungstechnologien müssen dabei insbesondere folgenden Kriterien genügen:

- Übergeordnete politische Rahmenbedingungen wie Ölsubstitution und rationelle Energieverwendung,
- Abwägung betriebswirtschaftlicher und volkswirtschaftlicher Interessen,
- Planungsorganisation,
- Akzeptanz der Wärmeversorgungssysteme in der Bevölkerung,
- Ökologische Gesichtspunkte (z.B. Schadstoffbelastung),
- Rahmenbedingungen aus der vorhandenen und geplanten Siedlungsstruktur,
- Verfügbarkeit und Einsetzbarkeit bestimmter Versorgungssysteme,
- Berücksichtigung der Einsparungsmöglichkeiten durch Hochbauplanung,

Die Wechselwirkung zwischen baulichen, städtebaulichen, heizungstechnischen und versorgungstechnischen Maßnahmen besteht im wesentlichen darin, daß durch bauliche und städtebauliche Maßnahmen einerseits der Energiebedarf der Gebäude erheblich beeinflußt (reduziert) werden kann, andererseits die verschiedenen Versorgungssysteme bestimmte anlagentechnische und verteilungstechnische Wirkungsgrade aufweisen, welche von der Höhe und der zeitlichen und räumlichen Verteilung des Wärmebedarfs abhängen.

Die Aufgabe eines integrierten Wärmeversorgungskonzepts besteht darin, unter Abwägung der übrigen Rahmenbedingungen die begrenzten Mittel für Energieeinsparungsmaßnahmen und für die Wärmebereitstellung so einzusetzen, daß energetisch als auch ökonomisch ein Optimum erreicht wird.

3.3 Bauliche Kriterien

Jedes Gebäude kann - ohne Mehrkosten - nach energetischen Gesichtspunkten geplant werden. Ohne Mehrkosten bedeutet, daß vor allem in der ersten Planungsphase eine Reihe von Entscheidungen getroffen werden müssen, die später in der Detailplanung und bei der technischen Ausstattung den Energiebedarf erheblich beeinflussen und vermindern. Häufig werden noch heute Neuplanungen erst bei der Ausführungs- und Detailplanung auf ihren Energiebedarf untersucht, was Umplanung mit den dazu gehörenden Kosten verursacht.

Daher darf Energieeinsparung in der frühen Planungsphase weder nur als technisch-apparatives noch als baukonstruktives Problem verstanden, sondern muß als eine Gesamtheit behandelt werden. Dazu gehören Maßnahmen wie z.B. die Kompaktheit, Orientierung und Zonierung eines Gebäudes sowie die Möglichkeiten der Sonnenenergienutzung, die mit planerischen und entwurflichen Mittel zu erreichen sind. Der Energiebedarf eines Gebäudes richtet sich nach seiner Energiebilanz. Energieeinsparung bedeutet also, die Wärmeverluste des Gebäudes zu minimieren und die natürliche Wärmegewinnung zu optimieren.

- Kompaktheit des Gebäudes und die grundrißliche Organisation
- Die Verringerung der peripheren Lage von Räumen im Gebäude wirkt sich energetisch betrachtet positiver aus als eine konsequente Ausrichtung des Gebäudes nach Süden.
Sowohl bei einem Mittelraum als auch bei einem Dacheckraum wird der spezifische Jahreswärmebedarf bei einer Süd- gegenüber einer Nordorientierung um ca. 20% verringert. Dagegen beträgt die Verringerung des spezifischen Jahreswärmebedarf vom Mittelraum zum Dacheckraum bei allen Orientierungen ca. 80%. Diese Tatsache stellt eindeutig die bisher geltenden "Glaubensregeln" in Frage, nach denen der Energiespareffekt in erster Linie durch Orientierung nach Süden erzielt werden kann.
- Bei einem energiesparenden Gebäude soll die Anzahl der Räume in peripheren Lagen minimiert werden. Je geringer die Anzahl solcher Räume an einem Gebäude ist, desto geringer wird der gesamte spezifische Jahreswärmebedarf. Kompakte Gebäude haben einen geringeren spezifischen Jahreswärmebedarf als stark gegliederte oder gestaffelte - terrassierte - Gebäude.

Wärmeschutz und bauliche Maßnahmen zur verstärkten Sonnenenergienutzung

Je besser die thermische Qualität der Außenwände ist, um so geringer ist die Effizienz bei der Energieeinsparung. Die Investitionskosten steigen proportional zu den verbesserten Wärmedämmwerten der Außenwand. Gleichzeitig erhöht sich auch bei Anwendung sehr gut wärmegeprägter Außenwände das baukonstruktive Risiko. Die Anschlüsse an anderen Bauteilen - wie z.B. Fenster, Decken und Dächer werden konstruktiv kompliziert, aufwendiger und sind daher mit mehr bauphysikalischen Problemen behaftet.

An dieser Stelle muß vor dem Trugschluß gewarnt werden, daß durch extreme Reduktion der Transmissionswärmeverluste von nichttransparenten Außenwandkonstruktionen höhere Energieeinsparquoten erreicht werden können.

Die Außenwand ist bezüglich der Energiegewinnung durch Sonneneinstrahlung verglichen mit den Fensterflächen zu vernachlässigen. Die positive energetische Auswirkung des Fensters ist direkt abhängig von der thermischen Qualität des gesamten Gebäudes. Es ist grundsätzlich falsch, Fenster als reine Verlustquelle oder Energiegewinnfläche zu betrachten.

Energieeinspareffekte lassen sich nur bei der Ausgewogenheit von Maßnahmen im Zusammenhang - Wärmedämmung nicht transparenter Bauteile mit Größe und thermische Qualität der Fenster - erzielen. Weder das gut wärmegeprägte Haus ohne Fenster (bzw. mit kleinen Fenstern) noch die extreme Verglasung der Südseite eines Gebäudes bewirken die gewünschten Energieeinsparungsquoten.

Die Fensterflächen sollen während der Zeit ohne Sonneneinstrahlung durch bewegliche Maßnahmen zur Vermeidung des Transmissionswärmeverlustes geschützt werden (Temporärer Wärmeschutz am Fenster).

Nur durch die energetische Gesamtbetrachtung des Gebäudes kann eine Energieeinsparung erzielt werden.

3.4 Angepaßte Haustechnik

Die Heizungsanlage muß das gesamte Gebäudekonzept durch sensible Reaktionen auf den jeweiligen Wärmebedarf der Bewohner unterstützen; deswegen sprechen wir von einer angepaßten Haustechnik.

Bei Nichtbenutzung der Wohnung oder einzelner Räume muß den Bewohnern die Möglichkeit gegeben werden, sich durch die Absenkung der Raumtemperatur energiesparend zu verhalten. Dabei dürfte der Nachbar durch den s.g. "Wärmeklau" nicht benachteiligt werden. Ein rasches Aufheizen bzw. reagieren des Heizungssystems auf die kurzfristig auftretenden Solargewinne, muß durch entsprechende technische Konzeption der Anlage in Räumen sowie durch Steuerung und Regelung gewährleistet werden.

Bei der Auslegung des Heizwärmeerzeugnisses darf durch die individuelle Senkung der Raumtemperatur und dem gleichzeitigen Wunsch nach einem schnellen Aufheizen, der Energieeffekt durch Vorhalteverluste der gesamten Heizungsanlage nicht aufgehoben werden. Das Heizsystem soll sich den jeweiligen Nutzungsanforderungen flexibel anpassen können und die örtliche Energieversorgungsmöglichkeiten optimal nutzen. Der Wärmeerzeuger soll die Umweltenergien sowie Abluftwärme aus den Wohnungen verwerten können.

Die Entscheidung für einen adäquaten Wärmeerzeuger zentral oder dezentral, hängt sehr stark von den örtlichen Gegebenheiten ab und kann erst nach der Festlegung des Gesamtkonzeptes vorgenommen werden.

Für die Wohnungen mit guter Wärmedämmung und baulichen Maßnahmen zur verstärkten Sonnenenergienutzung sind gestaffelte Raumheizsysteme - Grundheizung - Zusatzheizung besonders geeignet. Die Grundheizung (träges Heizsystem) deckt den Wärmebedarf bis zu einer Raumtemperatur von ca. 15-16°C. Die Differenz bis zur gewünschten Raumtemperatur von 20-21°C wird durch die Sonneneinstrahlung, Ausnutzung der inneren Wärmequelle und ein schnell reagierendes zusätzliches Heizgerät im Raum abgedeckt.

Im Zusammenhang mit der Raumheizung muß die vernünftige mindest Be- und Entlüftung der Wohnung gewährleistet werden.

Es wird vorgeschlagen, eine gezielte Durchlüftung der Wohnung mit der Mindestlüftungsmenge (0,5-0,7fache Luftwechsel) durch die Entlüftung innenliegender Bereiche (Bäder - WCs - Küchen) vorzunehmen. Aus der Abluft kann mittels einer Wärmerückgewinnungsanlage die Abluftwärme zur Heizung und Warmwasserversorgung wieder verwertet werden.

Die Erfahrungen aus den Forschungsvorhaben, die sich mit dem Lüftungsverhalten der Bewohner auseinandergesetzt haben, zeigen, daß sowohl technische als auch organisatorische bzw. verrechnungstechnische Voraussetzungen geschaffen werden müssen, um bei den Bewohnern das energiesparende Lüftungsverhalten anzuregen. Solange dieses nicht vorausgesetzt werden kann, werden die Energiespareffekte trotz energiesparender Bauweise bzw. rationeller Heizungstechnik kaum in den gewünschten und erzielbaren Größen erreicht werden können.

Die ersten praktischen Versuche mit geeigneten Heizungs- und Lüftungssystemen werden bei dem Bauvorhaben "Energiesparhaus Berlin" durchgeführt.

Die Konzeption des Heizungs- und Lüftungssystems muß in enger Kooperation mit den planenden Architekten, Energietechnikern, Energieversorgungsunternehmen und den Heizungsanlagenbetreibern (in der Regel Bauherrn) durchgeführt werden.

Die Heizkostenabrechnung muß die Anreize zu sparsamem Verhalten geben und die vertragliche Vereinbarung zwischen Bewohner und Wärmelieferanten müssen klare und durchschaubare Verhältnisse schaffen.

4. Bewilligung der Mittel und Ergänzungsprojekt

Eine beispielhafte Demonstration kann einmal im Rahmen des sozialen Wohnungsbau (Mietwohnungen und Eigentumsmaßnahmen) erfolgen. Optimal wäre es, wenn es daneben gelänge, freifinanzierte oder im zweiten Förderungsweg begünstigte Eigenheime und Eigentumswohnungen mit in das Projekt zu integrieren. Zu diesem Zweck wäre ein Grundstück erwünscht, bei dem im Kernprojekt die notwendige Mindestmenge an Wohnungen erreicht werden könnte. Parallel zur Planung und Durchführung dieses Bauvolumens müßte versucht werden weitere Investoren "anzuwerben" und von den Vorteilen des Vorhabens zu überzeugen. Gerade dieser Ergänzungsteil wäre von besonderer Bedeutung, weil es langfristig darauf ankommt, vor allem private Einzelinvestoren von der Nützlichkeit der demonstrierten Konzeption zu überzeugen. Zu diesem Zweck müßte mit Maklern, Bausparkassen, der Stadtsparkasse, privaten Bauträgern und Architekten Kontakt aufgenommen werden, um potentielle Bauherren zu erreichen. Über den Erfolg solcher Bemühungen läßt sich ex ante keine verbindliche Aussage machen. Im weiteren Verfahren müßte geklärt werden, ob dieses Ergänzungsvorhaben eine Realisierungschance hat. Im Rahmen des Ergänzungsprojektes soll versucht werden, Gruppenbauherren, die gemeinsam Eigenheime oder Eigentumswohnungen errichten, an eine Beteiligung zu interessieren. Es sollte erprobt werden, inwieweit Selbsthilfe, wie sie gerade im Einfamilienhausbau üblich ist, mit Energiesparprojekten vereinbar ist.

Durch die Bewilligung der öffentlichen Mittel und die entsprechenden Bewilligungsaufgaben muß sichergestellt werden:

- daß die Energiesparabsichten in der Umsetzung auch realisiert werden
- daß gezielte Bemühungen unternommen werden, die atypische Hausformen und Grundrißzeichnungen nicht mit Mehrkosten zu realisieren

das bedeutet unter anderem, daß Kosten- und Energieeinsparungen sich zu Gunsten der Investoren und Nutzer auswirken sollten. Es muß insbesondere geprüft werden, inwieweit sich auf Dauer bei bestimmten Bewirtschaftungskosten (Verwaltungskosten, Instandhaltung) Unterschiede zu "normalen" Wohnungen ergeben könnten. Diese Unterschiede dürfen nicht zu Lasten der Investoren gehen. Die Investoren dürfen im Rahmen der Kostenmietkalkulation durch die Durchführung des Projektes nicht benachteiligt werden.

5. Planungsablauf

Eine interdisziplinär zusammengesetzte Planungsgruppe erstellt in einem kooperativen und partnerschaftlichen Planungsprozeß das Gesamtkonzept.

Dieses Konzept soll mittels des im Planungsprozeß integrierten energetischen Optimierungsverfahrens stufenweise erarbeitet werden.

Vorschlag für die Zusammensetzung einer interdisziplinären Planungsgruppe gliedert nach Qualifikationen:

- o Architekt
- o Tragwerksplaner
- o Planer der haustechnischen Anlagen
- o Energietechniker
- o Wohnwirtschaftler
- o Rationalisierungsfachmann
- o Finanzierungsfachmann

Die Kommune übernimmt die Aufgaben des Bauträgers und koordiniert das Vorhaben.

Die Kommune stellt die Verbindungen zwischen den Bewohnern und der Planungsgruppe her.

In enger Zusammenarbeit mit dem Bauträger werden von Anfang an ökonomische Überlegungen in die Entscheidungen integriert.

Bei der Planung wird der Schwerpunkt auf die Kooperation aller Beteiligten gelegt.

Das Gesamtkonzept beinhaltet:

- Architektonische und städtebauliche Gestaltung
- Konzeption der Energieversorgung
- Konzeption der angepaßte Haustechnik
- Erarbeitung einer adäquaten Organisationsform und Vertragswesen
- Kostenplanung - gliedert nach Investition - Folge und Betriebskosten

Zur Erstellung des Gesamtkonzeptes werden 3 - 4 alternative Modelle entwickelt und nach folgenden Kriterien bewertet:

- Städtebauliche Gestaltung
- Architektonische Gestaltung
- Energieeinsparquoten
- Investitionskosten
- Folge- und Betriebskosten
- Organisatorische Durchführbarkeit
- Nutzerakzeptanz
- Wohnwertverbesserung

Im Dialog aller Beteiligten, Planungsgruppen - Bauträger - Kommune, werden einzelne Modelle bewertet und die Auswahl des optimalen Gesamtkonzeptes vorgenommen.

Nach der Festlegung des Gesamtkonzeptes wird die Realisation des Bauprojektes durchgeführt.

Nach unserer Erfahrung werden einzelne bauliche Maßnahme zur verstärkten Sonnenenergienutzung vom Hersteller zu überhöhten Preisen angeboten. Die Produzenten begründen dieses kaum zu rechtfertigende Kostenniveau mit der Risiko-trächtigkeit des Neuen.

In mehreren intensiven Gesprächen über Kostenoptimierung im Herstellungsprozeß und dem gemeinsamen Suchen nach Rationalisierungsmöglichkeiten, konnten die effektiven Kosten sehr weit gesenkt werden.

Deswegen betrachten wir es als unbedingt notwendig, durch Mitwirkung der Planenden im Herstellungsprozeß, die gewünschte Kostenreduktion zu erreichen.

Die Aufteilung des Planungshonorars erfolgt nach Leistungen der Beteiligten.

Für die Mehraufwendungen bei der Planung werden zusätzliche Forschungsmittel beantragt. Diese könnten ca. 20-30% des geltenden Gebührensatzes nach HA01 betragen.

Die Kommune erhält eine zusätzliche Vergütung für die Organisation, Finanzierung und Risikobereitschaft aus den Forschungsmitteln.

Die Planungsgruppe wird nach Abschluß der Baumaßnahmen folgende Auswertungen, Messungen, Beobachtungen und Dokumentationen vornehmen.

1. Dokumentation des kooperativen Planungsprozesses
2. Installation der Mindestmeßtechnik zur Durchführung der energetischen Effizienzkontrolle über zwei Heizperioden
3. Durchführung und Auswertung der Messungen
4. Aufzeigen der Verbesserungsvorschläge
 - Planungsabwicklung
 - Planung
 - Ausführung
 - Organisation
 - Energiekonzept

Obwohl von den Voraussetzungen ausgegangen wird, im Rahmen des Kostenlimits im Sozialen Wohnungsbau eine wesentlich höhere Energieeinsparung erreichen zu können, muß bei der Entscheidung für das Gesamtkonzept, die unter Umständen notwendige und von allen Beteiligten dann als sinnvoll angesehene Kostensteigerung für noch zu gering entwickelten und in der Praxis angewandten Technologien, möglich sein.

o Ursachen

Die hohen Kosten der geplanten Gebäude mit dem Energieeinsparprädikat haben verhindert, daß Projekte mit erheblichem Innovationsgrad realisiert werden konnten. Die Energiepreise haben sich nach den turbulenten Entwicklungen in den 70-er Jahren dem üblichen Preissteigerungsniveau angepaßt.

Die Gesellschaft zeigt zunehmend weniger Interesse, die öffentlichen Mittel in die Entwicklung von modellhaften Beispielen energiesparender Bauweise zu investieren. Die Sättigungsraten im Wohnungsbau, die Knappheit der öffentlichen Mittel und die schwierige Lage der Bauwirtschaft zwingen die Politiker neue kostengünstige und arbeitsplatzsichernde Bauprogramme ins Leben zu rufen. Eine kurzfristige Senkung von fast nicht mehr bezahlbaren Baukosten gewinnt zunehmend größere politische Bedeutung und somit Vorrang vor den längerfristig angelegten Maßnahmen zur Senkung der Betriebskosten durch Energieeinsparung.

Eine nicht unerhebliche Gruppierung innerhalb dieser Gesellschaft fühlte sich motiviert, der Ökologie verpflichtete Baumodelle zu entwickeln. Dabei ist die Energieeinsparung nur ein Teilaspekt, der mitgelöst werden muß.

Durch das Gesetz zur Energieeinsparung mit den dazugehörigen Verordnungen (Wärmeschutzverordnung, Heizungsanlagenverordnung, Heizungsbetriebsverordnung) wurde das energiesparende Bauen politisch abgesichert.

In einem Forschungsbericht (beziehbar bei IRB-Verlag Information für Raum und Bau der Fraunhofer Gesellschaft in Stuttgart - F1991) wurde der statistische Heizölverbrauch von Gebäuden mit mehr als zwei Wohnungen für die Heizperioden von 1978/79 bis 1982/83 in verschiedene Städte der Bundesrepublik veröffentlicht. Die Daten über den Heizölverbrauch basieren auf Erhebungen an 50.000 Gebäuden in denen Heizkosten seit mehr als drei Jahren nach dem Verbrauch abgerechnet wurden. Es wurden ausschließlich Gebäude mit zentraler Wärmeversorgung ohne zentrale Brauchwassererwärmung untersucht. Aus Gründen der Vergleichbarkeit wurde der Heizölverbrauch jeweils auf 1 m² Wohnfläche bezogen angegeben.

- In 47 % der Gebäude lag der der Heizölverbrauch bei weniger als 20 Liter.
 - 31 % wiesen einen Verbrauch zwischen 20 und 25,
 - 16 % einen Verbrauch zwischen 25 und 30 und lediglich
 - 6 % einen Verbrauch von mehr als 30 Litern auf.
- Eine wichtige Einflußgröße für den Durchschnittsverbrauch ist die Gebäudegröße. Es wurde in Gebäuden mit:
- 700 qm Wohnfläche ein jährlicher Durchschnittsverbrauch von 21,10 l ermittelt.
 - In Gebäuden mit 700 bis 1000 m² lag dieser Wert bei 19,92 l
- und in Gebäuden mit mehr als 3000 m² Wohnfläche nur bei 18,85 l.

Diese Untersuchung bestätigt die These (s. Kapitel 2.2), daß kompakte Gebäude bei gleicher thermischer Qualität weniger Energie verbrauchen.

Durchschnittsverbrauch für ausgewählte Städte im Vergleich in l/m^3 a

	1978/79	1979/80	1980/81	1981/82	1982/83
51 Aachen	30,39	23,59	23,28	21,96	20,02
89 Augsburg	24,35	22,01	20,66	20,11	18,14
1 Berlin	30,25	25,47	23,43	23,15	20,00
28 Bremen	32,36	26,63	25,07	25,22	21,18
43 Essen	30,03	23,96	23,24	22,39	19,70
6 Frankfurt	28,59	23,36	23,29	22,84	20,65
78 Freiburg	24,15	20,97	20,41	19,52	17,65
81 Garmisch-Partenkirchen	27,85	24,65	24,20	22,63	21,92
2 Hamburg	34,07	29,19	26,14	26,19	22,71
3 Hannover	30,01	24,42	22,71	22,57	20,13
75 Karlsruhe	25,57	21,52	20,90	19,76	18,31
35 Kassel	30,63	24,76	24,16	23,26	20,67
23 Kiel	31,60	27,42	25,27	25,29	22,71
5 Köln	29,43	22,93	21,63	21,50	19,85
8 München	25,46	21,43	21,47	21,82	19,66
44 Münster	31,22	24,85	23,68	22,76	20,82
85 Nürnberg	25,41	21,71	21,50	21,11	19,56
84 Regensburg	26,70	22,19	21,85	20,97	19,40
66 Saarbrücken	29,88	23,88	23,86	22,89	21,27
7 Stuttgart	26,63	22,13	21,94	21,08	18,79
55 Trier	27,32	20,90	20,60	20,77	18,31
87 Würzburg	27,53	22,23	22,22	21,56	19,14
Bundesdurchschnitt					
l/m^3 a	29,37	23,93	23,16	22,57	20,27
kWh/ m^3 a	293,70	239,30	231,60	225,70	202,70

Quelle: Sanitär- und Heizungstechnik Nr. 9 1985 Seite 568

Analysiert man die Tabelle, wird man feststellen, daß die größte Heizkostenreduktion in den Städten nördlich der Rhein-Main-Linie stattgefunden hat. Zum Beispiel wurden der Heizölverbrauch in Freiburg von 24,15 l in der Heizperiode 1978/79 auf 17,65 l in der Heizperiode 1982/82 gesenkt. Gleichzeitig wurde eine Senkung des Heizölverbrauchs in Hamburg von 34,07 l 1978/79 auf 22,71 l 1982/83 erzielt. Somit betrug in Freiburg die Einsparung 6,5 l und in Hamburg 11,38 l. Betrachtet man die ortsüblichen Bauweisen bis zur Einführung der Wärmeschutzverordnung in einzelnen Regionen, kann man feststellen, daß im süddeutschen Raum z.B. in Freiburg Doppel- oder Kastenfenster zur Standardausstattung von Wohnbauten gehörten. Anders war die Bautradition im norddeutschen Raum. Bedingt durch ein milderes Klima (hohe Außentemperaturen in den Wintermonaten) wurden in der Regel die einfach verglasten Fenster eingebaut. Die Subventions- und Förderprogramme zur Verbesserung des energetischen Zustandes von Altbauten hatten zur Folge, daß bei sehr vielen Gebäuden die Fenster ausgetauscht wurden, d. h. die einfachverglasten oft sehr undichten Fenster wurden durch dichte Fenster mit Isolierverglasung ersetzt. Diese Verbesserung brachte die höhere statistisch ermittelte Senkung des Heizölverbrauchs als bei vergleichbarer Bausubstanz im süddeutschen Raum. Ob die dafür angewandten Mittel der Öffentlichen Hand den gewünschten Kosten-Nutzen-Effekt erbracht haben, ist zu bezweifeln. Bei einem Ölpreis von ungefähr 0,60 DM pro Liter beträgt die Einsparung in Hamburg pro m² Wohnungsfläche DM 6,82. Bei einer betriebswirtschaftlichen Amortisationsberechnung konnte durch die eingesparten Heizkosten ? dafür notwendigen Investitionskapital für neue Fenster zur Verfügung gestellt werden. Volkswirtschaftlich betrachtet kann die Bundesrepublik einen Erfolg verbuchen. Wenn diese Statistik einigermaßen repräsentativ sein sollte, wurden in den letzten 5 Heizperioden durchschnittlich fast 10 l Öl pro m² Wohnfläche und Jahr eingespart. Die Verbesserung des Wärmehaushaltes von Gebäuden, Einbau von dreifach isolierverglasten Fenstern, Verbesserung der thermischen Qualität der Außenwände, Einbau energiesparender Heizsysteme, ausgelöst durch die Förderprogramme, haben der Bauwirtschaft ein relativ hohes Bauvolumen verschafft. Die staatlichen Mittel zur Senkung des Heizenergieverbrauchs haben bewirkt, daß die vorhandene Bausubstanz saniert werden konnte und die Bauwirtschaft Aufträge hatte bei gleichzeitiger Verringerung des Heizenergieverbrauchs. Das mit öffentlichen Mitteln die seit Jahren fällige Sanierung des Gebäudebestandes unter dem Motto der Energieeinsparung vollzogen wurde beweist, daß durch die Förderprogramme nur selten das eigentliche Ziel erreicht wird.

Anstelle der Innovationen fördernden Euphorie der späten siebziger Jahre ist allzu verständlich in den frühen achtziger Jahren die Resignation eingetreten. Einerseits zwangen die stetig steigenden Boden- und Baupreise zum ökonomischen Umdenken, andererseits wurde nach berechtigter Kritik über die mangelnde architektonische Qualität des Gebauten die Architektur wieder gesellschaftsfähig erklärt. Die Architekten haben die Architektur für sich und vom Publikum unterstützt wiederentdeckt. Die Ängste der Architekten, daß sich eine dem Licht und der Sonne verpflichtete Architektursprache durch das Energieeinspargesetz nicht mehr realisieren

läßt, haben sich nicht bewahrheitet. Es ist nachwievor alles machbar, vorausgesetzt, die Gesellschaft verlangt es. Die Architektur wird wieder gemacht, häufiger ausgestellt als gebaut und leidenschaftlich diskutiert, nicht nur unter den Fachleuten. Die Architekten sind gesellschaftlich wieder erkannt worden. Sie bekamen sogar ein Architekturmuseum, wie auch schon sehr viel länger Becker oder Weinbauer es geschafft haben, ihre Arbeit museal zu verwerten. Der Begriff "Architektur und Energie" klingt zunehmend abgedroschener.

Viel zu viele realisierte und geplante Beispiele der sogenannten Solar-Architektur kann man kaum mit dem Prädikat "gute Architektur" versehen. Die einseitige Auslegung der Gebäudeform und der Gebäudegestalt nach den Kriterien potentieller Sonnenenergiegewinne haben die Komplexität des architektonischen Gestaltens reduziert. Die einseitige "energiefunktionalistische" Vorgehensweise stand im Widerspruch zur Komplexität des architektonischen Schaffens, so daß keine komplexe architektonische Qualität entstehen konnte. Trotz vieler Aktivitäten blieben am Ende nur wenige gestalterisch befriedigende Beispiele übrig. Diese wären auch ohne die hochtrabenden Zielvorstellungen, energiesparende oder solare Architektur kreieren zu wollen, entstanden.

Die Architektur benötigt keine technologischen Anstöße und Ausrichtungen, um die Qualität im einzelnen zu beweisen. Die große Technologiegläubigkeit hat noch nie eine gute Architektur hervorgerufen. Genauso wie ein übertriebener und falsch verstandener Funktionalismus landauf landab "Märkische Viertel" möglich machte, hat die allzu einseitige Ausrichtung von Gebäuden zur Sonne oft zur Minderung der Qualität beigetragen und Surrogate der Architektur geschaffen.

Gerade weil das Bauen von Wohnungen eine sehr persönliche Beziehung zwischen Menschen und angewandter Technik herstellt, ist ein Haus - ein Gebäude kein beliebig identisch herstellbares von einseitigen Maximen der Funktion ableitbares Gut. Es umgibt das eigne Leben, und deswegen ist die persönliche Übereinstimmung jedes einzelnen mit seiner Behandlung die wesentliche Voraussetzung für die Qualität der Architektur.

Nur ganzheitliche Konzeptionen von der Gebäudeform und der Grundrißorganisation bis zu den Betriebs- und Instandhaltungskosten können letztlich Erfolg haben. Wirklich entscheidende Durchbrüche bei der Findung brauchbarer und für das energiesparende Bauen wirksamer Lösungen (aufeinander bezogene Maßnahmenfolgen) können nur vor dem Hintergrund ganzheitlicher Konzeptionen entstehen. Ein Haus muß als Gesamtsystem, bestehend aus mehreren Subsystemen wie: Konstruktion, haustechnische Anlagen, Nutzer usw. betrachtet werden. Seine Ökonomie wird auf Grund von Investitions-, Betriebs- und Instandsetzungskosten bestimmt.

Die angestrebten Problemlösungen dürfen nicht in den einzelnen Teilbereichen der Subsysteme gesucht werden (diese Tendenz kennzeichnet das bisherige Entwicklungsfeld auf diesem Gebiet), sondern im Zusammenwirken dieser Subsysteme und den Gesetzmäßigkeiten, die sich daraus ergeben.

Energieeinsparungen in Abhängigkeit von Gebäudeform und Grundrißdisposition.

Gebäudeform, -organisation und -lage als Einflußparameter.

Weitere Einflußgrößen des energiesparenden Bauens sind die Gebäudeorganisation, die Gebäudegeometrie und die Lage von Räumen im Gebäude. Bisher wurde die Gebäudeform oder -geometrie auf Grund erwünschter Zusammenhänge im Gebäudeinneren, konstruktiver Bedingungen, Beziehungen zur Gebäudeumgebung (städtebauliche bzw. landschaftliche Aspekte) und gestalterischer Intentionen entwickelt. Aus der Überbetonung des einen oder anderen Aspektes entstanden die einzelnen "Architekturrichtungen" wie Funktionalismus, Formalismus, Konstruktivismus usw. mit entsprechenden Zwischenformen. Seit dem allgemein herrschenden Energieeinsparungstrend bekommt die Gebädegestaltung noch eine zusätzliche Dimension. Hier und dort verstreute Versuche von Architekten, das Gebäude in seiner Form und Orientierung an die umweltbedingten Einflüsse (meteorologische Bedingungen, Sonneneinstrahlung, Windrichtung) anzupassen, zeigen, daß bislang - abgesehen von der traditionellen anonymen Bauweise - im allgemeinen auf diese Einflußgröße wenig Rücksicht genommen wurde. Eine zunehmende Entfernung der modernen Techniken und Bauformen vom traditionell Überlieferten bewirkte auch den Verlust des Gefühls für die Bedingungen, welche aus dem Zusammenhang von Gebäudeform, Gebäudeorganisation und -lage sowie den gegebenen Umweltbedingungen entstehen.

Andererseits werden in Anlehnung an das Haus im Süden mit seinen dicken, speichenden Mauern, kleinen, wirkungsvoll sonnengeschützten und durch üppige Bepflanzung beschatteten Fenstern sowie an das gut isolierte Holzhaus in den kalten Bergregionen, massiv und wärmespeichernd, mit überlegter Raumanordnung um eine zentrale Wärmequelle, nur mehr Atrappen erstellt. Man baut die Häuser als nostalgische Nachahmung des historisch-traditionellen rein formal, d.h. ohne begründeten Inhalt nach, unter Anwendung moderner Herstellungsverfahren und Konstruktionen.

Die Gründe, welche zu den einzelnen Maßnahmen führten, sind heute vergessen, und die daraus entstandenen Formen wurden als reine Dekorationselemente übernommen. Eine Studie der traditionellen Bauformen wäre als Anregung für Entwicklung der energiesparenden Baukonzepte angepaßt an den heutigen Stand der Technik bestimmt nützlich.

Die Planungsdimension Energie gehört genau wie die Entwurfs- und Konstruktionsprinzipien (Regeln der Baukunst) in die Verantwortlichkeit des Architekten. Dabei sollte diese Planungsdimension mit der gleiche Sorgfalt und Selbstverständlichkeit behandelt werden wie die Entwurfs- und Konstruktionsprinzipien (Regeln der Baukunst) und alle anderen Planungsfaktoren (z.B. Form, Funktion, Ökonomie etc.)

Der Stellenwert dieser Planungsdimension, wird von Fall zu Fall von der jeweiligen Bauaufgabe und von der Fähigkeit des einzelnen Architekten abhängen sich mit dieser Thematik auseinanderzusetzen und sie sinnvoll auszuwerten.

Dabei darf weder eine fragwürdige und modernistische Energie-Architektur herauskommen noch traditionelles Bauen überbewertet werden. Die bewußte und verantwortliche Auseinandersetzung mit Energie, mit Topographie, Klima, mit Natur und Umwelt, sollte selbstverständlich zu neuen gestalterischen Ergebnissen führen.

Bisher entstanden nur wenige Beispiele energisparender Architektur die der Planungsdimension Energie in das Gesamtkonzept architektonisch sinnvoll integriert haben. Oft wirken Solarhäuser fremdartig exaltiert oder bieder und ungekonnt gestaltet.

Im folgenden Kapitel werden die größten Wettbewerbe, eingeleitete Solar- oder Energiesparbauvorhaben sowie einzel Unternehmungen von privaten Bauherren ohne staatliche Subventionen dargestellt.

Die Suche nach einer adäquaten Architektursprache für die Gebäude mit passiven und aktiven Maßnahmen zur Sonnenenergiegewinnung begann ende der siebziger Jahre mit zwei Wettbewerben.

6.1.1 Wettbewerb: Solarhäuser Landstuhl

Der Bundesminister für Forschung und Technologie (BMFT) hat 1979 gemeinsam mit dem Fraunhofer Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung Karlsruhe (ISI) einen zweistufigen eingeladenen Wettbewerb für die Bebauung des Baugebietes "Auf der Melkerei" in Landstuhl ausgeschrieben. Gesucht wurden freistehende und gereimte und Gartenhofartige Eigenheime mit geringem Energieverbrauch, extreme Ausrichtung zur Sonne bei Beibehaltung hervorragender architektonischer Qualität. Von 48 eingereichten Entwürfen wurden 21 Solarhäuser zur Realisation ausgewählt und empfohlen. Die zukunftsweisende Aspiration des Auslobers bezog sich auf folgende Kriterien:

- architektonische Qualität
- Energietechnik
- Wohnkomfort

Der Auslober war bereit, durch umfangreiche Fördermaßnahmen, wie:

- o kostenlose Beratung (finanziert durch das BMFT)
- o kostenloser Entwurf (finanziert durch das BMFT)
- o Zuschüsse für die Investitionen in die energiesparende Haustechnik
- o steuerliche Begünstigungen

die rasche Realisierung zu unterstützen. ISI richtete in Landstuhl ein eigenes Beratungsbüro für die zukünftigen Eigenheimerbauer ein.

Es fanden viele Veranstaltungen mit potentiellen Bauherrn statt. Die Ergebnisse des Wettbewerbs sind in zahlreichen Veröffentlichungen der lokalen und überregionalen Tagespresse, sowie in den einschlägigen Fachzeitschriften und in Fachbüchern einer breiten Öffentlichkeit vorgestellt worden. Bis 1985 wurden 9 Gebäude erstellt.

Wo lagen die Ursachen für die unvollkommene Realisierung?

Anfangs hatten die Auslober große Probleme, den Bebauungsplan rechtlich und verwaltungstechnisch durchzusetzen. Als 1982 diese Hürde überwunden wurde, kamen Probleme mit den Investoren. Trotz hoher Fördermittel konnte man einzelne Bauherren nicht begeistern, bis zu 100.000 DM mehr für ein solares oder energiesparendes Haus zu bezahlen. Die soziologische und bauplanerische Vorarbeit haben die Realisierung der geplanten Gebäude nur geringfügig beschleunigt.

Die Solararchitektur wurde vom Publikum vor allem deshalb nicht angenommen, weil die haustechnischen Anlagen, wie Absorber, Kollektoren Wärmepumpen, sich inzwischen als kostspielig und wenig effektiv erwiesen haben.

Inwieweit die geplante Reduktion des Energieverbrauchs realisiert werden konnte, ist bisher noch nicht bekannt. Eine weitere wissenschaftliche Beobachtung der realisierten Gebäude scheint wegen der geringen Anzahl vergleichbarer Objekte derzeit noch unergiebig.

Der Bundesminister für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau (BMBau) hat in Zusammenarbeit mit dem Institut für Bauforschung e. V. Hannover, Klimasystemtechnik Esdorn Jahn, Ingenieur GmbH Berlin und Neue Heimat Berlin / Frankfurt einen zweistufigen Wettbewerb für die Erstellung von 5 gleichgroßen Mehrfamilienhäusern im Rahmen der Internationalen Bauausstellung (IBA) und drei freistehenden Einfamilienhäusern mit Einliegerwohnung im Rahmen der documenta urbana 1981 ausgelobt und entschieden. Eine qualifizierte Studiengruppe begleitete beratend den Auslober. Nicht das Planen von utopischen Konzepten sondern die rasche und praxisnahe, d. h. noch bezahlbare Realisation stand im Vordergrund der Unternehmung. In der ersten Wettbewerbsstufe wurden Ideen gesammelt und ausgewertet. In der 2. Wettbewerbsstufe wurde aus einer beschränkten Zahl von eingereichten Arbeiten die Projekte zur Realisation empfohlen, die Konzepte wurden nach architektonischen, energetischen und ökonomischen Gesichtspunkten ausgewählt. Das Ingenieurbüro Esdorn - Jahn bewertete die erzielbaren Energieeinsparpotentiale einzelner Projekte durch eine umfangreiche rechnerische Energiebetriebssimulation. Die schlüsselfertigen Angebote der einzelnen Arbeitsgemeinschaften von Architekten, Haustechnikern und Generalunternehmern wurden vom Institut für Bauforschung geprüft.

Die wichtigsten Daten der ausgewählten Angebote sind aus der folgenden Tabelle zu ersehen:

Architekten	Bezugsfläche m ²	Nutzenergiebedarf für Heizung und kWh/m ² .a	Primärenergieverbrauch (*) kWh/m ² .a	äquivalente Ölmenge l/m ² .a	Energiekosten für 25 Jahre DM/m ² .25a	Angebotspreis (Bauwerk, Außenanlagen) DM
a) 6geschossige Wohnhäuser in Berlin						
Faskel Nikolic	943	16	81	8,1	486	3.608.920,--
v.Gerkan Marg u.Partner	1.096	57	94	9,4	523	3.485-240,--
Pysall, Jensen, Stahrenberg u. Partner	972	41	83	8,3	464	3.286.838,--
Schiedhelm Axelrad	1.023	52	99	9,9	572	3.455.000,--
Kilpper u. Partner	993	35	57	5,7	404	2.094.330,--
b) Einfamilienhäuser mit Einliegerwohnung in Kassel						
Hoffmann	137	51	130	13,0	902	345.000,--
Dietz und Partner	182	22	95	9,5	532	341.958,--

*) für Heizung, Lüftung, Warmwasser und Nebenbetriebe

Für viele Angebote wurden von der Studiengruppe Verbesserungen empfohlen.

Während der Vorbereitung der Realisationsphase stieg die Neue Heimat aus dem Vorhaben aus. Die Betreuung der Berliner Häuser übernahm TRIA Fonds, eine private Bau-trägergesellschaft aus Berlin. Die Kasseler Häuser konnten nicht realisiert werden. Ähnlich wie in Landstuhl war das Interesse privater Bauherren zu gering.

In Berlin wurden 4 Mehrfamilienhäuser mit 14 Wohnungen im Winter 1984 und das 5. Haus Ende 1984 fertiggestellt und bezogen. Das städtebauliche Konzept war vorgegeben. Auf das wichtigste Kriterium der energiesparenden Bauweise - nämlich die Minimierung der Räume am Gebäuderand, (s. Kap 2.2) die Kompaktheit des Gebäudes mußte deshalb verzichtet werden.

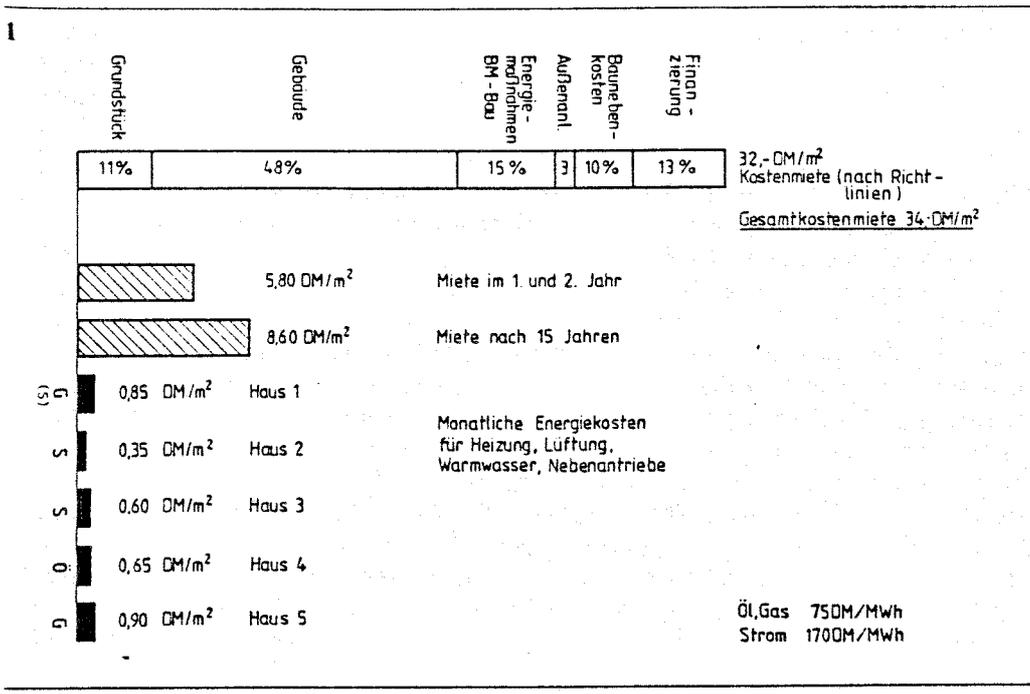
Man baute zwischen den einzelnen turmartigen Gebäude 2-geschossige Verbindungshäuser. Dadurch wurde das gesamte Vorhaben baurechtlich als "ein Gebäude" betrachtet und die Abstände zwischen den einzelnen Gebäuden durften unter 6,0 m liegen.

Die rechnerische Simulation einzelner Energieeinsparkonzepte wurde für freistehende Gebäude ohne Beschattung aus der unmittelbaren Umgebung, z. B. Brandwände im Osten und Süden des Baugeländes durchgeführt. Das prämierte Gebäudekonzept von Faskel - Nikolic mußte deshalb verändert werden. Die Energietechniker befürchteten - unterstützt durch ihre Berechnungen - eine übermäßige Aufheizung der rund um das Gebäude angeordneten thermischen Pufferzone. Allerdings macht die vorhandene umliegende Bebauung im Osten und Süden des Grundstückes dies faktisch unmöglich.

Seit 1984 werden die Verbrauchsdaten und Betriebsstunden der Aggregate (Heizkessel, Wärmepumpe, Sonnenkollektor u.ä.) vom Büro für Klimatechnik Berlin erhoben und ausgewertet. (Eine genaue Beschreibung der einzelnen Konzepte ist in der Schriftenreihe Bau- und Wohnforschung "Energiesparhäuser Berlin und Kassel" Nr. 04.075 des BMBau sowie der Bauwelt Nr. v. 25. 1. 1985 veröffentlicht)

Die Ergebnisse einer zweijährigen Auswertung von Verbrauchsdaten sind noch nicht veröffentlicht.

Folgende Tabelle aus der Bauwelt - Verfasser Axel Jahn, Klaus Sommer faßt die Planungsdaten der einzelnen Gebäude zusammen:



Zitat: Bauwelt 4 vom 25. 1. 1985 - Axel Jahn, Klaus Sommer:

"In der Schemazeichnung 1 ist die Kostenmiete der gezahlten Kaltmiete der Energiekosten gegenübergestellt. Dieses Bild zeigt eindeutig, daß die Energieeinsparung im Wohnungsbau ein volkswirtschaftliches Anliegen ist. Die Kostenmiete ist mit etwa 25 DM/m² monatlich über 15 Jahre subventioniert. Für den Subventionsträger wäre es billiger, die vom Mieter zu zahlenden Energiekosten direkt zu subventionieren, wenn sich damit die Baukosten senken lassen. Dies ist jedoch ökologisch und volkswirtschaftlich nicht wünschenswert. Energie muß weiterhin durch Kapital ersetzt werden. Es sind im Einzelfall jedoch die Grenzen zu beachten. Insbesondere im Wohnungsbau ist aufgrund geringer Vollbenutzungsstunden (1000 bis 1500 h/a) der Anlagen für Heizung und Lüftung auch die Ausnutzung des dafür investierten Kapitals gering.

Der in der Schemazeichnung 1 ausgewiesene Zuschuß von 15 % der Kostenmiete entsprechend 4,80 DM/Monat wird nicht durch die Energiekosteneinsparung gedeckt. Der Zuschuß war unabhängig von den tatsächlichen Kosten der über das gesetzlich verordnete Maß hinausgehenden besonderen Energiesparmaßnahmen. Wenn man voraussetzt, daß die hier auftretende Größenordnung zu verallgemeinern ist, kann man schließen, daß im Wohnungsbau heute besondere Energiesparmaßnahmen nicht viel Geld kosten dürfen. Hier ist also in erster Linie der Architekt gefragt: Anordnung der Gebäude, Grundrißgestaltung, geschickte Zonierung, innenliegende Bäder und, wenn möglich, auch innenliegende Küchen lassen sich auch ohne Mehrkosten ausführen. Die heute beliebten Wintergärten sind insbesondere im Geschosswohnungsbau aus energetischer Sicht vorsichtig zu betrachten. Dem Vorteil der thermischen Pufferzone stehen bei ungeschickter Anordnung der Nachteil des höheren Stromverbrauchs für Beleuchtung und hohe sommerliche Raumtemperaturen der dahinterliegenden Räume gegenüber; dieser Nachteil hatte auch bei einigen Bietern mit zum Ausscheiden geführt. Fest steht heute jedoch, daß sich die Mehrkosten eines Wintergartens nicht annähernd durch gesparte Energie finanzieren lassen. Hierzu müssen andere Qualitäten des Wintergartens herangezogen werden. Die Energiesparhäuser in Berlin sind gerade in dem Nebeneinander der Konzepte aus ingenieurmäßiger Sicht ein sinnvolles Vorhaben, auch wenn die Vorgaben (Gebäudeabmessungen, Einzelhäuser, Lage etc.) nicht allzu viel Spielraum für eine energiebewußte Architektur ließen. Die begleitende Untersuchung wird zeigen, ob die in die Konzepte gesetzten Erwartungen erfüllt werden können."

Trotz mancher praxisimmanenter Unzulänglichkeiten sind die Energiesparhäuser das erste und einzige erfolgreich durchgeführte Beispiel einer energiesparenden Architektur bei Mehrfamilienhäusern in der Bundesrepublik.

Seit fast 2 Jahren sind die Häuser bewohnt und von vielen Besuchern besichtigt worden. Der positive Einfluß auf die Weiterentwicklung des energiesparenden Bauens ist durch die bestehenden Gebäude wesentlich höher, als unzählige seriöse wissenschaftliche Abhandlungen oder veröffentlichte Planungen bewirken könnten. Eine lesefaule und auf das Visuelle getrimmte Gesellschaft ist durch das Gebaute, Bewohnte und Besichtgbare besser beeinflubar als durch kluge Schriften und theoretische Abhandlungen. Zur Zeit werden einige Doktorarbeiten über das Nutzerverhalten und die Wohnqualität im Zusammenhang mit den einzelnen Maßnahmen zur passiven Sonnenenergienutzung, wie z. B. Wintergärten erarbeitet. Die ausgewerteten Befragungen zeigen, daß die meisten Bewohner einzelne Konzepte akzeptiert haben und ihr Verhalten den angebotenen Maßnahmen zur passiven Sonnenenergienutzung angepaßt haben.

Die Entscheidung des BMBau, ein Modellbauvorhaben in einer überschaubaren Zeit auf der Grundlage vorhandener Erkenntnisse, betreut durch bau-qualifiziertes Personal zu realisieren und zur Schau zu stellen, war der einzige richtige Weg zur Weiterentwicklung der energiesparenden Bauweise. Im Gegensatz zu Landstuhl, kann das Modellbauvorhaben "Energiesparhäuser - Berlin" überwiegend positiv beurteilt werden. Das BMBau hat zu wenig verfügbare Finanzierungsmittel, um durch Messungen den Effizienznachweis einzelner Maßnahmen zu erbringen. Die bloße Auswertung der Energieverbrauchsdaten durch das Büro für Klimatechnik wird nur teilweise eine richtige Interpretation der Ergebnisse leisten können. Eine umfangreiche meßtechnische Untersuchung über mindestens zwei Heizperioden hätte eine höhere Beweis- und Aussagekraft für die Weiterentwicklung des energiesparenden Bauens gehabt. So lange man nicht durch umfangreiche wissenschaftliche und meßtechnische Untersuchungen feststellen kann, wie sich die Bewohner verhalten haben,

- o wie waren ihre Lüftungsgewohnheiten
- o welche Temperaturen herrschten in den einzelnen Wohnbereichen,
- o wie intensiv war die Nutzbarkeit von Wintergarten,
- o wurden die Wintergarten mitbeheizt,
- o minderte die Tauwasserbildung an den Fensterflächen des Wintergartens die Nutzungsqualität,

können keine wesentlich neuen Erkenntnisse über das Verhalten energiesparender Gebäude in der Praxis gewonnen werden.

Nach Auswertung der Ergebnisse der letzten zwei Heizperioden sollte erneut überlegt werden, ob durch zusätzliche finanzielle Mittel für ein umfangreiches Meßprogramm die Erforschung des energiesparenden Bauens in der Praxis weitergeführt werden kann. Wegen der Beruhigung am Energiemarkt hat die Energieeinsparung an politischer Brisanz verloren. Die Bauprobleme von heute konzentrieren sich stärker auf die Verbilligung des Bauens. Der Schwerpunkt der Bauforschung der späten achtziger Jahre wird vom Politiker eindeutig in Richtung Reduktion von Investitionen und nicht Betriebskosten definiert.

Der dritte Versuch, energiesparendes Bauen in die Praxis umzusetzen, entsteht zur Zeit im benachbarten Österreich. Das zur Zeit im Rahmen des "Modells Steiermark" (Ein Programm der Österreichischen Volkspartei ÖVP) ein energiesparendes Bauvorhaben mit ca. 35 - 40 Wohneinheiten als eigentumsbildende Maßnahmen im Sozialen Wohnungsbau realisiert. Das Bauvorhaben wird geplant von zwei Architektengruppen: Richter und Gerngroß Wien / Nikolic und Partner Kassel. Die organisatorische Betreuung übernimmt die österreichische Wohnungsbaugenossenschaft in Graz und das Büro des Modells Steiermark. Die Energiefragen werden vom Institut für Umweltforschung (IFU) in Graz bearbeitet. IFU hat einen Forschungsauftrag mit Projektbegleitender Funktion sowie meßtechnischer Überprüfung der realisierten und bewohnten Gebäude vom österreichischen Ministerium für Bauten erhalten. Das Neue bei diesem Vorhaben ist die Zielvorstellung: energiesparende Gebäude mit einer Reduktion des Heizenergiebedarfs auf ca. 60 - 70 kWh/m²a im Rahmen des allgemein herrschenden Kostenlimits im sozialen Wohnungsbau zu realisieren. Im Gegensatz zu den Energiesparhäusern in Berlin soll bei diesem Vorhaben versucht werden, ohne Mehrkosten die energiesparende Bauweise zu verwirklichen.

Die energetischen Berechnungen führt die Abteilung für Bauphysik und Humanökologie, Grundlage des Hochbaus der Technischen Universität Wien unter der Leitung von Prof. Dr. Erich Panzhauser aus.

Zur Verfügung steht ein Grundstück am südlichen Rand der Stadt Graz. Das Gelände ist von der Nordseite abgeschirmt durch eine sehr dichte Baumpflanzung und öffnet sich nach Süden zu einem am Grundstücksrand fließenden Bach. Das Geländegefälle ist geringfügig von Norden nach Süden ausgerichtet. Die geplanten Wohnungen entstehen im Rahmen des sozialen Wohnungsbaus für eigentumbildende Maßnahmen. Für die Planung ist der Zeitraum von 1985 bis 1986 vorgesehen. Die Bauzeit ist von Mitte 1986 bis Ende 1987. Nach Einzug der Bewohner in die Gebäude werden meßtechnische Untersuchungen an verschiedenen Wohnungsgrundrissen mit unterschiedlichen passiven Maßnahmen zur Sonnenenergienutzung durchgeführt. Es ist geplant, über zwei Heizperioden die meßtechnischen Untersuchungen durchzuführen, danach auszuwerten und aus dem gesamten Vorhaben Konsequenzen für eine breite Anwendung von passiven Maßnahmen zur Sonnenenergienutzung im sozialen Wohnungsbau des Landes Steiermark auszuwerten und anzuwenden. Die Betreuung und baubegleitende Kontrolle des Demonstrations-Bauvorhabens sowie die Auswertung der dabei erzielten Forschungsergebnisse sind als österreichischer Beitrag im Sinne der Förderung der International Energy Agency (IEA) Solar-Heating and Cooling Task 8 zu verstehen. Die Ziele des Forschungsvorhabens liegen vor allem darin, an einem Demonstrationsvorhaben zu zeigen, wie ohne nennenswerte Erhöhung der Baukosten, Wohnungsbetriebskosten bedeutend reduziert werden können. Geringe Betriebskosten sind auch vor allem in Sinne des "sozialen Wohnungsbaus" anzustreben.

Nicht mehr allein der Entstehungspreis einer Wohnung, sondern die Betriebskosten stellen den Begriff sozialer Wohnungsbau in Frage, wenn sie unteren Einkommenschichten zwar mit Hilfe der Subjektförderung eine Wohnung leisten können, aber nicht mehr deren Betrieb. Die erarbeiteten passiven Maßnahmen zur Sonnenenergienutzung werden als Planungsvorlagen und Empfehlungen beschrieben und mit Kostenlimits ökonomisch bestimmt. Es soll gezeigt werden, wie die Bewohner die Möglichkeiten der besonderen Bauweise konsequent und energiesparend nutzen können. Für die Planung wurden folgende Vorgaben gemacht:

- die Wahl der Bebauungsform und die Gliederung der Baumassen
- Organisation des Baukörpers
- Landschaftsgestaltung durch Bepflanzung und ähnliches

Die Optimierung der passiven Elemente zur Sonnenenergienutzung erfolgt in enger Zusammenarbeit zwischen Architekten und dem Energieplaner (Prof. Panzhauser).

Folgende Schwerpunkte der energiesparenden Bauweise werden in diesem Demonstrativ-Bauvorhaben berücksichtigt:

1. Standort
2. Gebäude
3. Konstruktion
4. haustechnische Anlagen

1. Aspekte Standortplanung

Orientierung der Hauptfront nach Süden

Vermeidung der Gebäude-Beschattung durch Geländeform und Bepflanzung

Wahl der richtigen Abstände gemäß des Einschtrahlungswinkels der Wintersonne. Dabei ist besonders im Bereich der Bepflanzung auf eine langfristige Entwicklung Rücksicht zu nehmen. Ebenso auf unterschiedliche Voraussetzungen im Winter und Sommer (entscheidend für das Funktionieren von passiven Maßnahmen zur Sonnenenergienutzung ist die ausreichende Beschattung von groß-verglasten Flächen durch die Bepflanzung in den Sommermonaten).

Verringerung der Auskühlung durch Wind

2. Aspekte der Gebäudeplanung

Ebenso wie bei der Auswahl des Standortes, kann durch die richtige Planung des Baukörpers ein hoher Nutzen aus der passiven Sonnenenergie-Nutzung erreicht werden, ohne daß dabei große finanzielle Mittel eingesetzt werden müssen.

Lediglich Verbesserungen durch zusätzliche Schaffung von thermischen Pufferzonen verursachen Mehrkosten, die durch integrierte Planung in einem vertretbaren Kostenrahmen gehalten werden können. Dazu müssen folgende Aspekte berücksichtigt werden:

- kompakte Bauweise
- Minimierung des Anteils an Außenflächen von Wohnräumen
- Vermeidung von Wohnräumen in den Gebäudebereichen, die von der Sonne abgewandt sind, thermische Zonierung

- Maßnahmen zur passiven Sonnenenergienutzung in dem zur Sonne gerichteten Gebäude durch große verglaste Fensterflächen,
- Wintergärten, verglaste massive Wandkonstruktionen (Trombewand-Effekt), Glasdächer,
- natürliche Be- und Entlüftung von Räumen,
- ausgewogenes Verhältnis von transparenten und nichttransparenten Außenflächen
- Abschirmung der exponierte Gebäudeteile durch thermische Puffer, wie Wintergärten, Treppenhäuser, Hofüberdachungen.

3. Aspekte der Konstruktionsplanung

Die Wahl der Baustoffe und die Gebäudekonstruktion ist ausschlaggebend für die Verringerung der Wärmeverluste und für die Wärmespeicherung. Dabei werden folgende Aspekte berücksichtigt:

- gute Wärmedämmung aller Außenbauteile (die geltenden Normen in Österreich schreiben ein wesentlich höheres Wärmedämmniveau als die geltenden Normen in der Bundesrepublik vor),
- Anordnung eines effektiven Sonnenschutzes durch mechanische- bauliche und vegetative Maßnahmen,
- Erhöhung der Wärmespeicherefähigkeit von Räumen durch Anordnung massiver Bauteile im Innern des Gebäudes.

4. Aspekte der Planung der haustechnischen Anlagen

Kernpunkt der haustechnischen Anlagen ist deren Abstimmung mit den Maßnahmen zur passiven Sonnenenergienutzung ohne daß der Wirkungsgrades des Heizungssystems beeinträchtigt wird. Die günstigeren Lösungen sollen in einem zweistufigen Heizsystem gesucht werden, d. h. in der Teilung in Grund- und Spitzenlast- Heizung.

Wärmerückgewinnung aus der Abluft von Wohnräumen und thermischen Puffern,

Einsatz energie- und kostensparender Heizungstechnik.

Nach der Fertigstellung von Gebäuden, werden Messungen der Effizienz eingebauter baulicher und haustechnischer Maßnahmen durchgeführt. Neben den Messungen werden kontinuierlich Befragungen der Bewohner durchgeführt. Für die Vorbereitung der Messung werden die Ergebnisse aus den Optimierungsrechnungen mit dem tatsächlichen Wärmeverbrauch in einer Heizperiode gegenübergestellt. Für diese Gegenüberstellung werden zunächst aufgrund gemessener Klimadaten in dem für das Simulationsprogramm notwendigen Genauigkeitsgrad die Optimierungsberechnungen durchgeführt. Die Verbrauchsmessungen sowie Temperaturmessungen und Registrierung des Lüftungsverhaltens von Bewohnern werden über zwei Heizperioden von bewohnten Wohnungen sowie einer leerstehenden Referenzwohnungen durchgeführt.

Am Ende des Vorhabens soll eine Bewertung der baulichen Maßnahmen nach folgenden Kriterien erfolgen:

- Kosten-Nutzen-Effekt
- Dauerhaftigkeit
- Pflege, Wartung und Betrieb
- Ausführungsprobleme
- Flächengewinne und -verluste
- Behaglichkeit
- Auswirkung auf das Aussehen von Gebäuden

Die betreuende Institution und der Auftraggeber versprechen sich folgende Ergebnisse aus der intensiven Betreuung des Projektes:

- Empfehlungen für die zukünftigen Bauvorhaben im sozialen Wohnungsbau,
- Empfehlungen für das Nutzerverhalten,
- Anweisungen zur überschlägigen Berechnung der passiven Maßnahmen zur Sonnenenergienutzung,
- Entwicklung von Vorschlägen zur Erweiterung von Wohnungsbau-Förderungsrichtlinien und gesetzlichen Grundlagen bei der Raum- und Bauordnung im Hinblick auf die passive Nutzung der Sonnenenergie,
- Empfehlungen für die Planung und Errichtung passiver Maßnahmen im Rahmen des sozialen Wohnungsbaus.

Die zukünftigen Bewohner (Eigentümer) werden von Anfang an in den in Planungsprozeß integriert. Für die baurechtliche Durchführung von Maßnahmen, die im Rahmen der geltenden Bauordnung vorgesehen sind, haben die zuständigen Behörden grundsätzlich eine Sondergenehmigung erlassen. Die Vertreter der staatlichen Förderung werden im Rahmen der geltenden Förderrichtlinien Ausnahmen möglich machen. Die Baukosten müssen dem jetzigen Stand entsprechen. Die Wohnungen müssen für ca. 12.000 Schilling (umgerechnet ca. 1.800 DM) erstellt werden. In diesem Preis sind enthalten:

- Baukosten,
- Baunebenkosten,
- Kosten der Außenanlagen, einschließlich Mehrwertsteuer.

Betrachtet man die ersten, schon seit Sommer 1985 angelauten Planungsphasen, gewinnt man den Eindruck, daß dieses Experiment durch ein qualifiziertes Vorgehen der Beteiligten erfolgversprechend sein könnte.

Projekt Landstuhl

Architekten: Prof. Peter Cook, Christine Hawley

Entwurf 1980

Konzept

Dies ist ein kompaktes, der Sonne zugewandtes Haus. Im Zentrum des Hauses befindet sich die Treppe, die bis unter das Dach führt und ein prägendes gestalterisches Moment im Innenraum darstellt.

Die Küche ist der Westseite des Hauses vorgelagert, ebenfalls an der Westseite ist ein Zimmer mit separatem Zugang angeordnet. Im Obergeschoß liegen nach Norden ausgerichtet die Schlafräume, die durch Dachfenster belichtet werden.

Der Eingang fungiert als thermischer Puffer.

Im Süden dienen Jalousien und Pergola der Beschattung.

Konstruktion

Wände: extrem gut wärme gedämmte Außenwände, geschlossen und wärmeabsorbierend;

Fenster: Drei-fach-Isolierverglasung;

Dach: Flachdach;

Energiekonzept

Die Brauchwassererwärmung übernehmen eine Reihe von Kollektoren auf dem Flachdachaufsatz, dessen größter Teil von einem Absorber bedeckt ist. Absorber und Wärmepumpe bestreiten einen Teil des Heizenergiebedarfs. Der verbleibende Wärmebedarf wird von einer konventionell versorgten Heizanlage der Wand- und Fußbodenheizung zugesteuert. Ein offener Kamin im Wohnbereich kann zur Überbrückung kurzzeitigen Heizbedarfs im Sommer oder in der Übergangszeit, sowie als Notheizung dienen.

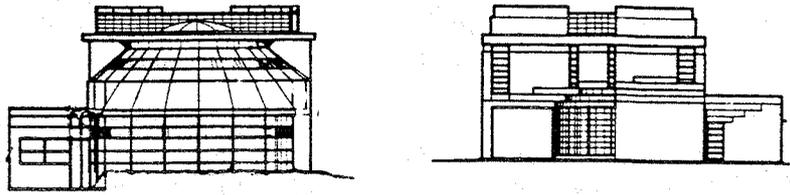
Kommentar

Dieser Entwurf wurde beim Wettbewerb Landstuhl ausgewählt und zur Realisation empfohlen. Lange Zeit bestand eine reelle Chance, daß dieser hervorragende architektonische Beitrag auch realisiert wird. Die Architekten fanden eine adäquate Architektursprache, ohne dabei die Maxime des klassischen Bauens zu vernachlässigen. Wenn das Bauvorhaben realisiert worden wäre, hätte die energiesparende Architektur ein wichtiges Zeichen für diese gesamte Architekturentwicklung gestellt. Dieses Beispiel, das die Erwartungen an innovativen gestalterischen Anstößen durch die Thematisierung des Phänomens Architektur und Energie erreicht hätte, scheiterte am mangelnden Interesse oder Verständnis der Bauherrn.

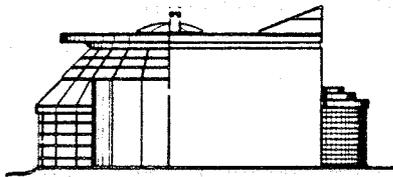
ABBILDUNG 1

Südensicht

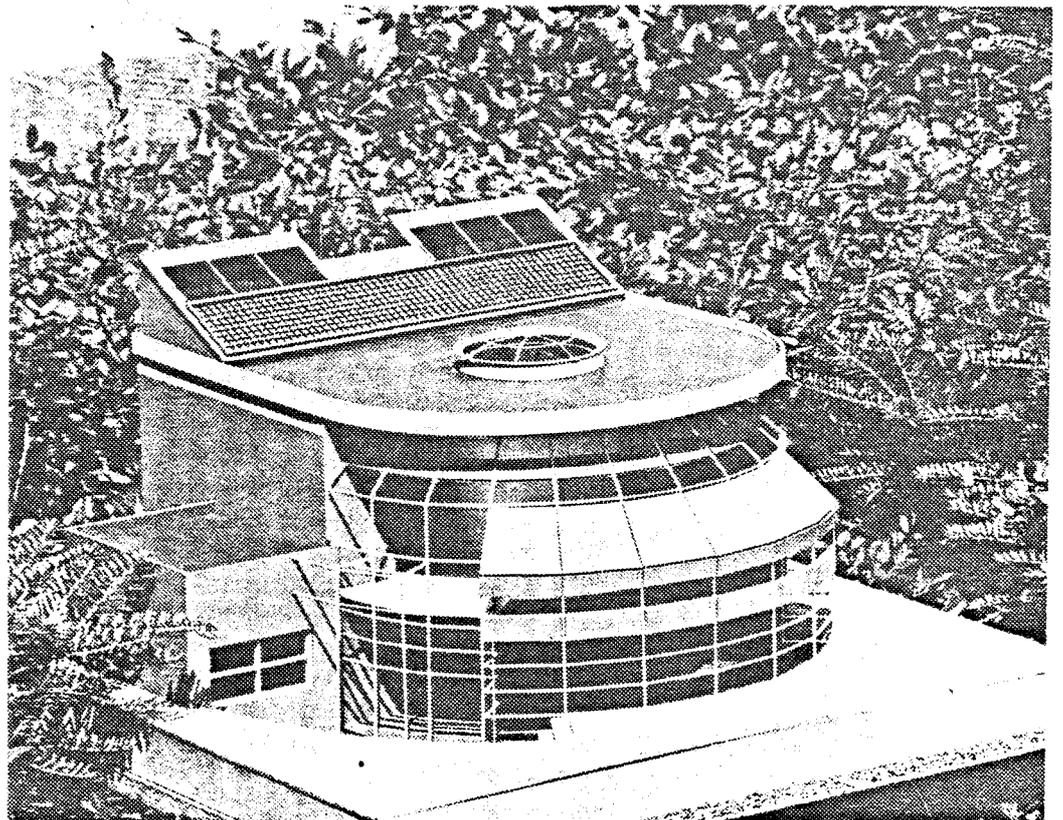
Nordansicht



Ostansicht



Modellphoto



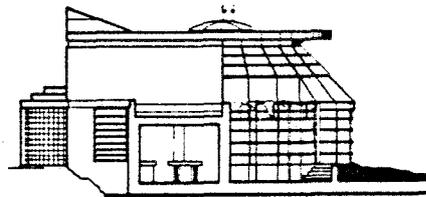
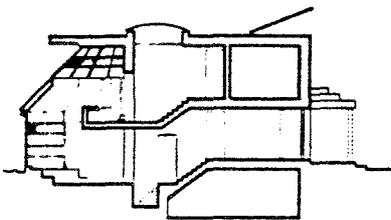
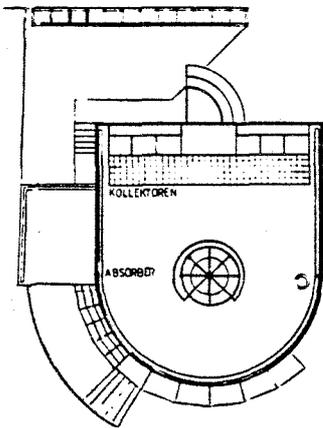
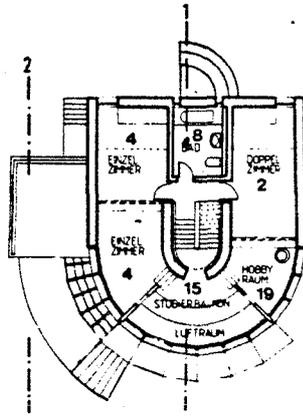
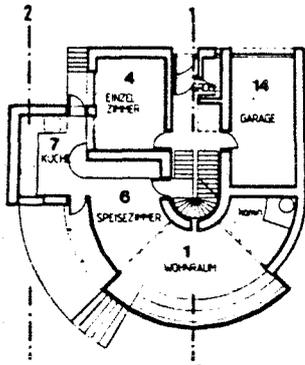


ABBILDUNG 2

Grundriß
Erdgeschoß

Grundriß
Obergeschoß

Dachaufsicht

Schnitte

Projekt Landstuhl
 Eingeschossiges, freistehendes Einfamilienhaus
 Architekt: Prof. Oswald Matthias Ungers
 Entwurf 1980

Konzept

Der Entwurf des zweigeschossigen Einfamilienhauses basiert auf einer quadratischen Grundrißform. Die Form des Quadrats wurde aufgrund der Außenflächenminimierung gewählt. Das Haus ist als ein "Haus im Haus" konzipiert. Es besteht aus drei ineinandergestülpten Häusern:

1. Dem inneren Steinhaus, gleichzeitig die Warmzone; das Winterhaus;
2. Dem umschließenden Glashaushaus, die Pufferzone mit Temperaturengleichung: das Übergangshaus;
3. Dem Grünhaus, die eigentliche Außenhaus, die sich mit der Saison verändert, im Sommer belaubt und Schatten spendet, im Winter entlaubt und praktisch nicht existiert: es ist das eigentliche Sommerhaus;
4. Das Gartenhaus, die Makrozone, die als Grünraum die verschiedenen Hausringe umlagert.

Das Haus dehnt sich also mit der Saisonveränderung aus, bzw. es zieht sich zusammen. Die saisonale Veränderung kann sich, sowohl in horizontaler Richtung: Innenraum - Pufferzone - Wintergarten - Veranda - Garten, als auch in vertikaler Richtung entfalten.

Konstruktion

- Wände: Innenhaus aus Stein, wärmespeichernd;
 Fenster: Der temporäre Wärmeschutz im Bereich der Fenster verhindert den Wärmeabfluß in der Nacht;
 Pergola: Durch einen mit der Jahreszeit wechselnden Bewuchs der Pergola über der Verglasung wird das Innenhaus im Sommer beschattet.

Energiekonzept

Die erwärmte Luft des Gewächshauses kann am höchsten Punkt abgesaugt werden und durch den unter dem Fußboden liegenden Steinspeicher geführt werden, der so aufgewärmt als zusätzliches Wärmepolster für die durch das Gewächshaus gebildete Pufferzone wirkt. Ein durch einfache, in der Sockelzone des Hauses angeordnete Wasserkollektoren erwärmtes Wasserbecken sorgt für weiteren Klimaausgleich. Die Wohnräume im Kern des Gebäudes werden über die vorgeschaltete Gewächshauszone belüftet und beleuchtet. Die in diesem Bereich schon erwärmte Luft vermindert den Lüftungswärmebedarf.

Die an das Gewächshaus angrenzenden geschlossenen Wandflächen sind im Obergeschoß verglast. Die eingeschlossene Luft wirkt nachts bei geschlossener Luftführung als Wärmedämmung. Am Tag wird die eingestrahelte Sonnenenergie wie bei einer Trombe-Wand in Wärme umgesetzt, von der Wand gespeichert und nachts phasenverschoben an die dahinter liegenden Räume abgegeben. Die im Luftspalt erwärmte überschüssige Luft kann bei Öffnung der Luftführung wie die erwärmte Luft aus dem Gewächshaus dem Steinspeicher zugeführt werden.

Projekt Landstuhl, Architekt Ungers

Kommentar

Obwohl beim Wettbewerb Landstuhl prämiert und von der Stadt Landstuhl mit einem Sonderpreis ausgezeichnet, wurde dieser Entwurf für die Ausführung nicht empfohlen. Ungers zeigt neue Wege in der energiesparenden Architektur, revolutionär und konsequent. Er hat die Maximen, passiver Sonnenenergienutzung in eine wegweisende, architektonische Gestaltung umgesetzt.

Das Haus-im-Haus-Prinzip ist eine hervorragende und adäquate Antwort auf die gestellten Anforderungen. Sicher war das Haus zu teuer und für die Bewohner zu ungewöhnlich. Wenn dieses Projekt realisiert worden wäre, hätte die energiesparende Architektur einen großartigen Beitrag für die Entwicklung ihrer Formsprache erhalten. Das Projekt ist ein Beispiel für zögernde Bereitschaft, gestalterische, innovative und somit herausragende Bauten zu realisieren.

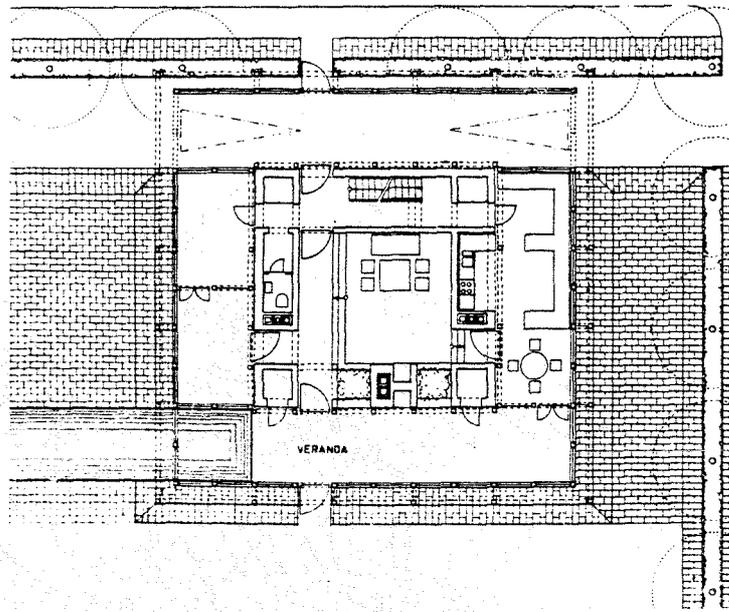
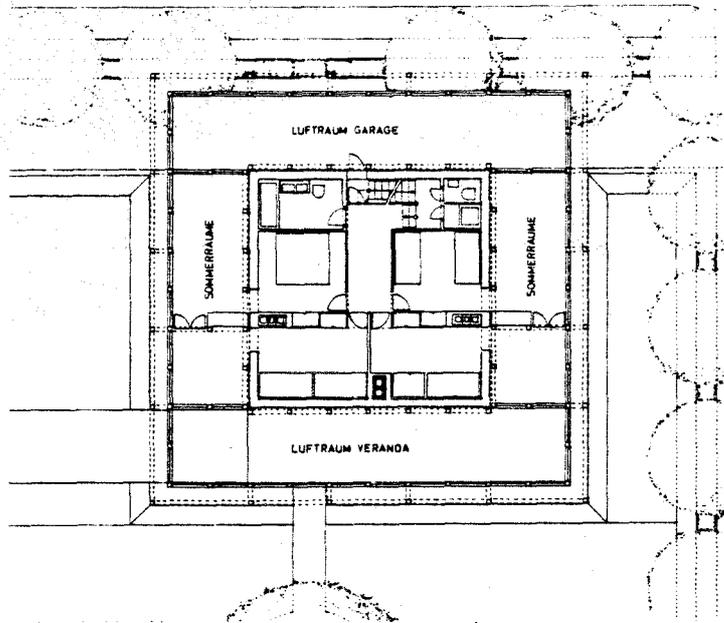
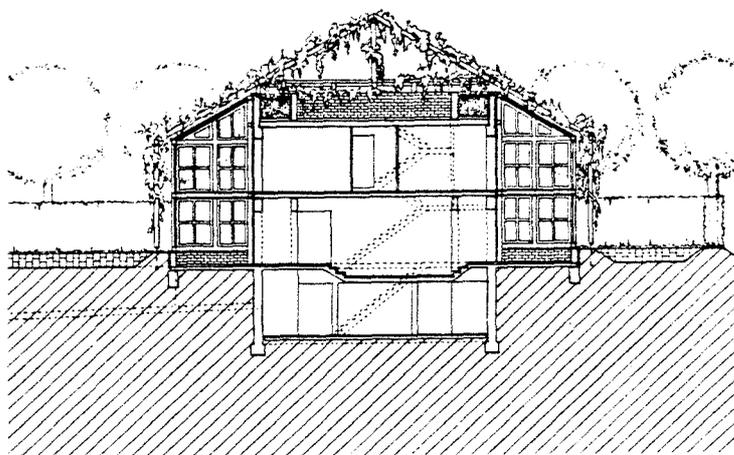


ABBILDUNG 3

Grundriß
Erdgeschoß



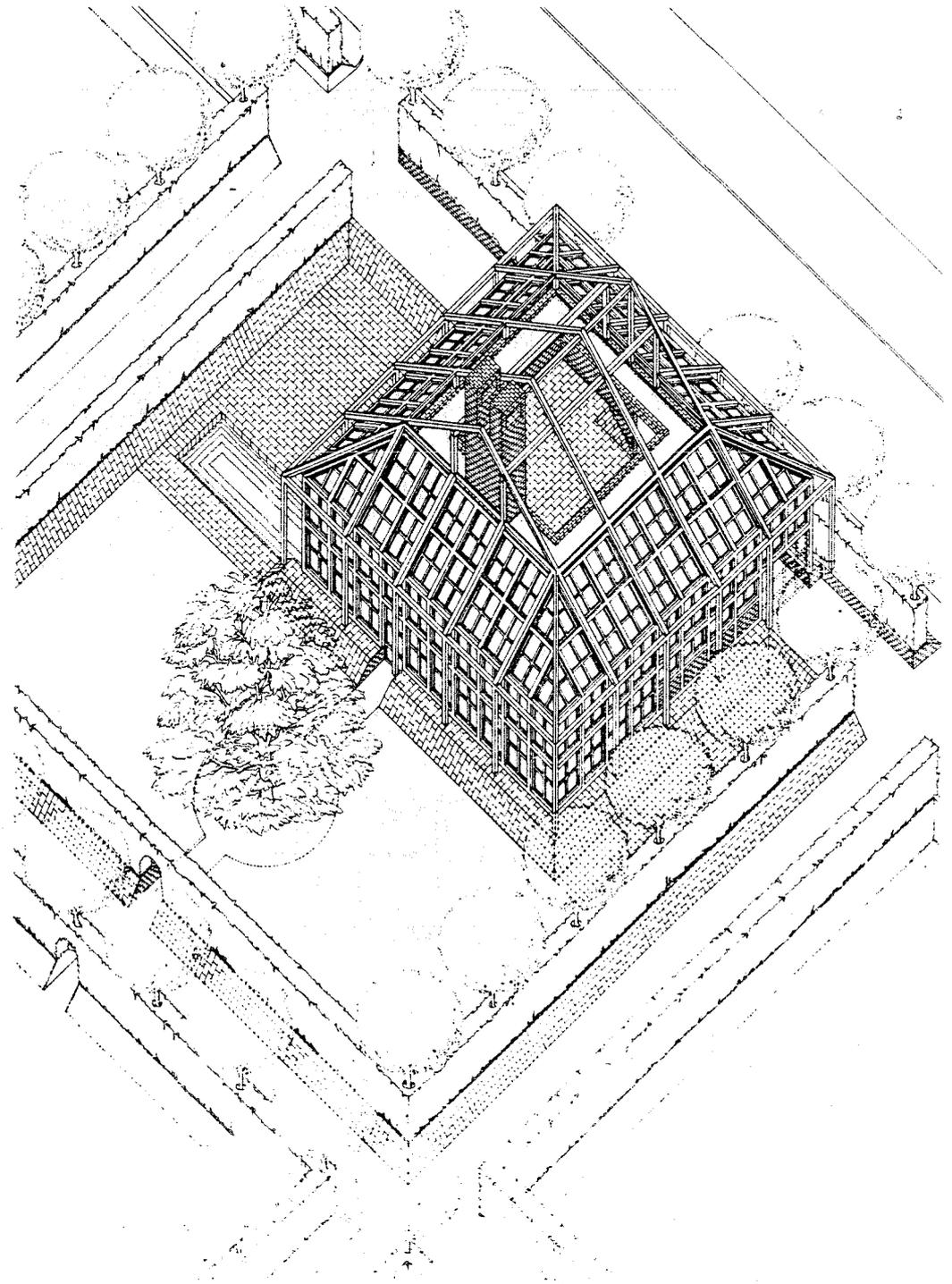
Grundriß
Obergeschoß



Schnitt

ABBILDUNG 4

Isometrie



Projekt Wettbewerb Energiesparhaus Kassel
Architekten: Prof. Vladimir Nikolic und Partner
Entwurf 1981

Konzept

Aus Gründen der Energieeinsparung wurde hier das Haus-im-Haus-Prinzip gewählt: Die transparenten Bauteile wurden durch nicht beheizte Räume als thermischer Puffer, bzw. durch das Eingraben des untersten Geschosses in die Erde vor zu starker Abkühlung geschützt.

Im Untergeschoß befindet sich die Hauptwohnung, im oberen Geschoß ist die Einliegerwohnung angeordnet. Durch ein gemeinsames Treppenhaus mit Eingang, das beide Wohnungen untereinander verbindet, ist die Nutzung des Gebäudes variabel: beide Wohnungen können von einer oder zwei Familien benutzt werden.

Konstruktion

Außenwände: k-Wert: 0,3 bis 0,4 W/m²K;
Fenster: es ist eine Vierfach-Verglasung vorgesehen;
Dach: Satteldach mit nicht ausgebautem Dachgeschoß als Pufferzone;

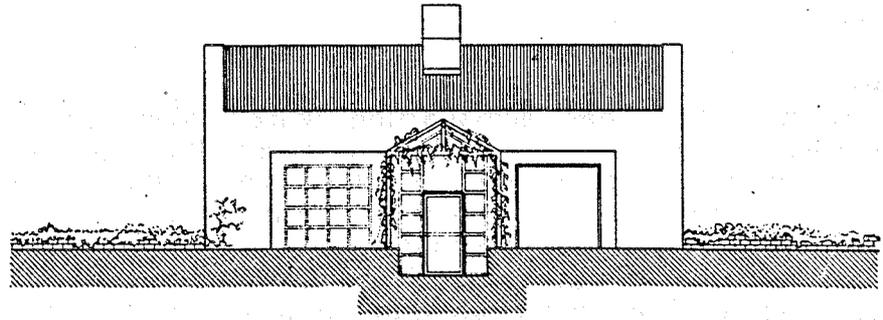
Energiesystem

Thermische Abschirmung der Kernzone des Hauses durch den Wintergarten und andere Pufferbereiche. Durch das abgestufte Temperaturgefälle von innen nach außen werden Transmissionswärme- und Lüftungswärme-Verluste gemindert. Gleichzeitig übernimmt der Wintergarten die Funktion des Sonnenkollektors.

Gesteuerte Be- und Entlüftung innenliegender Räume. Durch intensive Bepflanzung und hinterlüfteten Sonnenschutz wird eine zu starke Aufheizung der verglasten Zonen verhindert. Wärmeversorgung durch Elektrowärmepumpe und Niedertemperatur-Gaskessel.

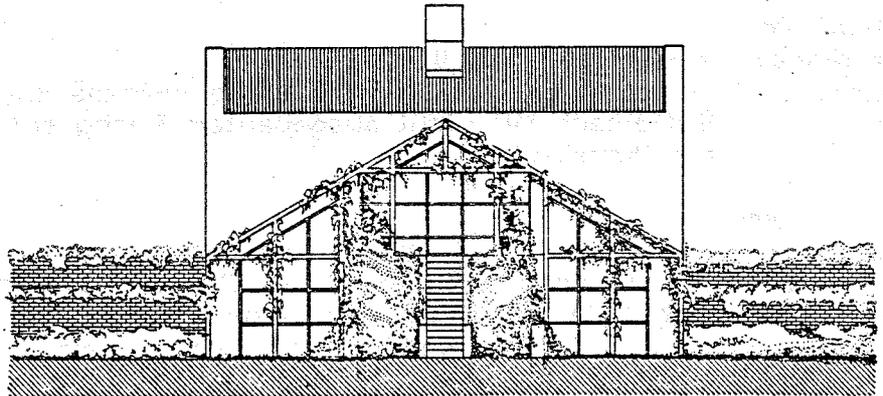
ABBILDUNG 5

Ansicht Nord



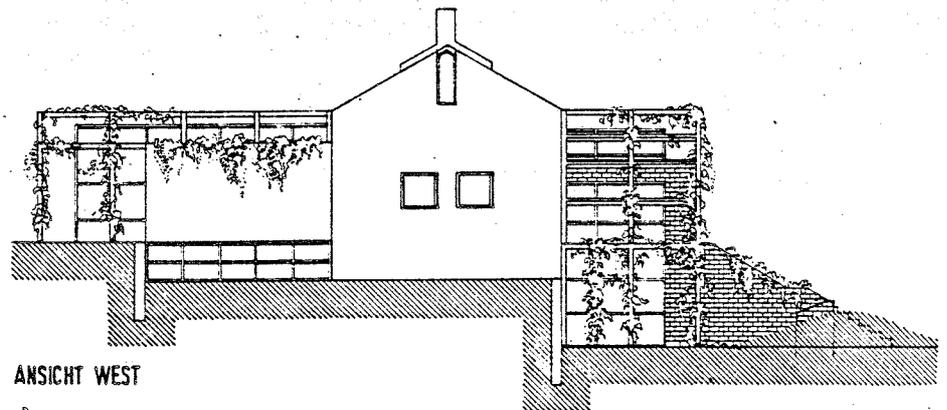
ANSICHT NORD

Ansicht Süd



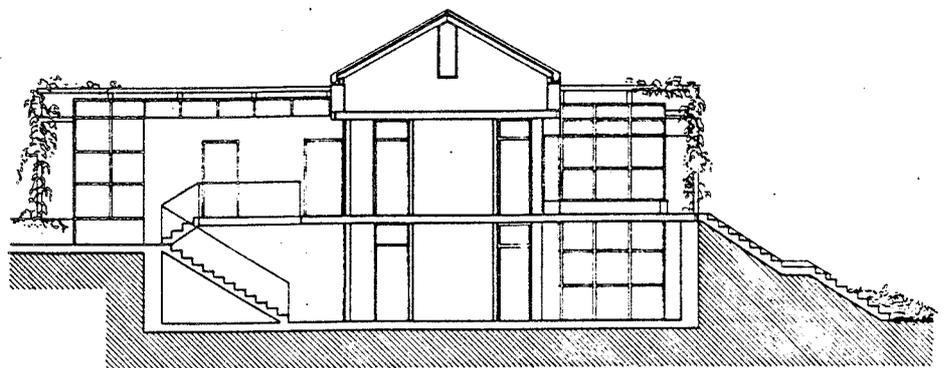
ANSICHT SÜD

Ansicht West

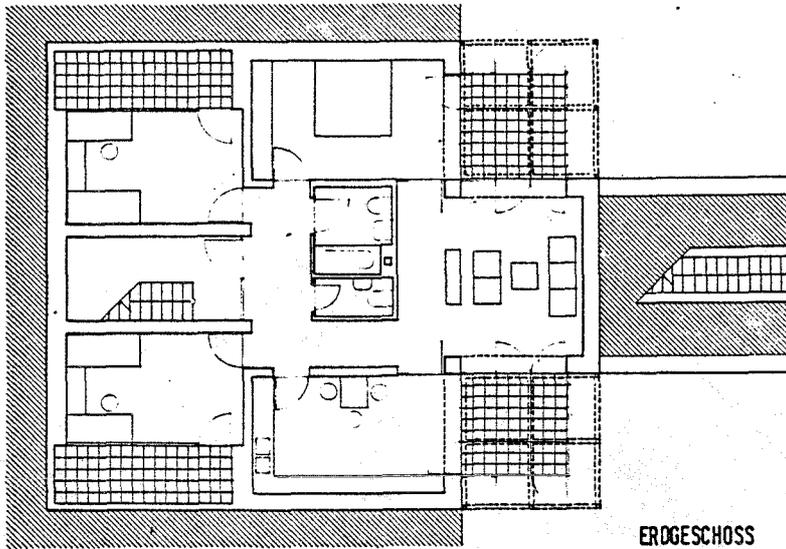


ANSICHT WEST

Schnitt



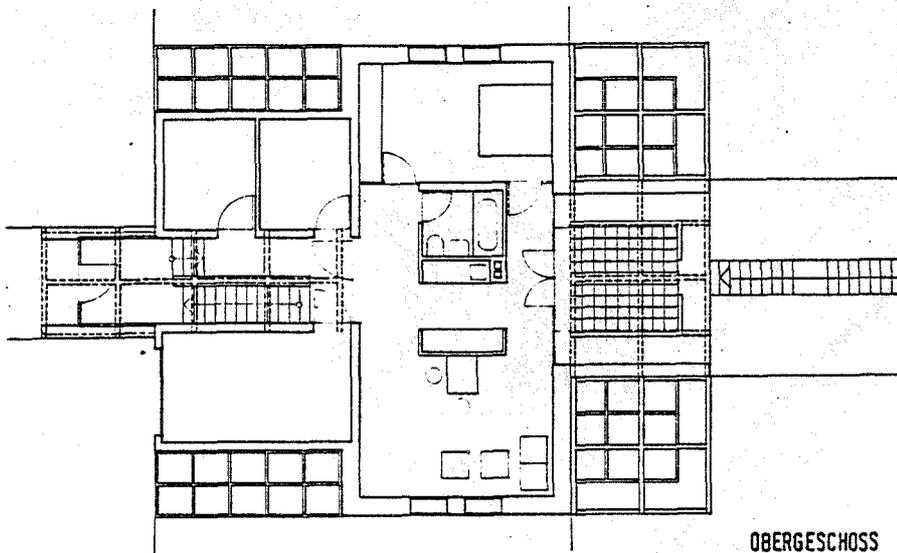
SCHNITT



ERDGESCHOSS
4-ZI-WHG

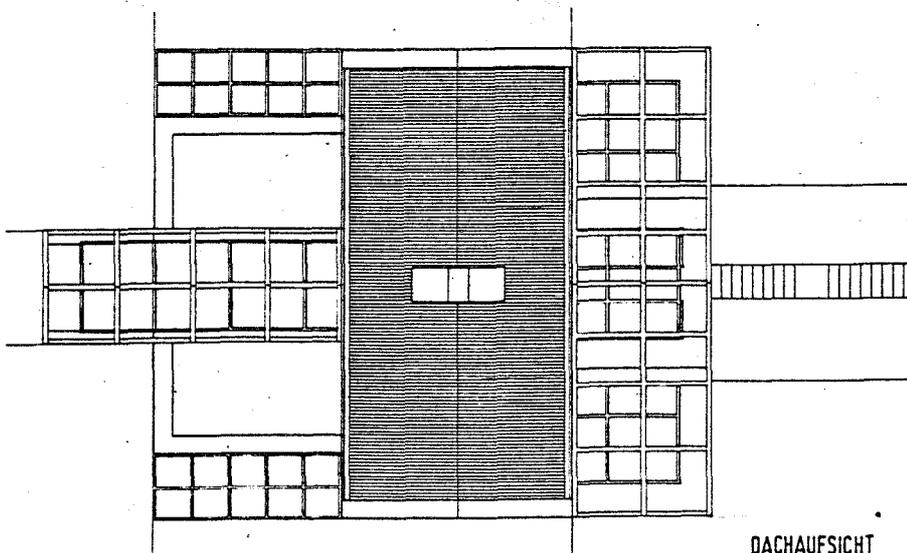
ABBILDUNG 6

Grundriß
Erdgeschoß



OBERGESCHOSS
2-ZI-WHG

Grundriß
Obergeschoß

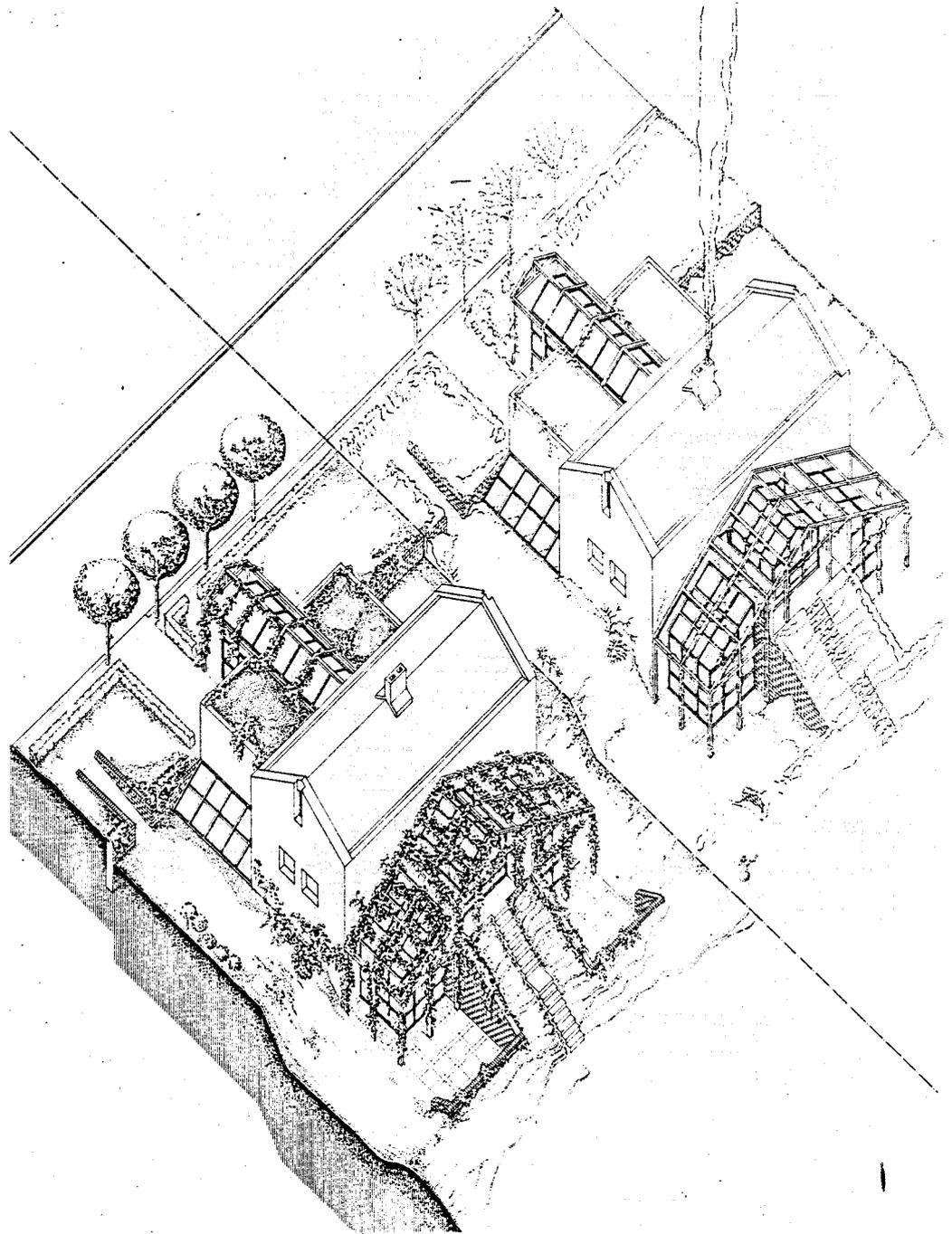


DACHAUFSICHT

Dachaufsicht

ABBILDUNG 7

Isometrie



Projekt Aalen
Einfamilienhaus
Architekten: Logid
Baujahr 1982

Konzept

Um Energie zu sparen, wurde das Gebäude teilweise in die Erde eingegraben und das Dach im Norden tief herunter gezogen; zum Norden befinden sich deshalb auch nur kleine Fenster.

Die äußere Bauform ist bedingt durch die Einhaltung des vorgegebenen Bebauungsplanes, die Anpassung an die Geländeform und die farbliche Abstimmung auf die Umgebung. Im Wohnbereich überwiegen einfache Gestaltungsmerkmale mit natürlichen Materialien wie Holz, Ziegel, Glas und Metall. Eigenleistung wurde erbracht.

Konstruktion

Wände: UG in Massivbauweise (Beton und Ziegel); EG und DG in Leichtbauweise (zimmermannsmässige Holzflächenkonstruktion); Außenwände vollwärmegedämmt; Holzfassade; Vollziegelwände als Speicherwände zum Gewächshaus;

Gewächshaus: Gewächshaus feuerverzinkte Stahlkonstruktion mit Isolierverglasung; im Überkopfbereich - Verbundsicherheitsglas; Abluft durch vollautomatische Lüftungsklappen; Gewächshaus mit subtropischer Bepflanzung im Erdreich, und automatischer Bewässerung.

Energiesystem

Passive Nutzung der Warmluft aus dem Gewächshaus durch Öffnen der Fenster und Türen zum Kernhaus. Die Wärmeversorgung erfolgt durch eine Niedertemperaturheizung teilweise als Fußbodengrundlastheizung mit Unterstützung durch Absorber im Gewächshaus. Zusätzlich existiert ein Kachelofen als individuelle Heizquelle;

Warmwasserbereitung: im Winter, bei Sonnenschein durch Absorber im Gewächshaus; ohne Sonnenschein, Anschluß an Heizkessel; im Sommer, durch Absorber im Gewächshaus.

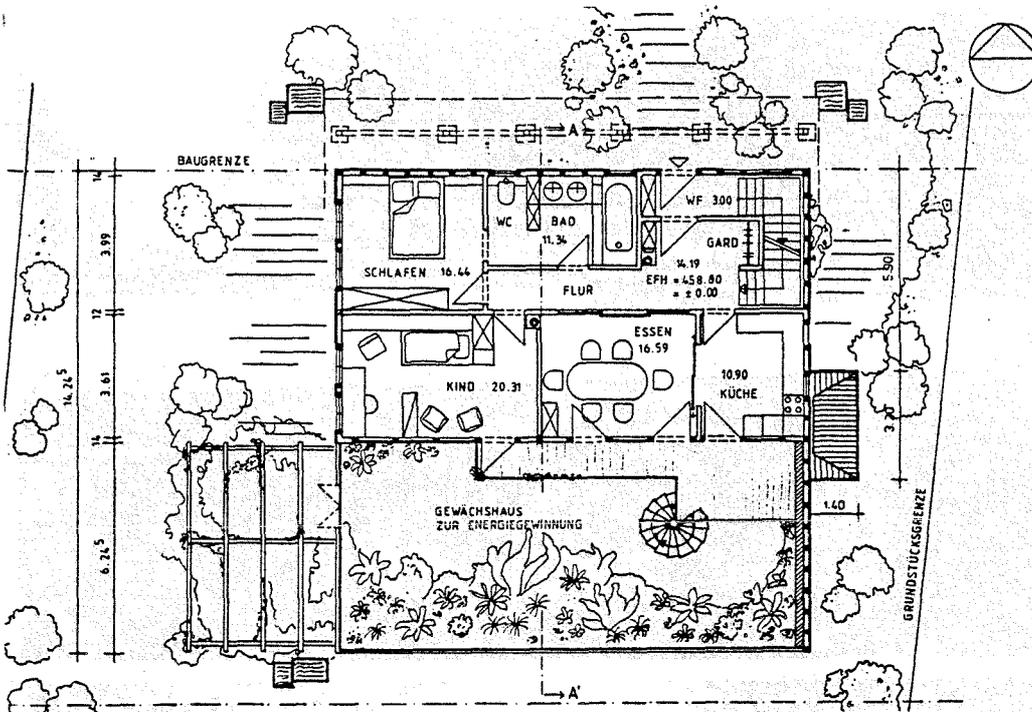
Jährlicher Energiebedarf einschließlich Gewächshaus: 17.000 kWh, das entspricht 2.450 l Heizöl; dies bei einer Wohnfläche von 180 m²; inkl. Gewächshaus (84 m²) zusammen 264 m².

Kommentar

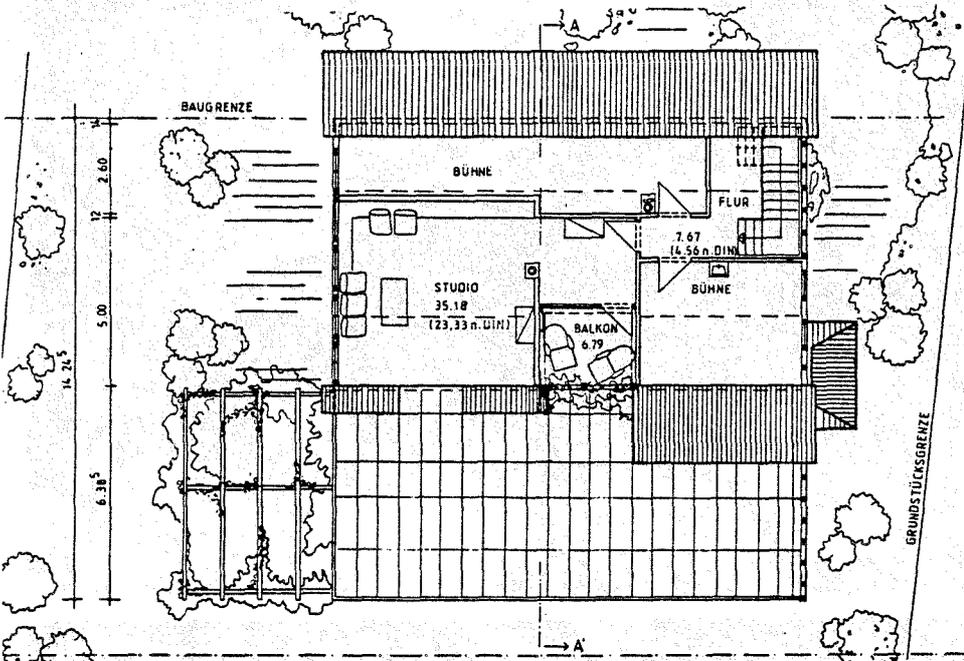
Die Logid-Gruppe hat hohe Verdienste bei der Verbreitung energiesparender Architektur. Das wichtigste Erkennungsmerkmal dieser Architekten sind meist einfache und schlichte Baukörper mit einem sehr großen vorgelagerten Glashaus. Die Qualität der architektonischen Gestaltung ist meistens sehr bescheiden. Die großen gewächshausartigen Wintergärten sind als grüne Zimmer mit üppiger Bepflanzung konzipiert. Die erstaunlich große Zahl ausgeführter Objekte beweist, daß sich dieses Konzept vermarkten läßt und, daß viele private Bauherren bei richtiger Betreuung durch die Architekten bereit sind, solche Gebäude zu erstellen und diese gerne bewohnen. Wenn auch die architektonische Gestaltungsqualität oft zu kurz kommt, sind die vielen gebauten Beiträge dieser Gruppe aus der Geschichte der energiesparenden Architektur nicht mehr wegzudenken.

ABBILDUNG 8

Grundriß Erdgeschoß



Grundriß Obergeschoß



Schnitt

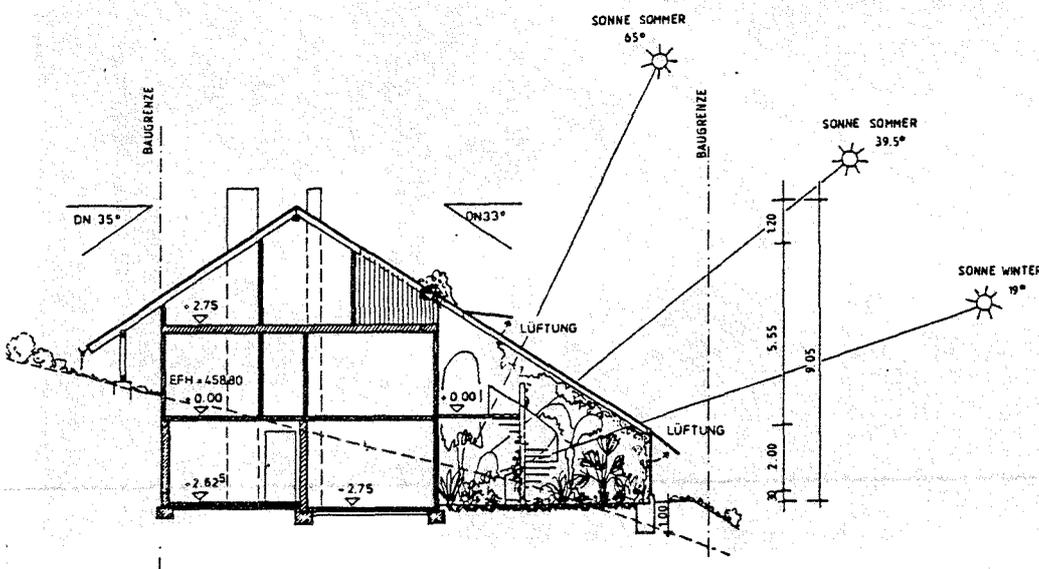


ABBILDUNG 9



Anbauten an das vorhandene Einfamilienhaus der Familie Latz
 Architekten: Prof. Dr. Thomas Herzog, Prof. Peter Latz,
 Mitarbeiter Dr.-Ing. Rudi Baumann
 Baujahr 1982

Konzept

Es wurden folgende bauliche Aufgaben gelöst:

1. Der sanierungsbedürftige Altbau wurde wärmegeklärt.
2. Nicht Pflanzen wurden in den Wohnbereich, sondern Wohn- und Arbeitsvorgänge zu den Pflanzen hereingenommen.
3. Es entstanden in den Anbauten gestufte Räume zwischen Innen und Außen, sog. Zwischentemperaturbereiche, die je nach Jahreszeit und Wetterbedingung benutzbar sind.
4. Durch passive Solarenergienutzung wird möglichst viel Energie zur Beheizung der Alt- und Neubauten erwirtschaftet. Die Anbauten im Erdgeschoß erweitern die Nutzungen der zu kleinen Räume des Altbaus. Der schmale nördliche Anbau dient als Windfang, vor dem Büro als Schreibplatz, vor der Küche als Arbeits- und Sommerküche, der Ostanbau als Atelier und Werkstatt vor dem Büro. Vor dem Eßplatz liegt ein großes zweigeschoßiges Wohn-Gewächshaus als ein nach Süden völlig verglasten Baukörper, der im vorderen Teil als Mediterranen-Gewächshaus und Zwischentemperaturzone dient.

Konstruktion

Vertikale Holzsprossen umkleiden ringsum das alte, wärmespeichernde Kernhaus aus Mauerwerk; sie werden in Höhe Geschoßdecken von horizontalen Balken umgriffen. Auf die mit Glaswolle (10 cm) ausgefachten Holzbalken sind die horizontale Schalung und die Vorfenster aufgebracht.

k-Wert: 0,37 W/m²K;

Die neuen Anbauten sind als Holzskelett konstruiert; die fehlende Wärmespeicherung ermöglicht eine schnelle Aufheizung.

k-Wert: 0,47 W/m²K;

Die Dächer der Anbauten sind zumeist geneigte Glasdachkonstruktionen mit Isolierverglasung aus Holz oder Stahl.

k-Wert: 2,8 bis 4,0 W/m²K;

Energiekonzept

Die Einstrahlungsgewinne in der Übergangszeit und an Strahlungstagen im Winter erwärmen zunächst die leichten, schnell reagierenden Anbauten, die bei ausreichendem Energieangebot unmittelbar benutzt werden können. Darüberhinaus wird die Wärme an die dicken Mauern im Kernhaus abgegeben.

In Kälteperioden deckt die Basisheizung ca. 1/3 des gesamten Heizleistungsbedarfs; sie wird durch die Sonneneinstrahlung ergänzt. Klappläden und Energieschirm wirken als temporärer Wärmeschutz. Bei extremer Kälte erzeugt ein Holzofen durch Wärmestrahlung die notwendige Behaglichkeit. Die unbeheizten Zonen werden dann als Überwinterungshäuser für Pflanzen, als Eingangs"Puffer", o.ä. genutzt. Durch das Zusammenwirken der baulichen Maßnahmen reduziert sich die Nichtnutzung der Pufferflächen im Winter auf wenige Tage.

Nach dem ersten Winter hat sich die erwartete Verkürzung der Heizperiode eingestellt. Im Wohngewächshaus wird ab März die Zentralheizung nicht mehr benutzt, ab April ist die zentrale Gasheizung abgeschaltet. Lediglich an kühlen Abenden wird im Kaminofen geheizt. Der Energieverbrauch hat sich deutlich reduziert.

Im Sommer helfen sommergrüne Pflanzenberankungen, Lüftungsmöglichkeiten und ein Verschattungsschirm aus reflektierendem Stoff als Schutz gegen zu große Aufheizung.

Kommentar

Ein einfacher, technisch schlecht ausgeführter und gestalterisch unbedeutender Altbau wurde durch die An- und Umbauten sowohl aus der Sicht der besseren Nutzbarkeit als auch der Gestaltung enorm aufgewertet. Das Haus ist ein Beispiel vorbildlicher energiesparender Gebäudesanierung mit hoher gestalterischer Qualität. Es ist kein Zufall, daß der Bauherr (Landschaftsarchitekt) selber die architektonische Gestaltung übernahm. Das Gebäude ist stark durch die Lebensweise der Bauherrn-Familie bestimmt. Die spannenden und gekonnten konstruktiven Details sind die wesentlichen Qualitätsmerkmale dieser Architektur.

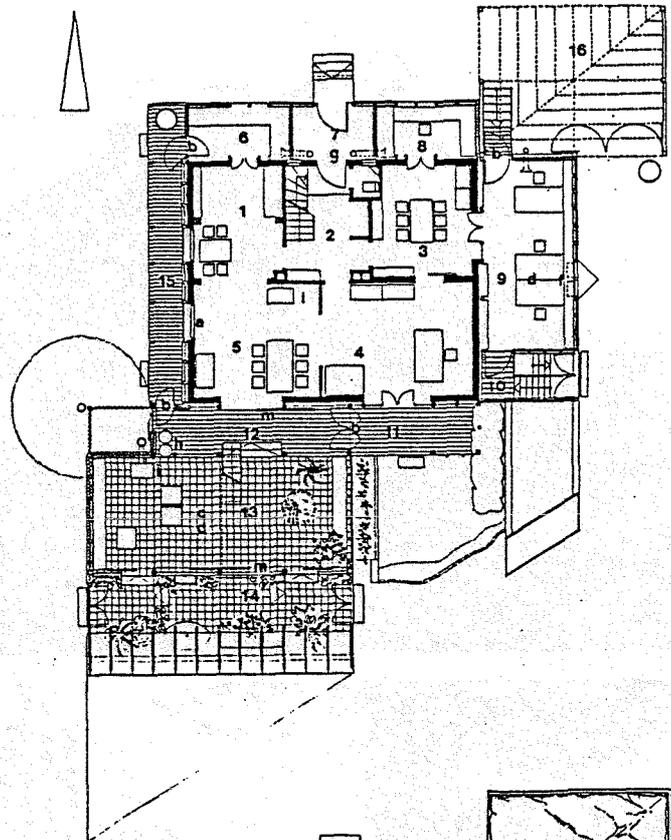
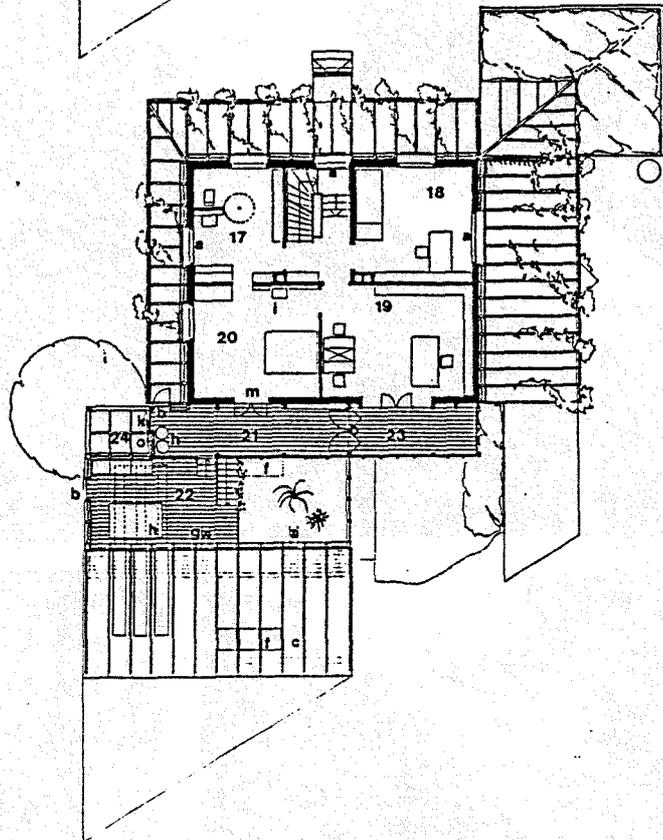
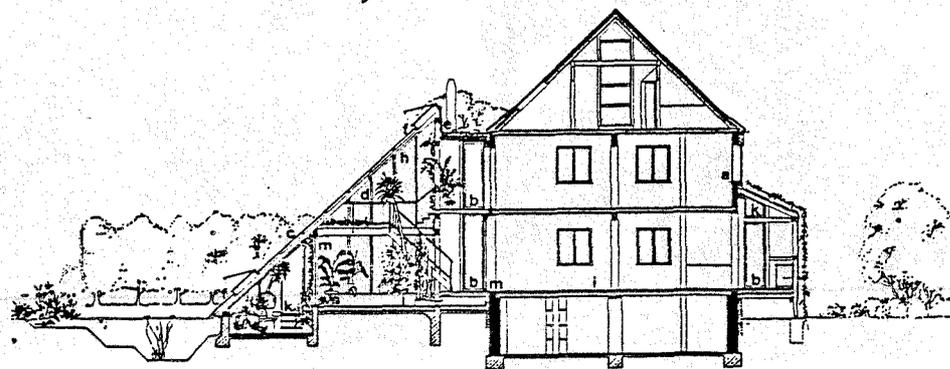


ABBILDUNG 10

Grundriß
Erdgeschoß

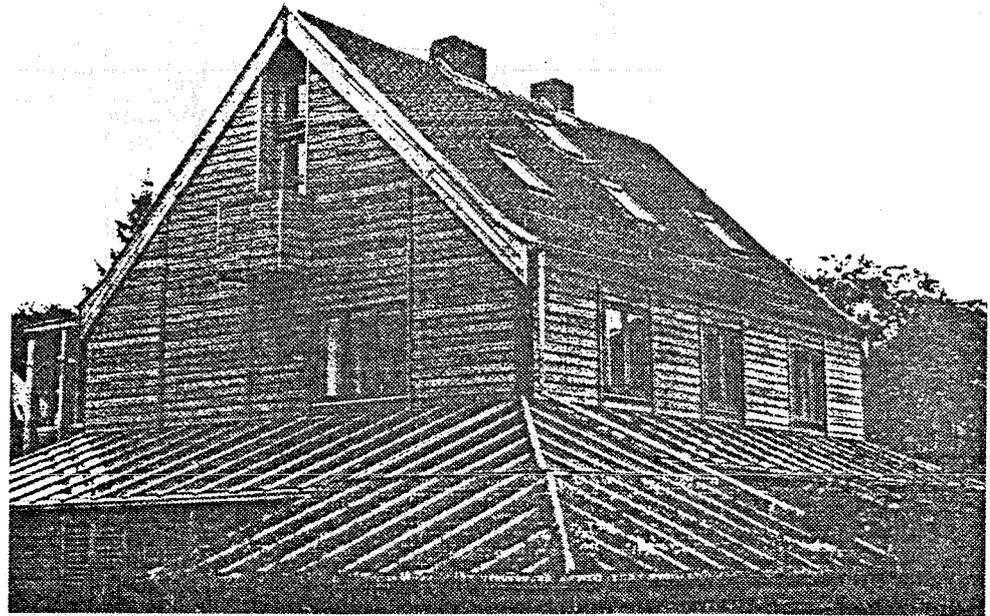


Grundriß
Obergeschoß



Schnitt

ABBILDUNG 11



Haus im Moor, Bremen
 Architekt: Prof. Norbert Hellwig
 Baujahr 1983

Konzept:

Der Baukörper ist zweigeschossig und hat einen quadratischen Grundriß. Durch diese kubische Form ergibt sich ein sehr günstiges Verhältnis von Oberfläche zum umbauten Volumen. Der Grundriß ist mit den Diagonalen in Nord-Südrichtung auf dem Grundstück angeordnet.

Die Wohnräume sind hauptsächlich nach Süden und Südwesten orientiert. Der Eingangsbereich liegt im Nordosten des Gebäudes. Der Wintergarten ist in den Baukörper integriert, er kann aber durch doppelt verglaste Elemente vom Wohnbereich abgetrennt werden.

Im Obergeschoß haben die Räume Kontakt mit dem Wintergarten.

Konstruktion

Außenwand: 24 cm Kalksandstein-Mauerwerk, wärmespeichernd,
 12 cm Kerndämmung,
 11,5 cm Ziegel-Verblendschale;
 k-Wert = 0,29 W/m²K;

Fenster: Holzrahmen mit 2-fach-Verglasung;
 Wintergarten: zweimal Isolierverglasung;

Balkon und Außentreppe aus Stahl;

Fußboden zum Erdreich:
 Betonplatte,
 6 cm Wärmedämmung,
 8 cm Terrazzo,
 k-Wert = 0,45 W/m²K;

Dach: Holzkonstruktion mit 10 cm dicken Thermodulelementen und Betondachsteinen.
 Der nichtausgebaute Dachraum ist Puffer-zone.

Energiesystem

Wärmegewinne werden durch die von der Ostseite bis zur Westseite angeordneten Glasflächen und über das Glashaus erzielt.

Ausgeklügeltes Heizungssystem mit Warmluftofen im Wohnbereich für die Übergangszeit.

Die Niedertemperatur-Warmwasser-Fußbodenheizung wird durch einen Gaskessel mit atmosphärischem Brenner versorgt. Konvektoren vor den Fensterflächen können bei Zugerscheinungen manuell eingeschaltet werden.

Die Brauchwasserbereitung erfolgt über einen gasbeheizten Standspeicher.

Das auskragende Dach übernimmt den Sonnenschutz in Verbindung mit der vorgesehenen Fassadenbegrünung.

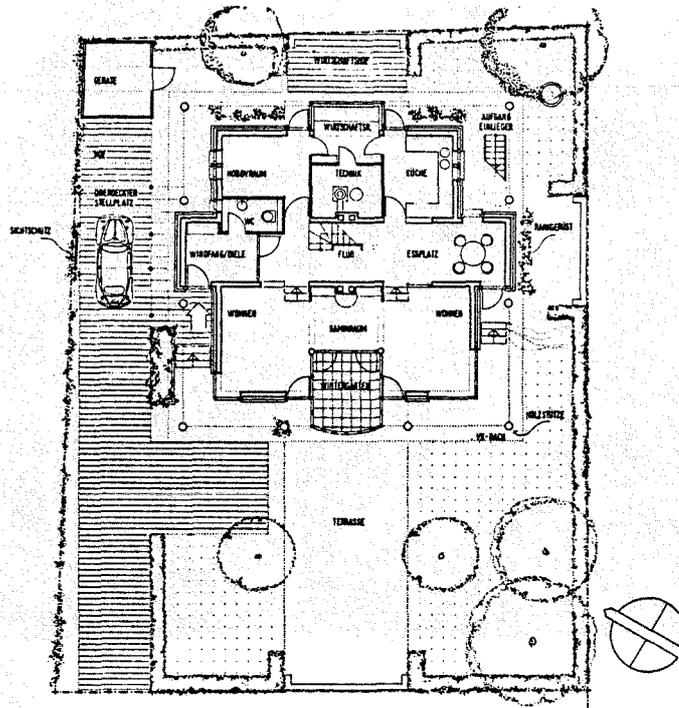
Im Sommer kann kühle Luft vom Norden unter dem Gebäude hindurch angesaugt und in den Wiga geleitet werden.

Kommentar

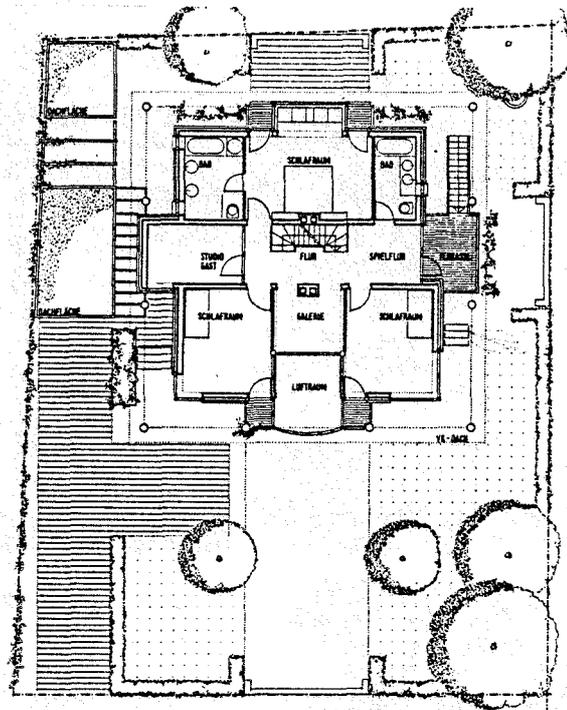
Der Architekt beschäftigte sich seit Jahren mit der Suche nach einer adäquaten Architekturform für energiesparende Gebäude, ohne dabei die Tradition des Bauens auf den Kopf zu stellen. Die Zentralität und Symmetrie erinnern an berühmte Vorbilder aus der Architekturgeschichte. Die energetische Gesamtkonzeption scheint sehr vernünftig zu sein. Die Daten über faktische Betriebskosten sind vorhanden. Es ist sehr erfreulich, daß trotz energiesparender Maßnahmen eine gute Architektur entstand. Die kleinteilige Gliederung der Außenhaut, die Schichtung mit unterschiedlichen baulichen und gestalterischen Mitteln ist wohltuend. Das Haus verdiente eine größere Publizität. Das Haus ist ein hervorragendes Beispiel energiesparender Architektur.

ABBILDUNG 12

Grundriß
Erdgeschoß



Grundriß
Obergeschoß



Schnitt

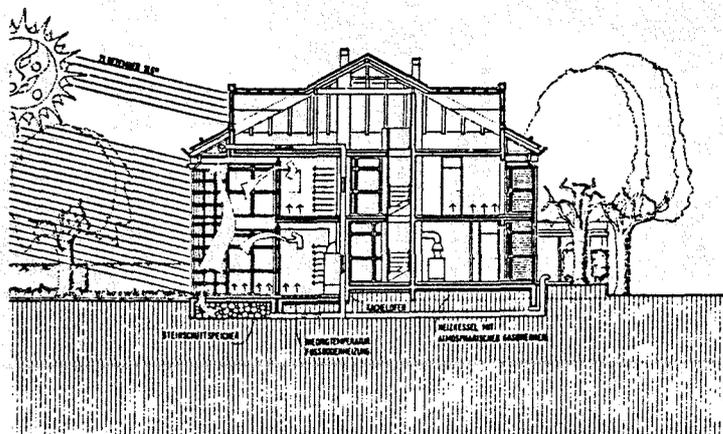
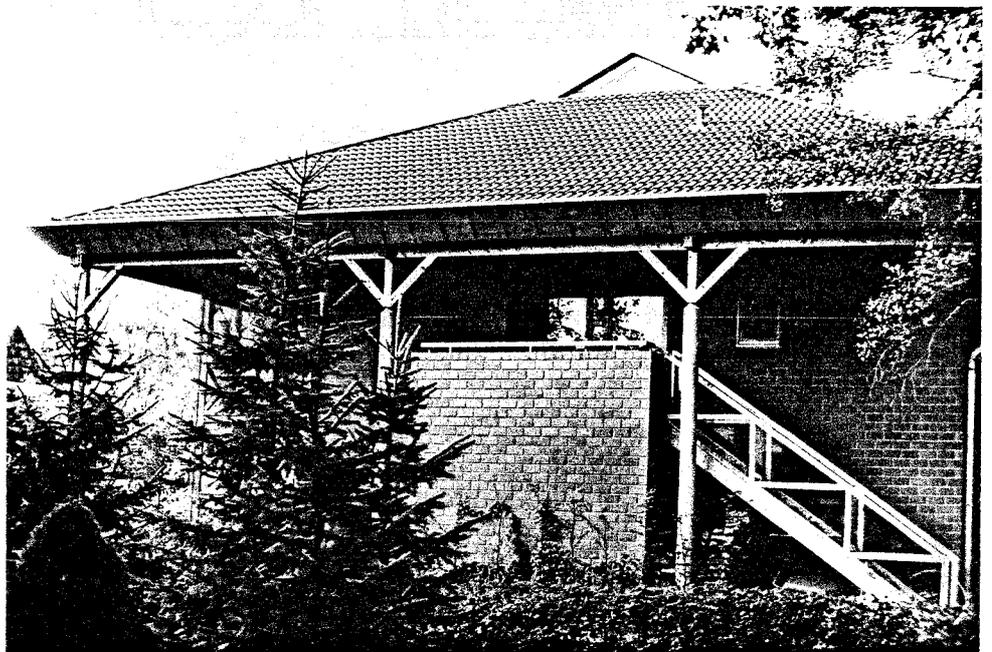
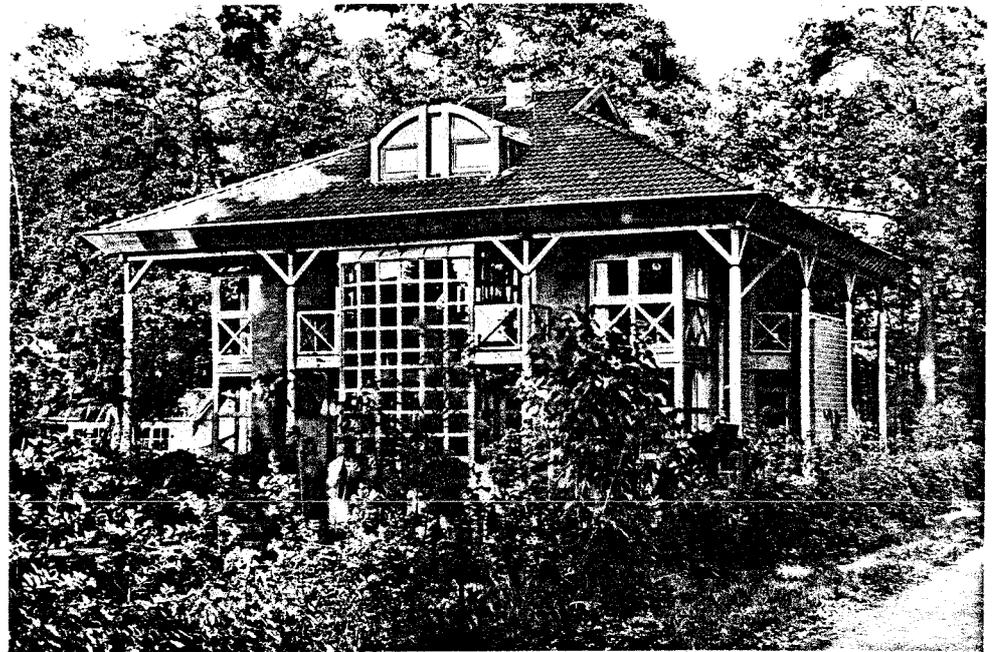


ABBILDUNG 13



Projekt Wettbewerb Energiesparhaus Kassel
 Hebel-Haus in Bad Vilbel
 Architekt: Prof. Heinz Hanns Dietz und Partner
 Baujahr 1983

Das Haus wurde zum Wettbewerb Energiesparhäuser in Kassel entworfen und zur Fertighausausstellung 1984 in Bad Vilbel realisiert.

Der Grundriß ist keilförmig und die Fenster der Wohnräume sowie der Schlaf- und Kinderzimmer sind alle nach Süden orientiert.

Die Bäder und Küchen wurden als innenliegende Räume ausgeführt. Lediglich das WC im Obergeschoß verfügt über ein kleines nach Nordwesten orientiertes Fenster.

Der Eingang zum Gelände erfolgt von Norden, er liegt in der geschützten, überdachten Zone zwischen dem vorgelagerten Abstellraum und dem Haupthaus. Das Treppenhaus bildet nach Norden eine weitere Pufferzone. Auf den ursprünglich geplanten Glasbau vor der Südfassade wurde bei der Ausführung verzichtet. Stattdessen wurden äußere Wärmedämmläden vor den Fenstern eingebaut. Im Sommer wirkt der geöffnete Dämmläden als Sonnenschutz für die betroffenen Fenster.

Konstruktion

Außenwände: 37,5 cm Gasbeton-Mauerwerk;
 k-Wert = 0,39 W/m²K;
 Fenster: Holzkonstruktion mit Wärmeschutzglas
 k-Wert = 1,8 W/m²K
 bei geschlossenen Dämmläden reduziert sich der k-Wert auf 0,7 W/m²K;
 Dach: 30 cm Gasbeton mit 5 cm Wärmedämmschicht
 k-Wert = 0,30 W/m²K.

Energiekonzept

Das installierte Heizungssystem mit Wärmepumpe, Luftsonnenkollektor, Erdreichwärmetauscher und Absorber ist sehr aufwendig. Die Vielzahl der Elemente wurde sicher durch die Situation des "Ausstellungshauses" beeinflusst. Für private Bauherren müßte eine weniger aufwendige Lösung möglich sein.

Kommentar

Das Gebäude wurde im Rahmen der Kasseler Dokumenta Urbana nach einem zweistufigen, bundesoffenen Wettbewerbsverfahren (s. Kap. 6.1.2) ausgewählt. Nachdem in Kassel die Realisation der drei ausgewählten energiesparenden Einfamilienhäuser wegen zu hoher Kosten nicht möglich war, wurde der jetzige Standort gefunden. Die Finanzierung wurde durch den Baustoff-Hersteller gesichert und das Gebäude in modifizierter Form realisiert.

Die trichterartige Ausrichtung der Grundrißform nach Süden verursacht Probleme bei der inneren Organisation. Der ursprünglich nach Süden vorgelagerte Wintergarten wurde nicht realisiert.

ABBILDUNG 15

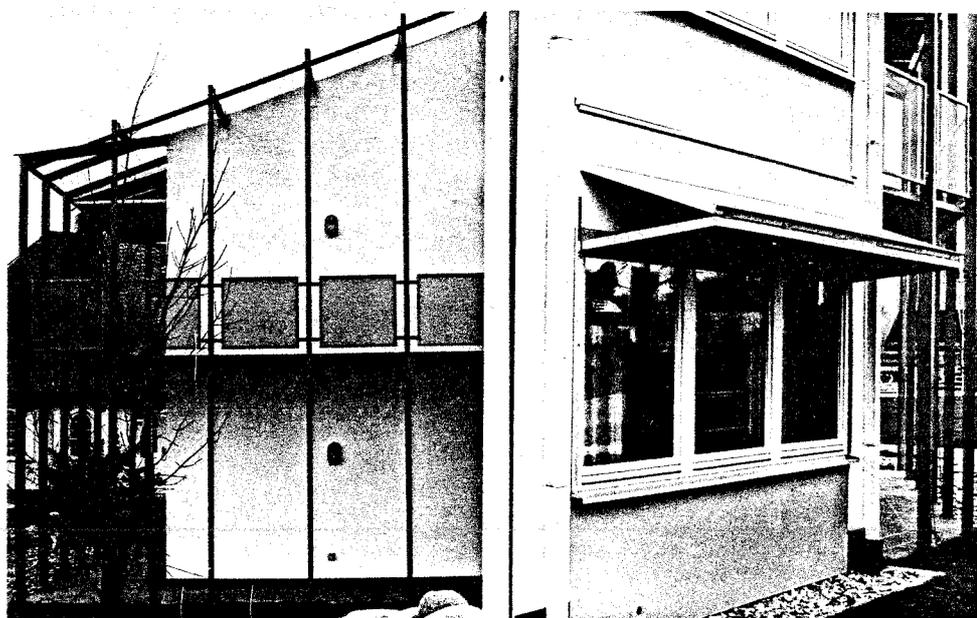
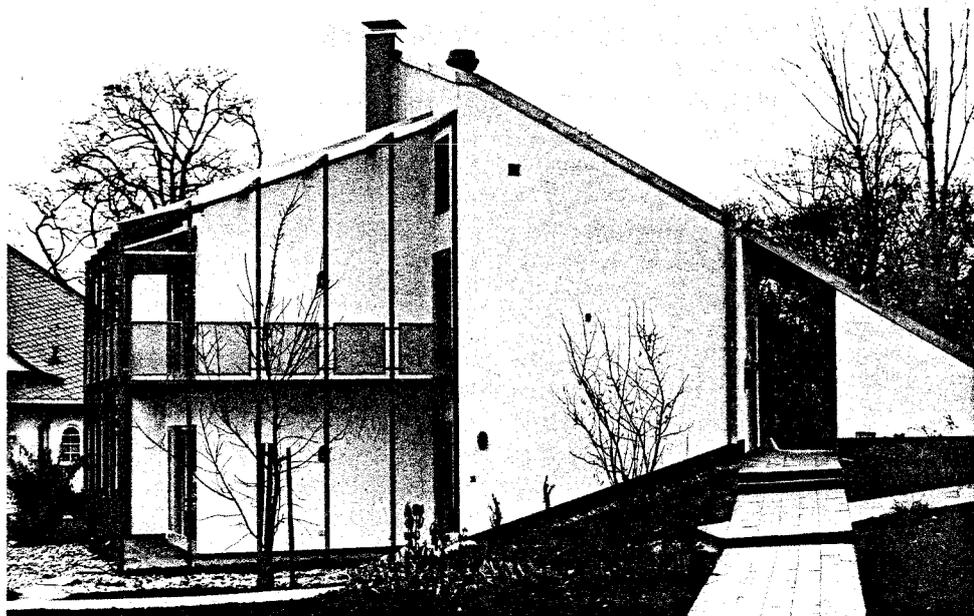
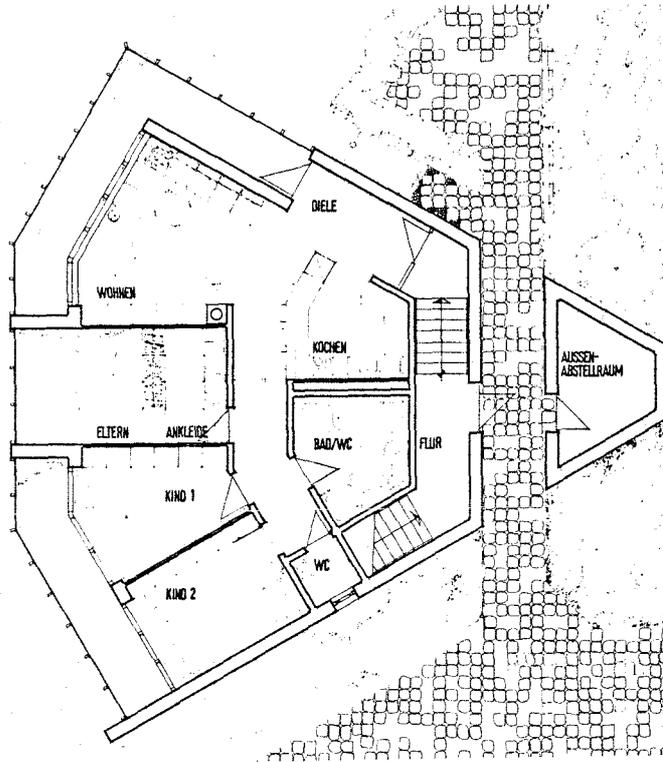
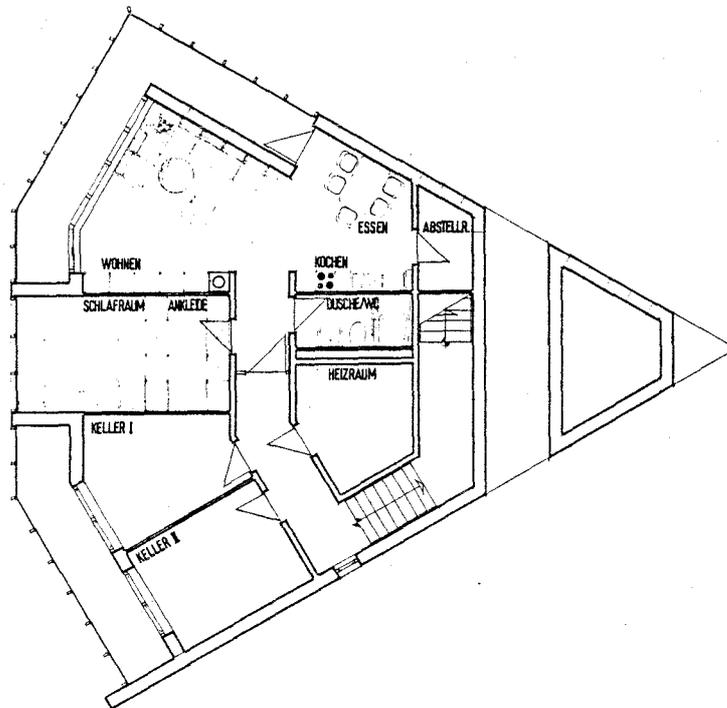


ABBILDUNG 14

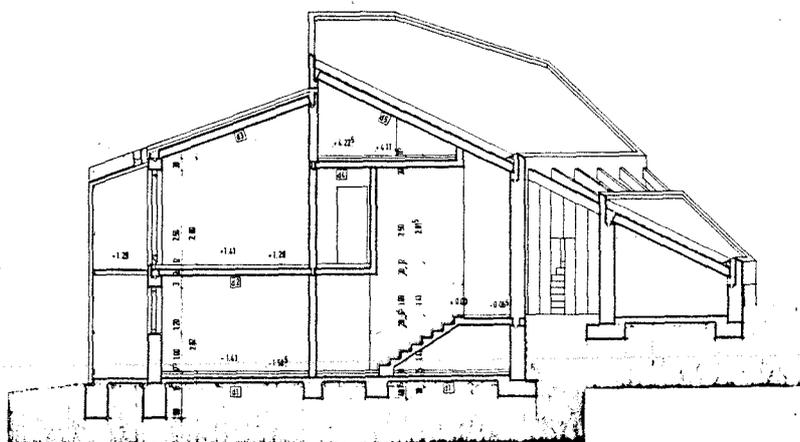
Grundriß
Erdgeschoß



Grundriß
Kellergeschoß



Schnitt



Projekt Landstuhl
 Haus Dr. Mentzel
 Architekt: Prof. Erich Schneider-Wessling
 Baujahr 1983

Konzept

Der zweigeschossige Baukörper mit achteckigem Grundriß nähert sich mit seinem Kuppeldach der Form einer Halbkugel und hat damit eine minimale Oberfläche zum umbauten Volumen.

Die zwei, nach Süden orientierten Seiten des Achtecks, sind völlig verglast und mit einem Glasvorbau umgeben. Im Untergeschoß sind Wohnraum und Eßplatz nach Süden orientiert. Die Küche und eine Einliegerwohnung sind nach Nordosten bzw. Nordwesten orientiert. Im Norden befindet sich der Eingang, dem die Garage als Pufferraum vorgelagert ist. Im Obergeschoß befinden sich, nach Süden orientiert, die Schlafräume, nach Norden Bad, WC und Ankleide.

Konstruktion

Außenwände: 24 cm Kalksandstein-Mauerwerk,
 12 cm Wärmedämmung,
 Luftschicht und äußere Stülpchalung;
 k -Wert = $0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$;

Fenster: Alle Holzrahmen mit 2-fach-Verglasung;
 Ausnahme: 3-fach Verglasung im nordorientierten Fenster im Bad und in der Dachverglasung über Windfang;

Glasumbau: Stahlbetonkonstruktion, verzinkt, mit 2-fach-Verglasung;

Dach Holzkonstruktion, 12 cm dicke Wärmedämmschicht, mit Zinkblecheingedeckt.

Energiesystem

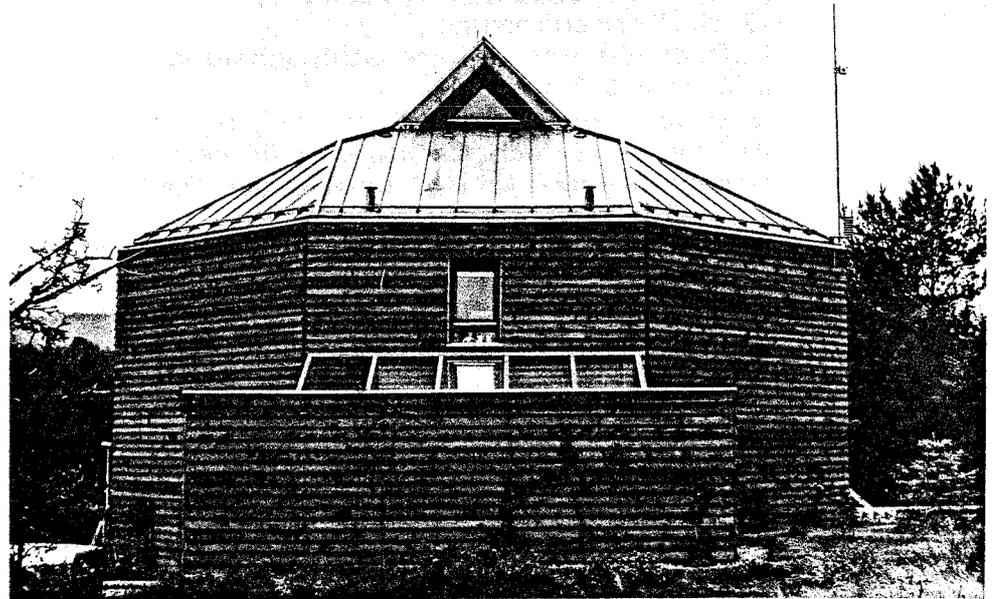
Volle Verglasung im südlichen Bereich, Wintergärten und Oberlichter sorgen bei diesem Haus für höchstmögliche passive Nutzung der Solarenergie. Gute Wärmedämmung der restlichen Außenwände, Pufferzonen und das Konzept einer möglichst kleinen Oberfläche vervollständigen den Entwurf. Mit Wärmedämmten Klapp- und Rolläden können die Fenster nachts geschlossen werden. Mit Außenjalousien ist es möglich, die Glasfront zum großen Teil abzuschatten.

Die Beheizung, durch eine konventionelle Fußbodenheizung erfolgt bivalent, durch die Verbindung eines Absorberdachs mit Wärmepumpe und einer Gas-Zusatzheizung. Zur Be- und Entlüftung wird eine Ventilatorenanlage mit Wärmerückgewinnung vorgeschlagen.

Kommentar

Das freistehende Einfamilienhaus ist eines von 8 realisierten Beispielen aus dem Landstuhl-Wettbewerb (siehe Kap. 6.1.1). Die Architektur ist extrem solar konzipiert. Das Gebäude verläßt fast alle Traditionen einer seit Jahrhunderten gewachsenen Formsprache der Architektur. Die starke Betonung des mit Wintergarten umhüllten Erdgeschosses wirkt fremd. Die extreme Gliederung der Außenhaut im Erdgeschoß muß sich nicht unbedingt energiesparend auswirken. Über die Betriebskosten sind keine Daten vorhanden. Die Identifikation der Bewohner mit dem Haus ist sehr groß. Immerhin kann man - wenn auch kritisch - bei diesem Beispiel von einer Solararchitektur sprechen.

ABBILDUNG 16



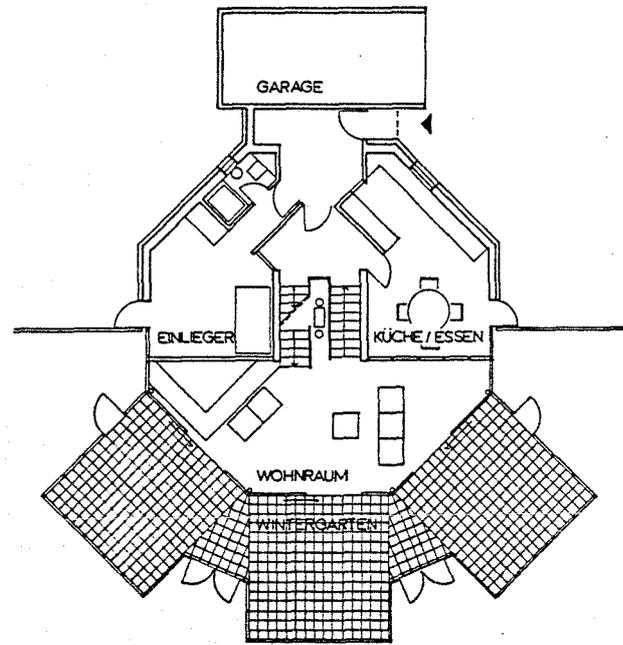
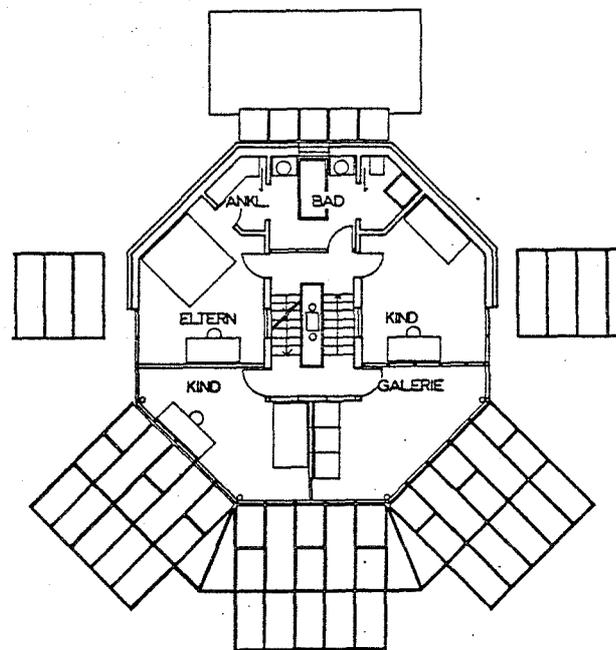
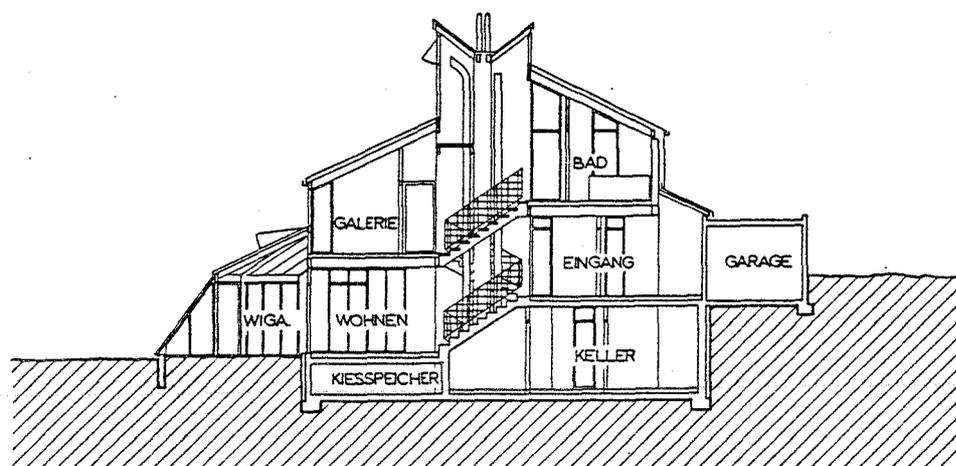


ABBILDUNG 17

Grundriß
Erdgeschoß



Grundriß
Obergeschoß



Schnitt

Projekt Landstuhl
 8 Ketten- oder Reihenhäuser
 Architekt: Wolf Hoffmann
 Baujahr 1983

Konzept

Es handelt sich um einen langgestellten, nach Süden hin geöffneten Baukörper. Wohn- und Esszimmer sind mit direktem Zugang ins Freie an der südlichen Gartenseite angeordnet.

Konstruktion

Außenwände: 24 cm Leichtziegel $0,8 \text{ kg/dm}^3$,
 10 cm Thermohaut;
 Fenster: Alle großen Südfenster sind doppelt verglast
 und mit innenliegenden doppelten Rolläden
 ausgestattet,
 $k\text{-Wert (F+tW)} = 0,9 \text{ bis } 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ (bei ge-
 schlossenen Rolläden);
 Die anderen Fenster (Osten u. Westen) mit
 Doppelverglasung und äußeren, einfachen
 Rolläden;
 Die Fensterrahmen sind Alu-Verbundkonstruk-
 tionen (mit Kunststoff);
 Dach: Betondecke,
 20 cm Wärmedämmung;
 Fußboden: 10 cm Estrich,
 20 cm Dämmstoff,
 Betonplatte,
 Erdreich.

Energiesysteme

Raumheizung: Alle Häuser sind mit einer gasbetriebenen
 Warmluftheizung mit Wärmerückgewinnung aus der Abluft
 ausgestattet.

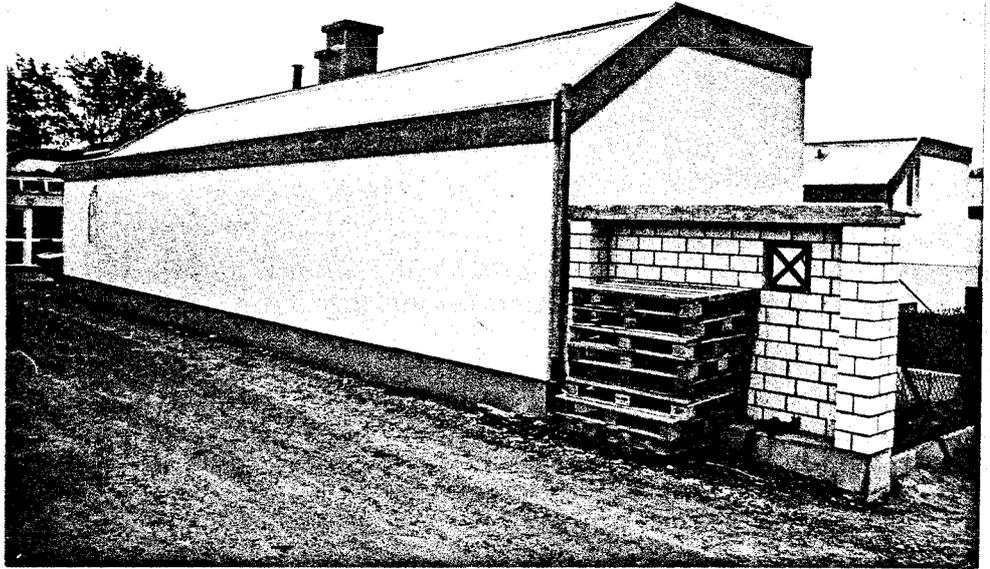
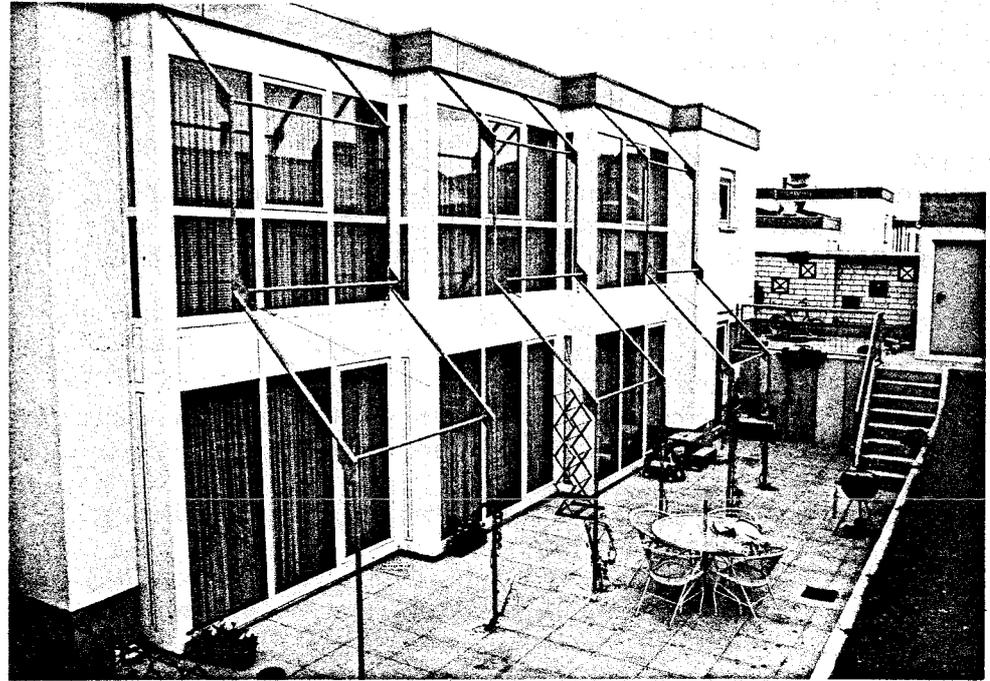
Die Warmwasserbereitung ist von der Raumheizungsanlage
 getrennt. Alle Häuser wurden mit Sonnenkollektoren zur
 Warmwasserbereitung ausgestattet. Bei den Häusern wurden
 drei unterschiedliche Kollektorenarten eingesetzt.

Die Nachwärmung erfolgt bei 7 Häusern mit Strom, bei einem
 mit Gas.

Kommentar

Acht, mehr oder weniger gleiche gereihete Häuser sind im
 Rahmen der Realisierten Projekte des Landstuhl-Wettbewerbs
 entstanden. (siehe Kap. 6.1.1).

ABBILDUNG 18



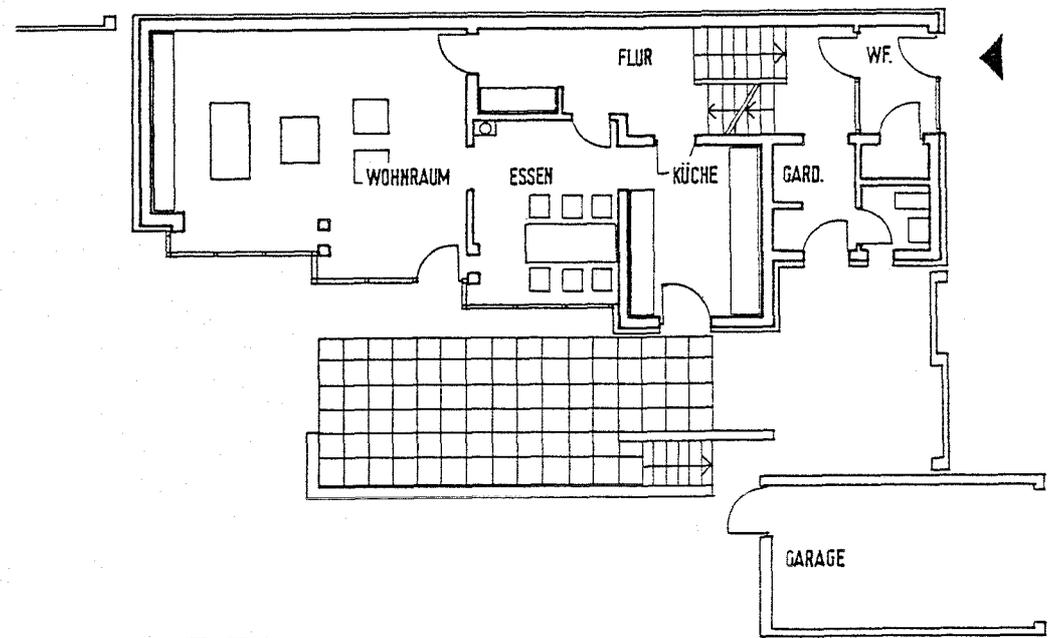
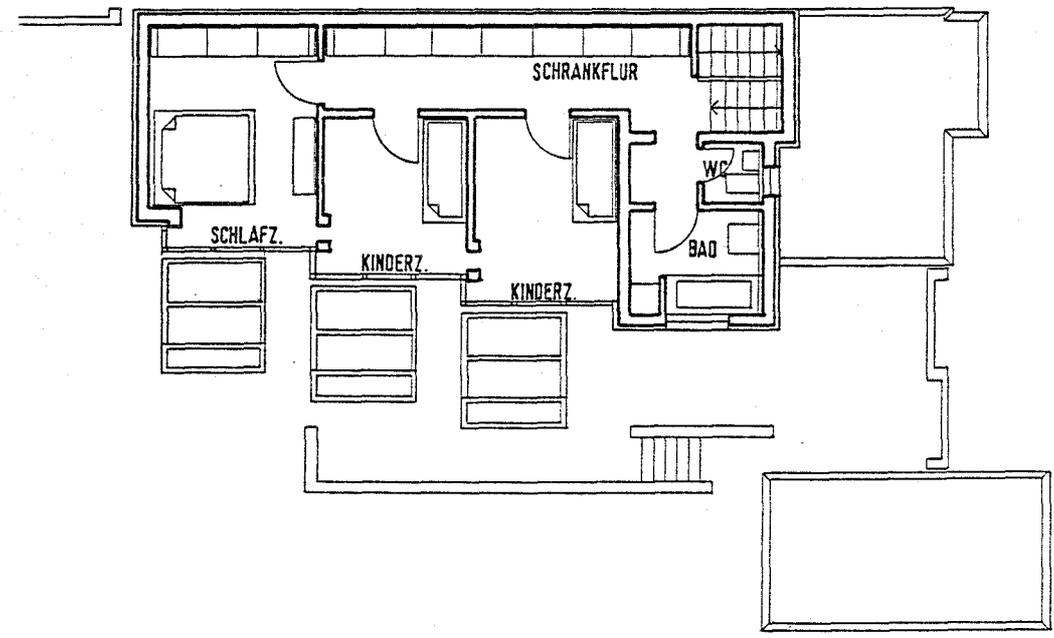
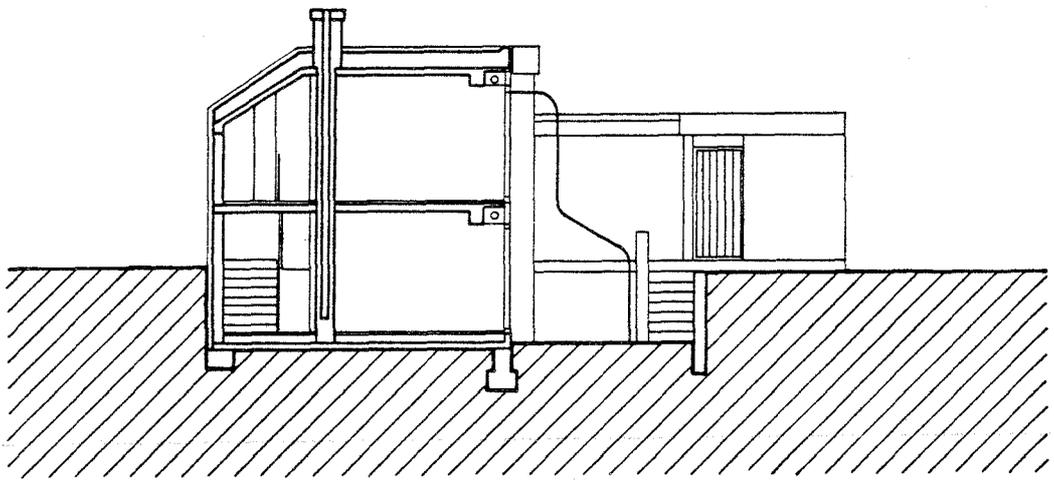


ABBILDUNG 19

Grundriß
Erdgeschoß



Grundriß
Obergeschoß



Schnitt

Haus des Bildhauers Dietmar Hofmann in Erkrath/Düsseldorf
 Architekten: Ulla Schreiber, Rudolf Hemmrich
 mit Unterstützung des Bauherrn
 Baujahr 1983/84

Konzept:

Die Tragkonstruktion, Fundamente und die Dachdeckung mit einer Folie (Unterkonstruktion für das Grasdach) sind von einer Fachfirma erstellt worden. Alle anderen Teile entstanden durch die Eigenleistung des Bauherrn.

Auf einer Grundfläche von rund 11 x 15 m wurden im Raster von je 3,66 m die vertikalen Holzstützen auf einem Streifenfundament errichtet. Über drei Geschossen erhebt sich der First des Pultdaches an der Südfront bis etwa 11 m Höhe. Nach Norden fällt das Dach auf rund 6 m Höhe ab.

Die Eindeckung der Holzkonstruktion besteht aus wurzelfester Folie, die etwa 20 cm hoch mit einem Gemisch aus Mutterboden und Blähton bedeckt ist. Darauf liegt resistenter Rasen.

Konstruktion:

Die Außenwände bestehen aus einer vertikalen Nut- und Federschalung, befestigt auf einer Konterlattung. Der Zwischenraum zur dahinter liegenden horizontalen Rauhschalung bietet eine Hinterlüftung der Fassade. Der so entstehende Zwischenraum, der nach außen mit verrottungsfestem Packpapier, zur Innenseite mit einer Dampfsperre ausgekleidet ist, wird mit einer Torfschüttung ausgefüllt.

Ebenfalls in "Sandwich"-Bauweise ist die Geschoßdecke ausgeführt: Zwischen den Deckenbalken liegen auf seitlich angeschlagenen Dachlatten Ton-Holzziegel, auf die bis Oberkante Deckenbalken Kalksand aufgeschüttet ist. Den Abschluß (Fußboden) bilden Nut- und Feder-Hobeldielen.

Heizsystem

Der Rauminhalt des verglasten "Kollektors" wurde auf den Wärmebedarf des Hauses (14 kW bei 400 m² Atelier- und Wohnfläche) abgestimmt. Die im First des Vorbaues aufsteigende Warmluft saugt ein Ventilator nach unten ab und drückt sie in einen mit Kalkschotter gefüllten, gut isolierten Wärmespeicher im Fundament des Hauses. Abends bläst dieser Ventilator mit umgekehrter Drehrichtung Warmluft aus dem Speicher über Kanäle in die Räume.

An kalten Tagen deckt eine zusätzliche Heizung den Wärmebedarf. Ein "Zentralheizungsherd", in dem Holz verfeuert wird, dient neben seiner Funktion als Kochstelle, auch als Heizkessel für die angeschlossenen Heizkörper.

Recycling

Die Sanitärinstallation wurde auf sparsamen Verbrauch von Trinkwasser ausgelegt: Toilette und Waschmaschine werden aus einem Regenwassertank versorgt.

"Recycling" wurde insoweit auch beim kostengünstigen Bauen angewandt: Treppen, Türen, Glastrennwände, Badewannen, Gußheizkörper und Ziegelsteine stammen aus einem Abbruch.

Kosten

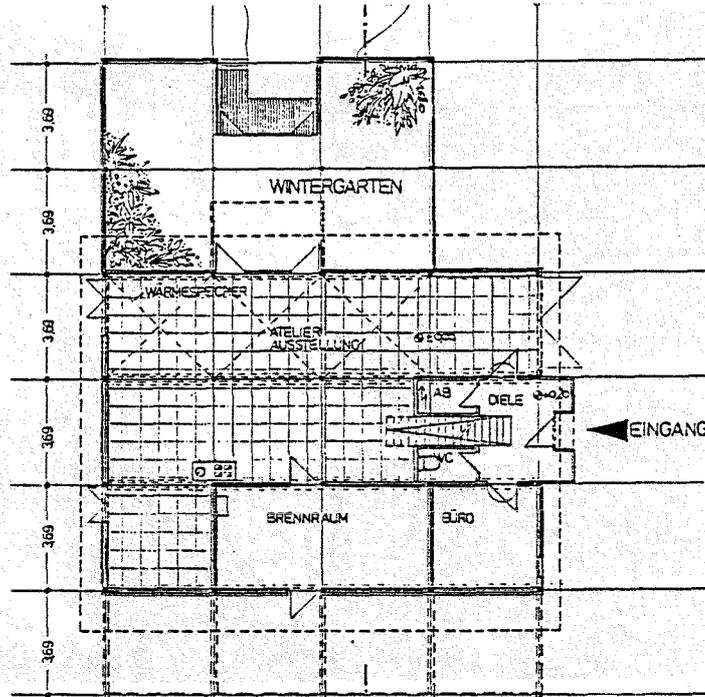
Es bestehen keine überprüfbaren Kostenangaben, da der Selbstbau nicht kapitalisiert wurde.

Kommentar

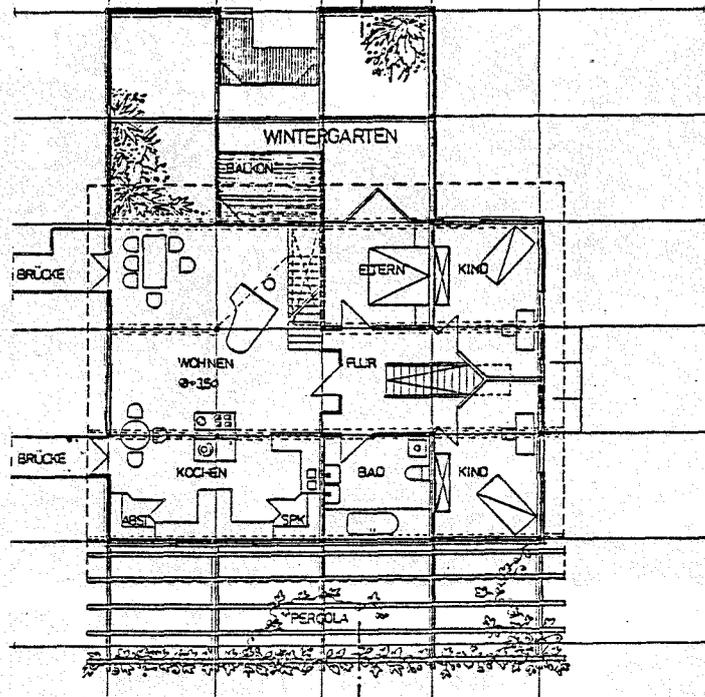
Selbstbauen und Energiesparen sind Hauptthemen dieser Architektur. Unpräenziös, geschickt und sauber gelöst, entstand ein individuelles, gut bewohnbares Gebäude, das mit wenig Heizungsenergie auskommt und preiswert gebaut werden konnte. Die architektonische Qualität wurde durch eine zurückhaltende schlichte Einfachheit erreicht. Ein Beispiel, daß das energiesparende Bauen nicht immer durch eine große gestalterische Geste gekennzeichnet sein muß. Auch dieses Haus ist ein wichtiger Beitrag für die Weiterentwicklung energiesparender Architektur.

ABBILDUNG 20

Grundriß
Erdgeschoß



Grundriß
Obergeschoß



Schnitt

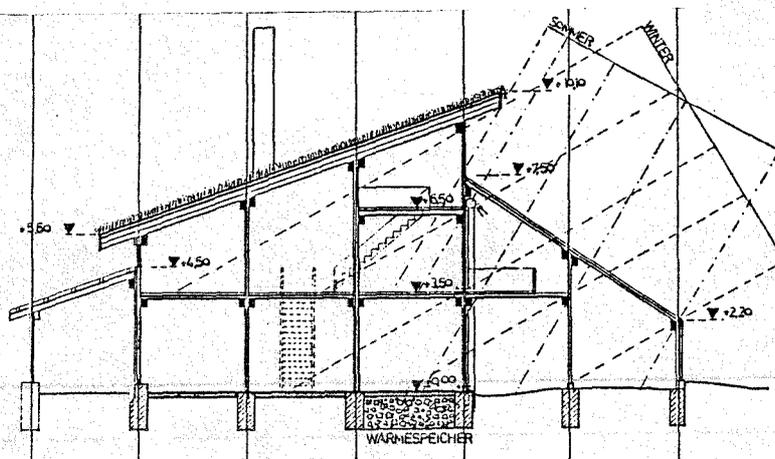
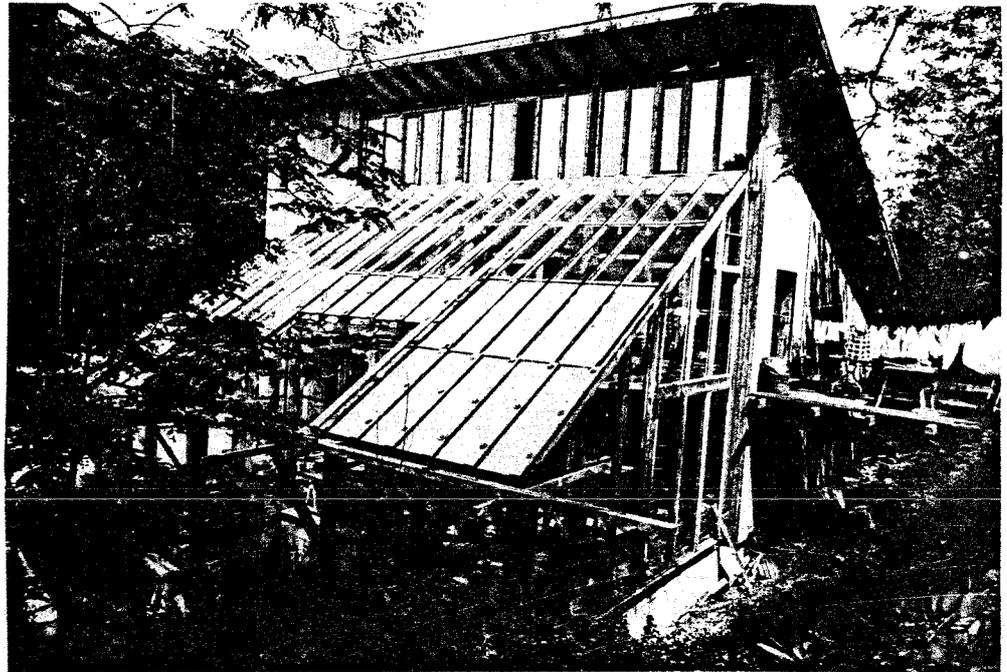


ABBILDUNG 21



Projekt Landesgartenschau
Reutlingen
Architekten: Logid
Baujahr 1983/84

Konzept

Bei diesem Gebäude handelt es sich um ein bestehendes Zweifamilienhaus, das mit Glasbauten im Sinne der grünen Solararchitektur umgerüstet wurde. Diese Vorbauten erfüllen mehrere Funktionen. Sie schaffen für jede Familie einen erweiterten Wohnbereich mitten im Stadtgebiet. Mit den Glasvorbauten wird außerdem die Sonnenenergie eingefangen und als Warmluft in das Erdgeschoß und in das Obergeschoß geleitet. Beim Architekturkonzept wurde für die Anbauten kein Pultdach verwendet, sondern eine kleingliedrige Form gewählt, die sich besser in das Stadtbild einfügt.

Konstruktion

Glasanbau: Verzinkte Stahlrohrkonstruktion - weiß gestrichen mit Isolierverglasung; Temporärer Wärmeschutz;
Gewächshaus mit subtropischer Bepflanzung im Erdreich, und automatischer Bewässerung.

Speicherflächen:

Ziegelböden und Ziegelverblendung der Wände zum Kernhaus;

Lüftung: Abluft durch vollautomatische Lüftungsklappen.

Energiesystem:

Passive Nutzung der Warmluft aus dem Gewächshaus durch Öffnen der Fenster und Türen zum Kernhaus (Unterstützung durch Ventilatoren), Anschluß an die sanierte Hausheizung zur Einhaltung der 5°C Mindesttemperatur; zusätzliche Brauchwasserbereitung mittels Gittergewebeabsorber unterhalb der Dachverglasung.

Der jährliche Energieverbrauch liegt, einschließlich Gewächshaus, bei 13.000 kWh, das entspricht etwa 1.870 l Heizöl; die dabei zu beheizende Wohnfläche beträgt zusammen 250 m².

ABBILDUNG 22

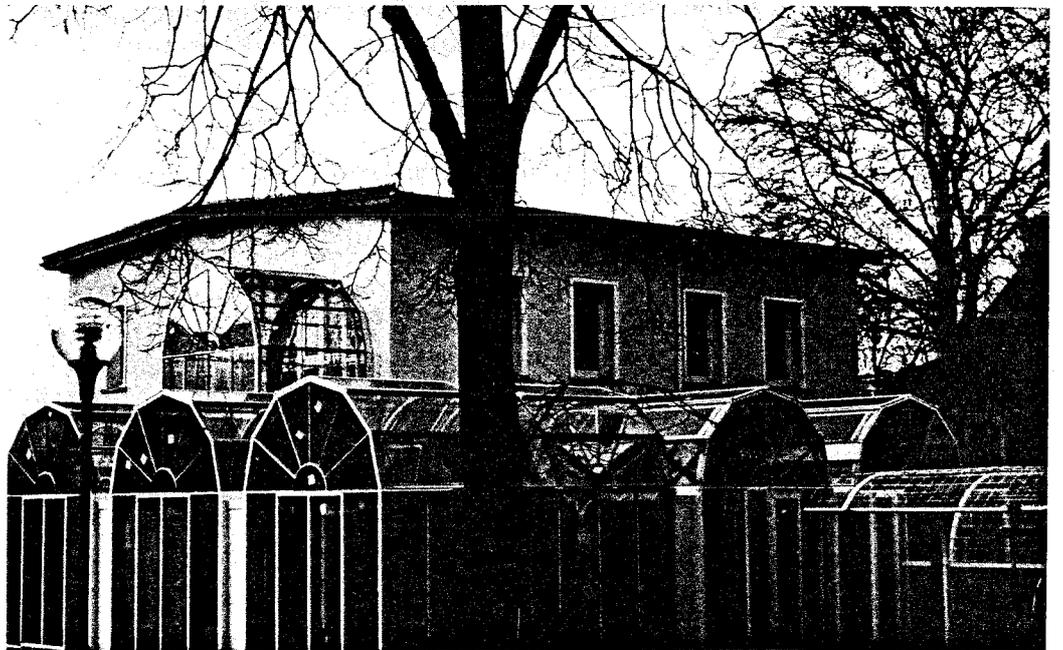
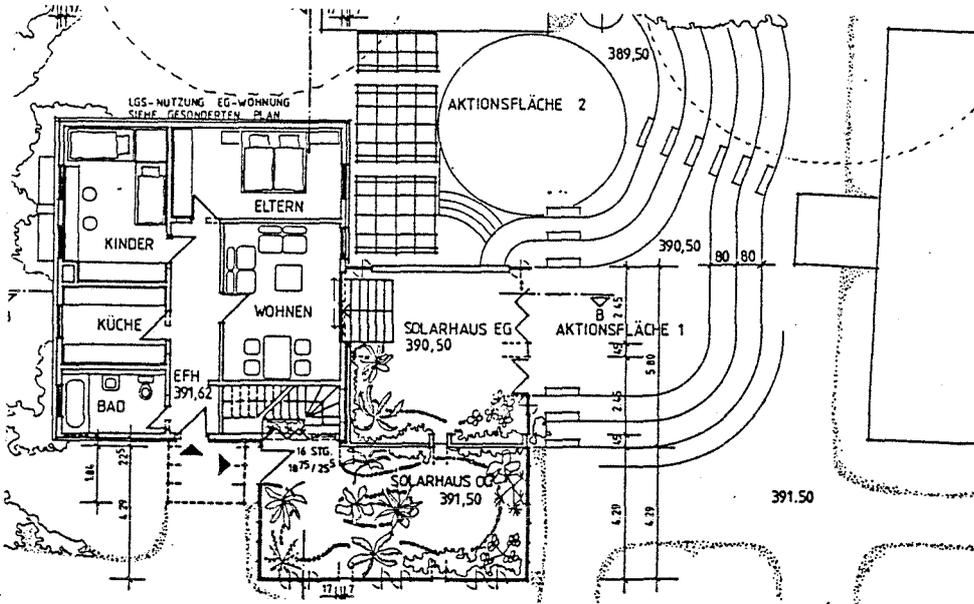
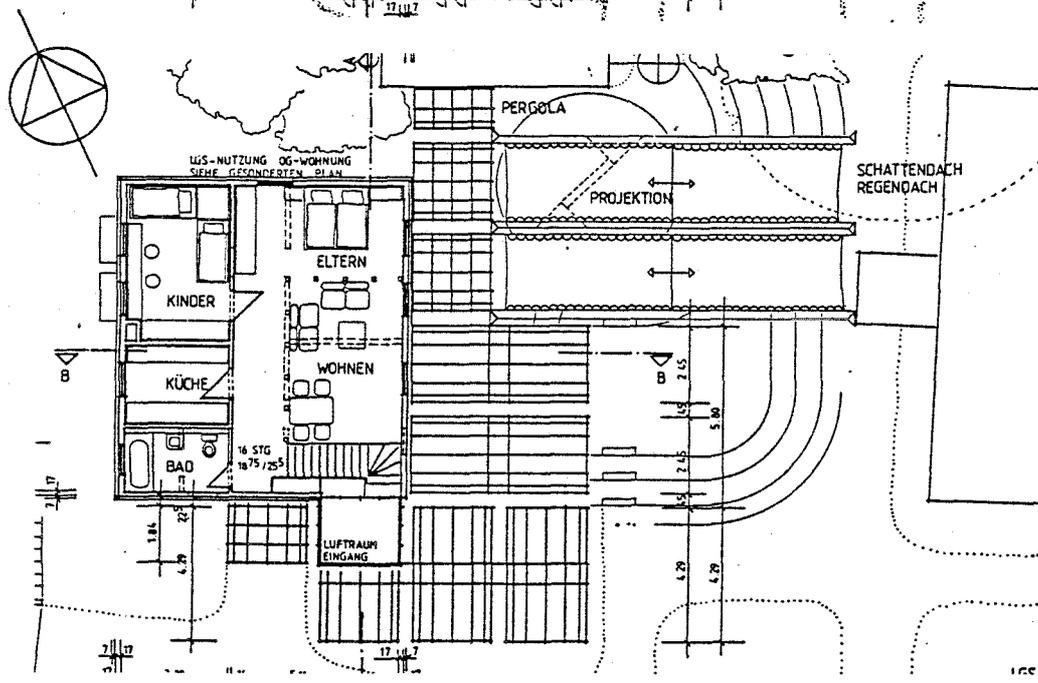


ABBILDUNG 23

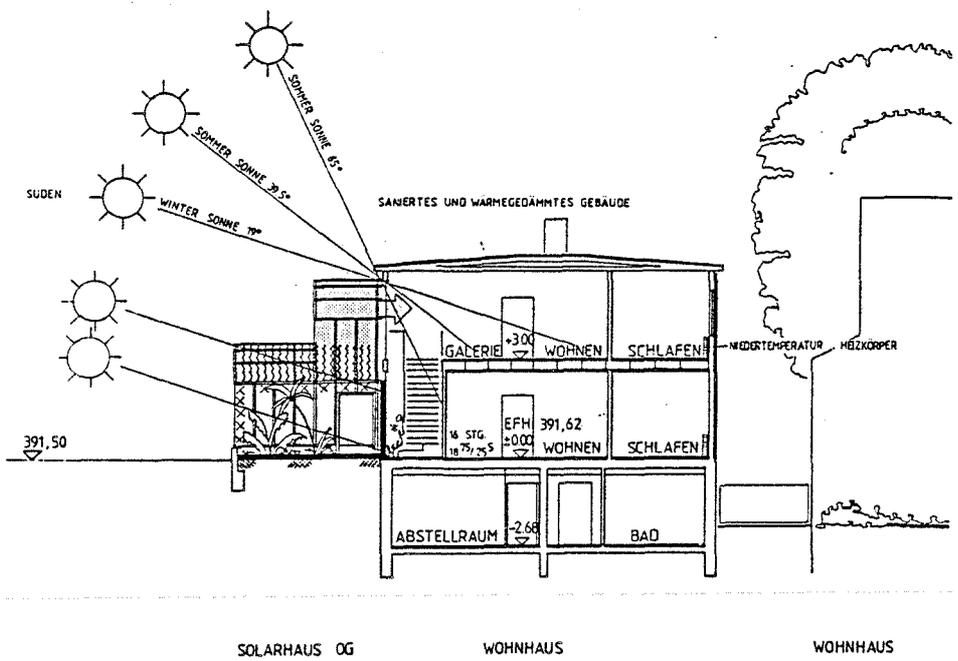
Grundriß Erdgeschoß



Grundriß Obergeschoß



Schnitt



Projekt Wettbewerb Energiesparhaus
 Poroton Haus in Wöllstein
 Architekt: Wolf Hoffmann
 Baujahr 1984

Konzept

Quadratischer Grundriß, zweigeschossig, Pyramiden-Dach mit Ziegeldeckung. Insgesamt günstige Oberfläche zum umbauten Volumen.

Stellung des Gebäudes mit der Diagonalen in Nord-Südrichtung auf dem Grundstück.

Die Küche sowie die Wohn- und Aufenthaltsräume sind nach Südosten und Südwesten orientiert. Das Treppenhaus und der Eingang liegen in der Nordecke des Hauses.

Die nach Südwesten und Südosten orientierten Fassadenflächen sind mit großen Fensterflächen zur direkten Nutzung der Sonnenenergie ausgestattet. Die Fensterbrüstungen und die Pfeiler zwischen den Fenstern sind als Trombe-Wand ausgebildet. Diese Wände sind aus 24 cm dicken, dunklen Klinkermauerwerk hergestellt.

Die Speicherwand wird während des Heizbetriebs in den Nachtstunden durch direkt davorlaufende Rolläden abgedeckt. Rankgerüst mit laubwerfenden Pflanzen als Sonnenschutz im Süden, nach Norden immergrüne Pflanzen, als Windschutz.

Konstruktion

Außenwände: 49 cm Leichtziegel 0,8; verputzt bzw. Poroton-Sichtmauerwerk; hohe Wärmespeicherkapazität;
 k-Wert = 0,52 W/mK;

Fenster: Leichtmetallkonstruktion mit Wärmeschutzglas; temporäre Wärmedämmung;

Boden: Ziegel-Fertigdecken; Boden-Belag aus Ziegel-estrich.

Energiesystem

Die Solarenergiegewinne, durch eine Art Trombe-Wand-System in der Süd-Fassade, werden durch Wärmeverschiebung ins Hausinnere nutzbar gemacht.

Zur Energieeinsparung wurden Heizung und Brauchwasser getrennt.

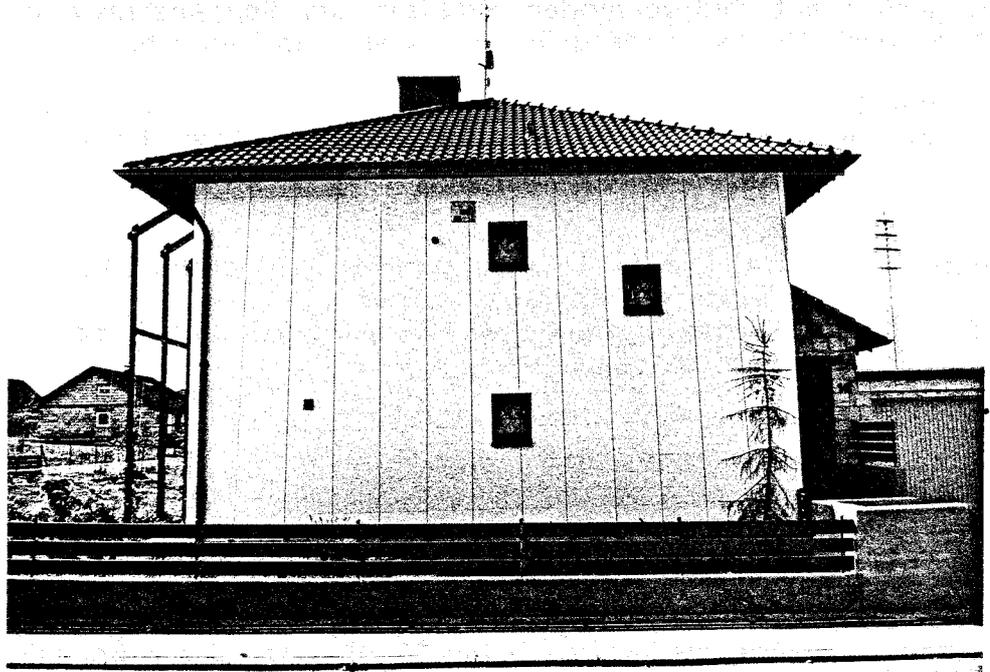
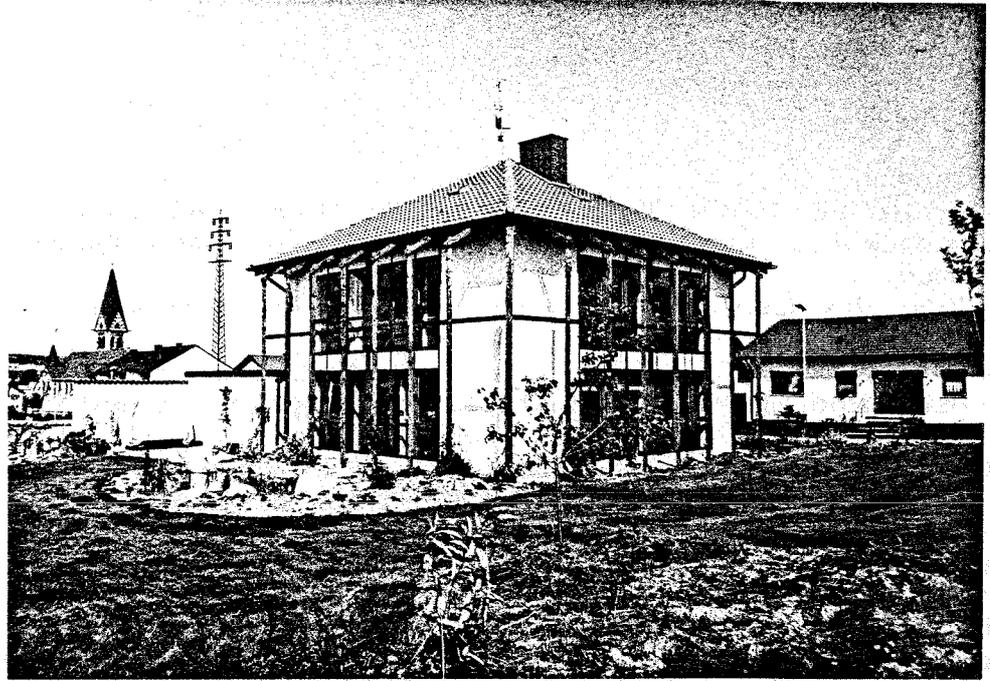
Gemäß den Rechenergebnissen einer Verbrauchsabschätzung liegt der Heiz-Energieverbrauch bei 50 kW/m²a: Diese Energie wird durch eine Niedertemperatur-Gastherme und innenliegende Konvektoren zugeführt; die Lüftungswärme-Verluste werden durch eine Wärmerückgewinnungsanlage begrenzt.

Die Brauchwassererwärmung geschieht durch einen Gasdurchlauferhitzer an der Außenwand.

Kommentar

Das Gebäude ist in seiner Wirkung unprätentiös, kubisch konzipiert und mit einem vorstehendem Walmdach hutartig abgedeckt. Es handelt sich um ein, mehr technisch als architektonisch orientiertes Gesamtkonzept. Hier wurde nur energiesparend gebaut und geplant.

ABBILDUNG 24



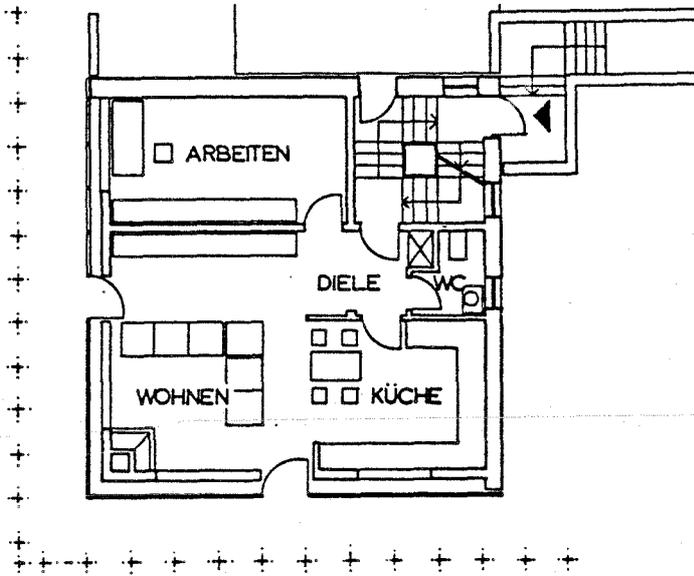
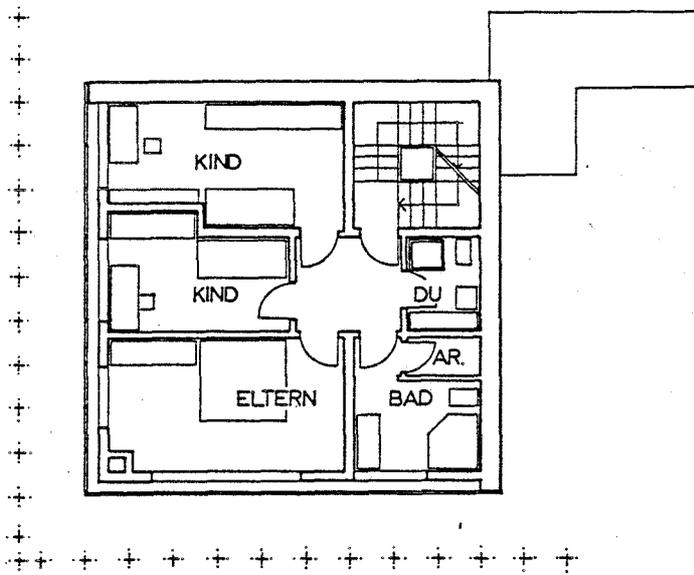
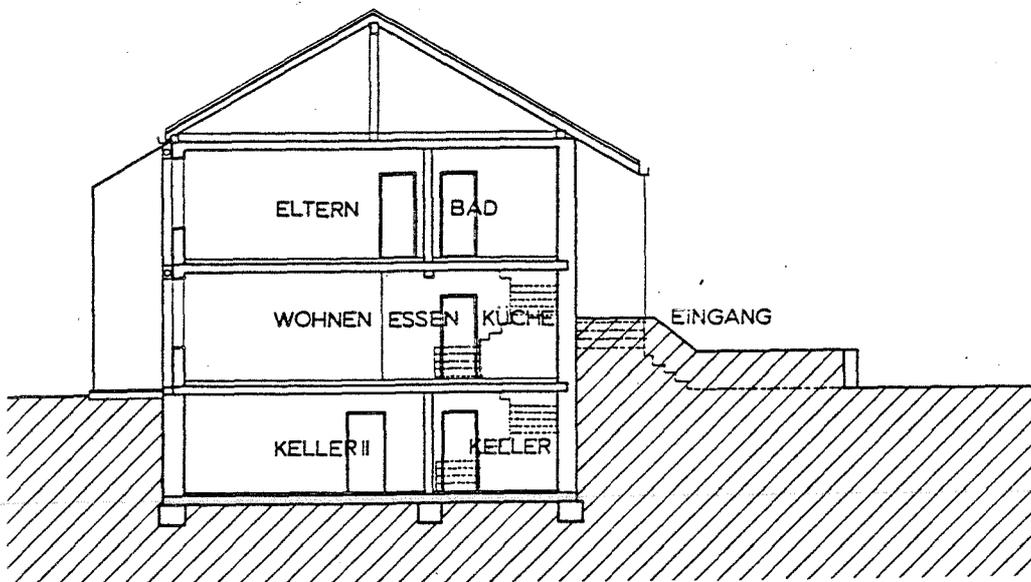


ABBILDUNG 25

Grundriß
Erdgeschoß



Grundriß
Obergeschoß



Schnitt

Selbstbau-Projekt Wohnhaus in München
Architekten: Doris und Ralph Thut
Baujahr 1977/78

Konzept

Eine von den Architekten entwickelte und von einer Fachfirma ausgeführte Primärkonstruktion ermöglichte den weitgehenden Selbstbau und damit die Entfaltung der Eigeninitiative der Bewohner.

Der unbekümmerte Umgang mit tradierten Baukonstruktionen, das unkonventionelle Detail und die Verwendung von am Bau- markt vorhandenen Materialien entsprechen dem experimen- tellen Charakter des Bauvorhabens.

Innerhalb der vorgegebenen Konstruktionsachsen entwickeln sich die unterschiedlichen Räume, den jeweiligen Bedürfnissen der Bewohner entsprechend.

Die notwendige Spannung zwischen Privatheit und Gemein- schaft findet bereits im Grundkonzept, mit dem kollektiven Gewächshaus, der Werkstatt im Keller und dem individuellen Gebrauch gewidmeten Obergeschoß mit seinen Rückzugsmög- lichkeiten und separaten Zugängen die angemessene Berück- sichtigung und führt zu der für das Gebäude charak- teristischen architektonischen Gestalt.

"Diesem Wohnexperiment liegt folgende Gebäudestruktur zugrunde: Autarke Wohnungen sind im Bereich der Küchen- und Familienräume durch ein, im Süden vorgelagertes Glas- haus verbunden. Das Glashaus wird von den einzelnen Woh- nungen aus bewirtschaftet und dient gleichzeitig als interner Erschließungsweg, ähnlich einem überdachten Straßenraum."
(D.u.R.Thut)

Konstruktion

Die Bautechnik ist ausgerichtet auf Selbstbau und niedrige Baukosten.

Wände: Das Tragwerk besteht mit Ausnahme des Untergeschoßes, aus einer Holzskelett- konstruktion. Alle Wände und Fassaden sind in Leichtbauweise, Holz, Mineralwolle, Gips- karton, ect. ausgeführt.

Energiesystem

Eine konventielle zentrale Heizung, sowie die Warmwasser- aufbereitung mit Gasfeuerung wird ergänzt durch die Kombi- nation von passiver und aktiver Nutzung der Sonnenenergie. Die weitgehend natürliche Klimatisierung des Gebäudes durch freie Konvektion, sowohl für den Sommer, als auch Winterbe- trieb, entlastet den Energieaufwand zur Schaffung der, in Wohngebäuden üblicherweise geforderten Behaglichkeitskri- terien, ganz entscheidend.

Zusätzlich zu der passiven Nutzung der Sonnenenergie sorgen Flachdachkollektoren für die Warmwasseraufbereitung während der Sommermonate.

zu: Wohnhaus in München, Architekten Tuth

Kommentar

Dieses Bauvorhaben wurde 1979 mit dem Deutschen Architekturpreis ausgezeichnet. Die Ziele bei der Realisation des Projektes waren Selbstbau, Förderung der Kommunikation unter den Bewohnern, niedriger Erstellungspreis, Energieeinsparung durch passive und aktive Maßnahmen zur Sonnenenergienutzung. Die Architekten fanden eine einfache, den Zielen angepaßte Architektursprache. Einfache Details und Sichtbarmachung des konstruktiven Gefüges sind die wichtigsten Merkmale dieser Architektur. Das Haus ist ein hervorragendes Beispiel für gut nutzbare und noch bezahlbare energiesparende Architektur.

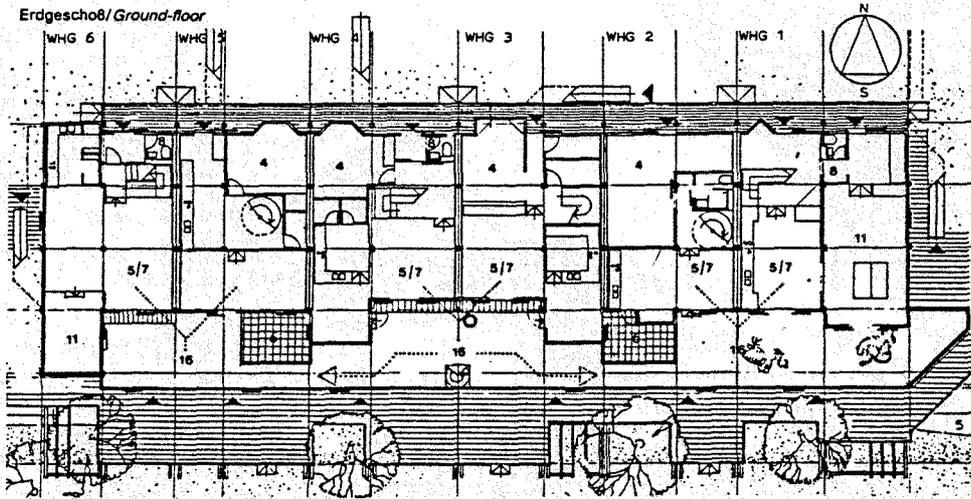
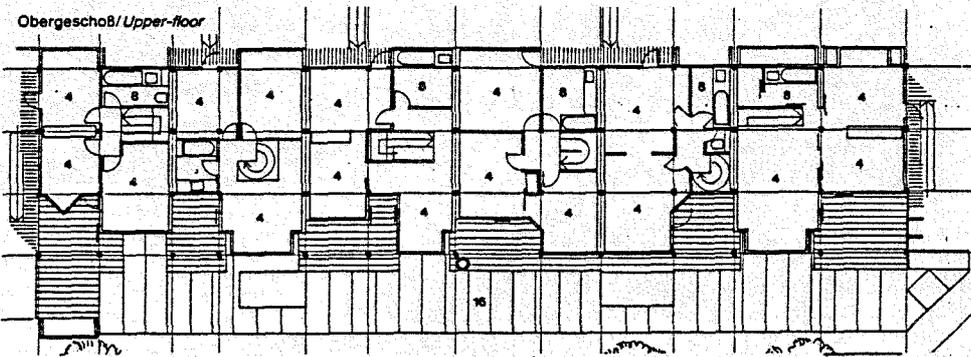
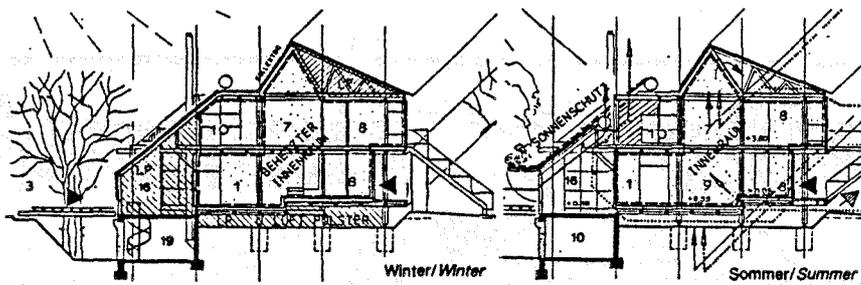


ABBILDUNG 26
Grundriß
Erdgeschoß

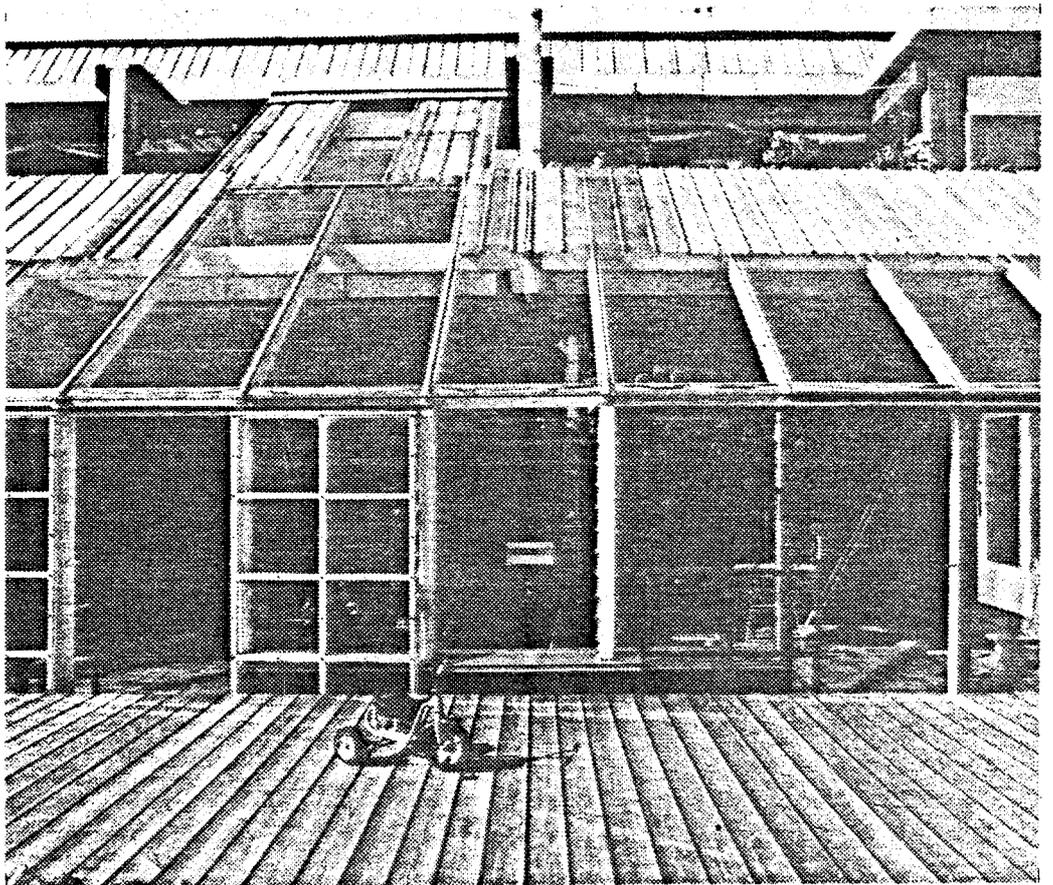
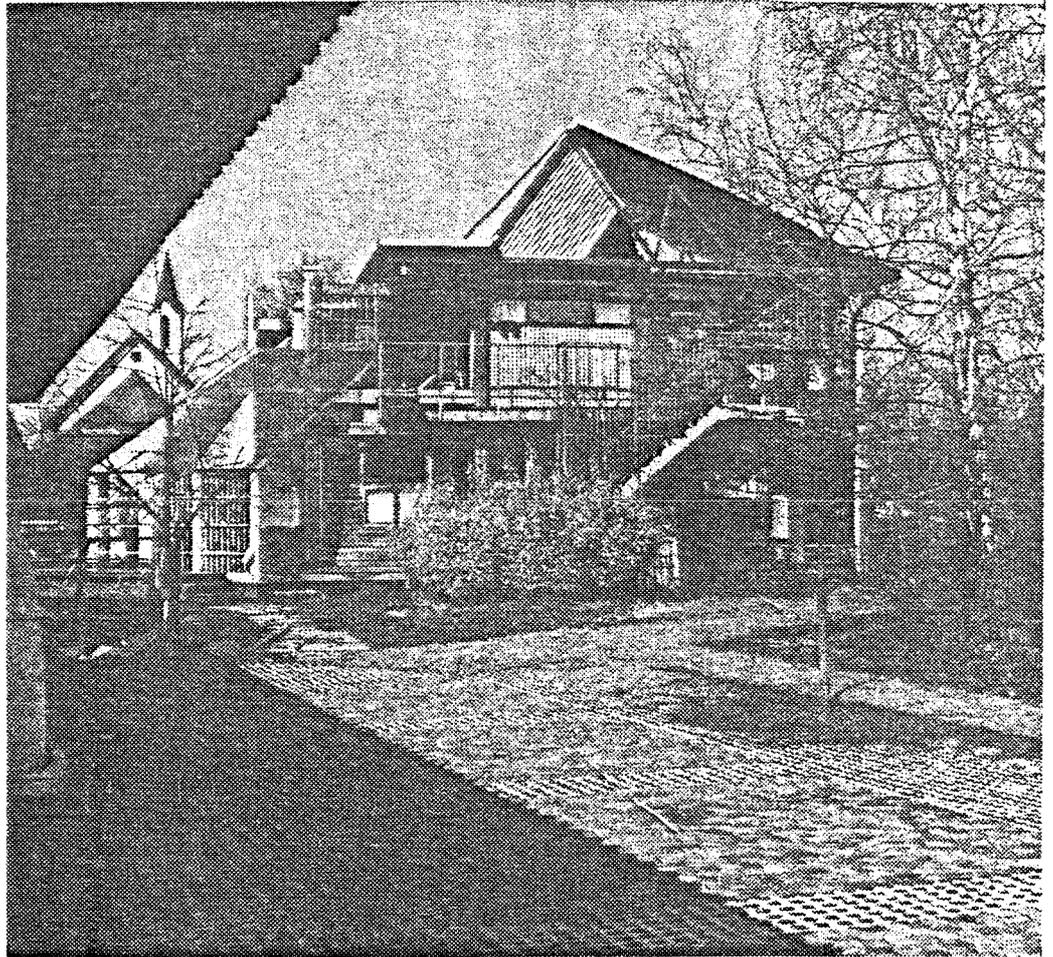


Grundriß
Obergeschoß



Schnitte

ABBILDUNG 27



Wettbewerb Reihenhäuser in Göttingen Nikolausberg
 Architekt: Prof. Vladimir Nikolic
 Entwurf 1983

Konzept

Die entscheidende Gestaltungsidee ist Zentralität, Individualität und Introvertiertheit, d.h. Schaffung einer maximalen Intimität des Wohnens.

Nach Außen stellt sich dieses Prinzip durch den kompakt und geschlossen wirkenden Baukörper dar, der mittig von einer gläsernen Achse durchtrennt und überspannt wird.

Der innere Charakter wird durch den Lichteinfall aus der Mitte der Fassaden und durch den Dacheinschnitt bestimmt. Das Licht erreicht dabei nicht nur die Galerie im Obergeschoß, sondern fällt durch den Deckendurchbruch bis in die Diele im Erdgeschoß. Die Galeriezone wird zudem seitlich über den Wintergarten belichtet.

Gleichermaßen zu Wintergarten und Balkon sind auch alle anderen Räume im Obergeschoß ausgerichtet, wodurch weitgehender Sichtschutz nach außen erzielt und gleichzeitig ein Klimapuffer gebildet wird.

Die Innenaufteilung des Hauses folgt streng den beschriebenen Entwurfsprinzipien: Die Mittelachse durchläuft dabei das Gebäude in der gesamten Tiefe und setzt sich im Garten bis zu einem markanten Endpunkt, etwa einem Gartenhaus, fort.

Konstruktion

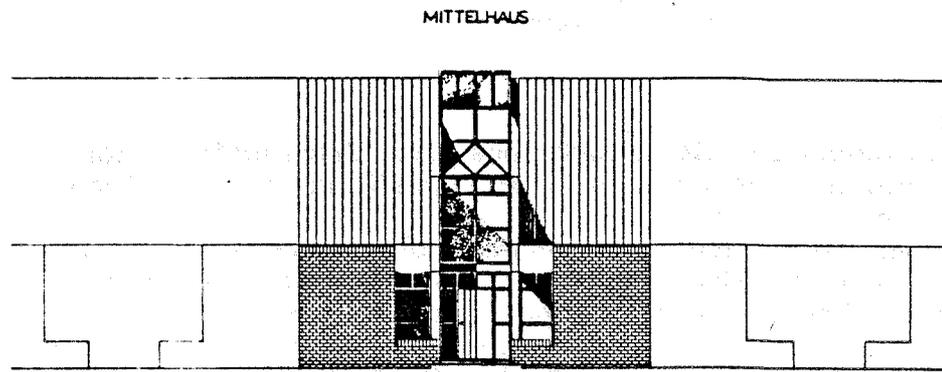
Außenwände	Mauerwerk aus Leichtziegeln, verkleidet mit Vormauerwerk aus dunklen Klinkersteinen; k-Wert: 0,5 W/m ² K
Dach	Satteldachkonstruktion aus Holz; Dachziegel-eindeckung; k-Wert: 0,3 W/m ² K;
Decken:	massive Decken; keramischer Bodenbelag bzw. Teppichboden im Wohnbereich; k-Wert der Kellerdecke: 0,3 W/m ² K;
Fenster:	Wintergarten: Einfach-Verglasung in Metallpro-filen, und 2-fach-verglaste Holzfenster zum Wohnraum; Zwischen beheizten Räumen und Außen: 3-fach-Verglasung in Naturholz-Rahmen;

Energiekonzept

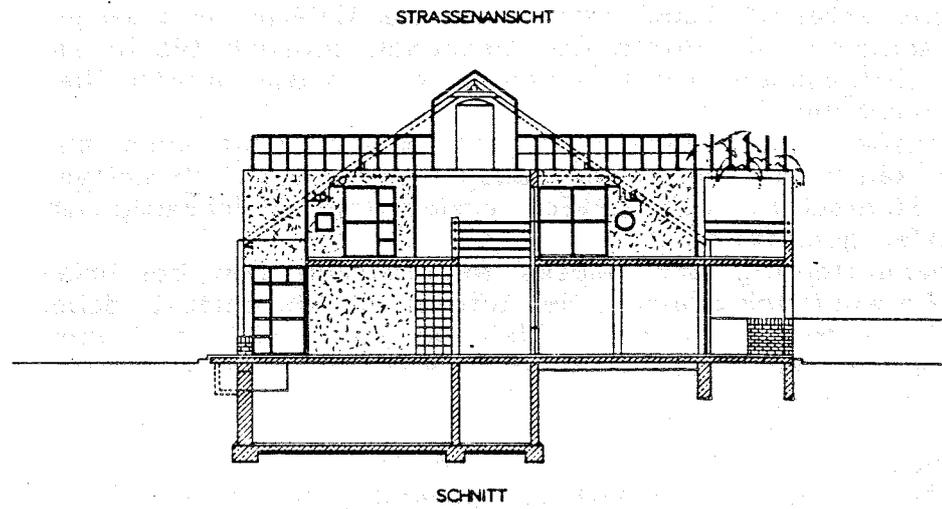
Passive Solarenergiegewinne werden besonders durch die verglaste Mittelachse, als Luft-Sonnen-Kollektor, erzielt. Diese verglasten Bereiche wirken gegenüber den, nach innen angeordneten "warmen Räumen" gleichzeitig als thermische Puffer. Neben dieser Gebäudezonierung, spielt im Energiekonzept die Kompaktheit des Gebäudes, bzw. die Minimierung der Abkühlflächen eine wesentliche Rolle.

Die bivalente Niedertemperaturheizung wird durch einen Gaskessel und eine elektrische Wärmepumpe gespeist. Sowohl die Wärmerückgewinnung aus der Abluft, als auch die eingestrahelte Sonnenenergie im Wintergarten dienen dabei der Wärmepumpe als Energiequelle.

ABBILDUNG 28
Straßenansicht



Schnitt



Gartenansicht



MITTELHAUS

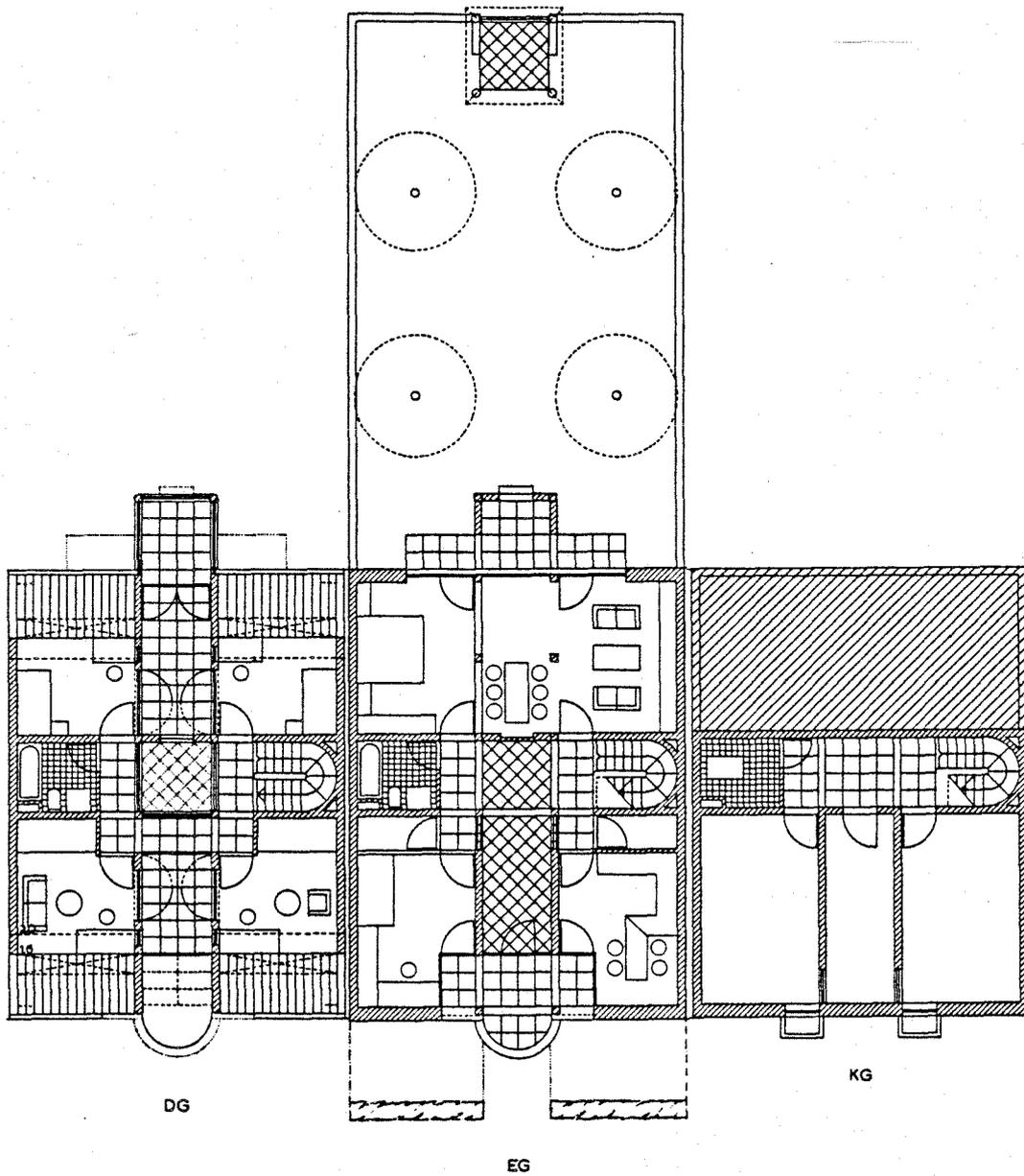


ABBILDUNG 29

Grundriße
Mittelhaus:
Dachgeschoß,
Erdgeschoß und
Kellergeschoß

Wohnanlage in Holzminden

Architekt: Dr. Enno Schneider, Heinrich Lauter

Baujahr 1983

Am Ortsrand von Holzminden wurden die vier Einfamilienhäuser als Reihenhäuser in einem ehemaligen Steinbruch errichtet. Zur Einbindung in das unter Landschaftsschutz stehende angrenzende Wiesengebiet wurden sämtliche Dachflächen der Wohnanlage begrünt.

Das Grundstück wird von Süden betreten und stößt im Norden gegen die steile Wand des Steinbruchs. Jedes Haus hat deshalb nach Norden einen Lichthof als Wintergarten, der von oben belichtet wird. So können auch die nordorientierten Räume über dem Wintergarten Tageslicht empfangen.

Durch ihre besondere Lage am Hang haben die Gebäude in der Mittellage nur eine nach Süden orientierte Fassade. Vor der Außenwand befindet sich ein Glasbau, der teilweise über beide Geschosse reicht. Der Glasbau bildet einerseits eine thermische Pufferzone vor dem Eingangsbereich und dient andererseits als Wohnraumerweiterung.

Die Küche und der Eßplatz sind zu dem im Norden liegenden Lichthof hin orientiert.

Im Obergeschoß befinden sich vorwiegend Schlaf- und Kinderzimmer; es erstreckt sich nicht über die volle Gebäudetiefe.

Konstruktion

Außenwände: Zweischaliges Kalksandstein-Sichtmauerwerk mit Kerndämmung;
k-Wert = 0,29 W/m²K;

Fenster: Nach Außen: Holzfenster mit Wärmeschutzverglasung;
Zum Glasbau: Holzkonstruktion mit Einfachverglasung;

Glasanbau: verzinkte Stahlkonstruktion mit Wärme-Schutzglas;

Dach: Betondecke mit 10 cm dicker Wärmedämmschicht;
k-Wert: etwa 0,30 W/m²K.

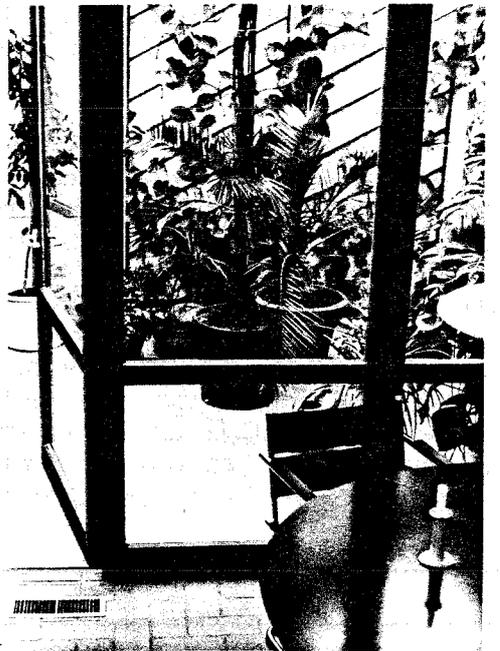
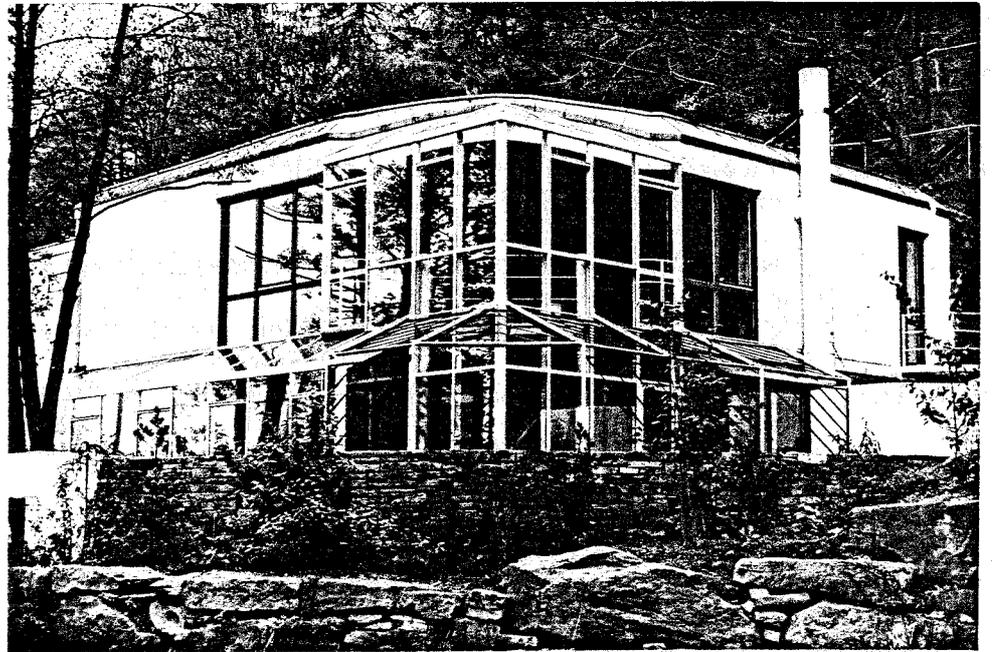
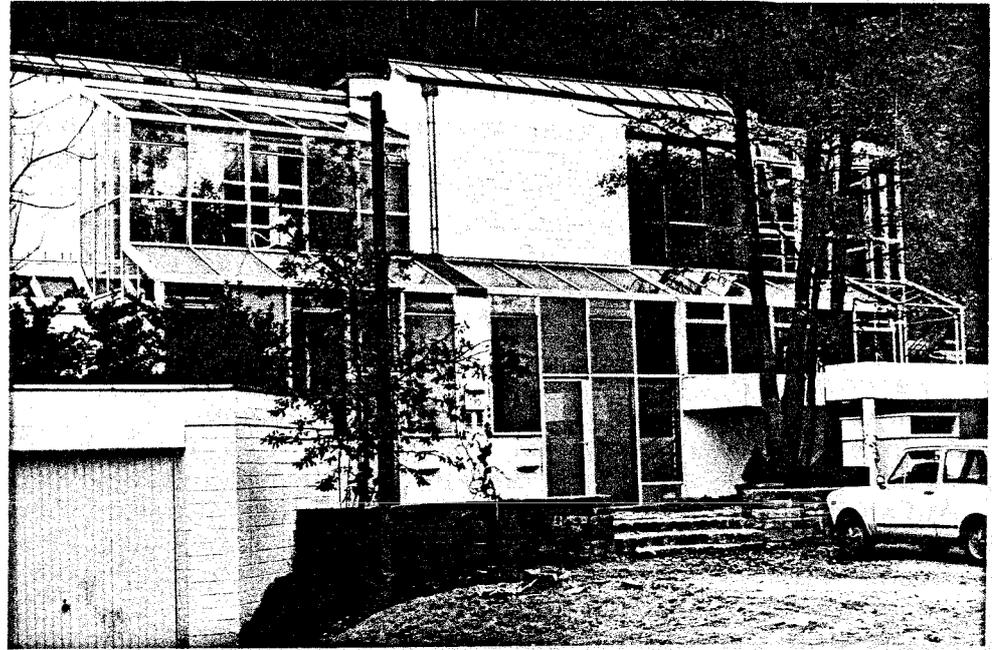
Energiekonzept

Die Heizungssysteme wurden differenziert nach der Nutzung der verschiedenen Häuser ausgewählt. Ständig bewohnte Gebäude wurden mit einer trägen Fußbodenheizung ausgestattet, während in das Haus eines berufstätigen Ehepaares eine schnell reagierende Luftheizung eingebaut wurde.

Kommentar

Mit der Rückseite in den Hang eingegraben, nach Süden stark verglast und mit Wintergärten abgeschirmt, entsteht eine ansehnliche Architektur. Sowohl von der Organisation des Grundrisses, als auch durch die Gestaltung ist dies Objekt für die Entwicklung energiesparender Architektur ein wichtiger Beitrag. Die Detailplanung ist sehr sorgfältig durchgeführt, die Raumfolgen bieten ein abwechslungsreiches Erscheinungsbild. Über die Energiesparquoten sind keine vergleichbaren Daten vorhanden. Die Wohnanlage ist ein sehr gelungenes Beispiel, daß auch ohne staatliche Subvention die energieeinsparende Architektur durch private Initiativen und engagierte Planer entwickelt und realisiert werden kann.

ABBILDUNG 30



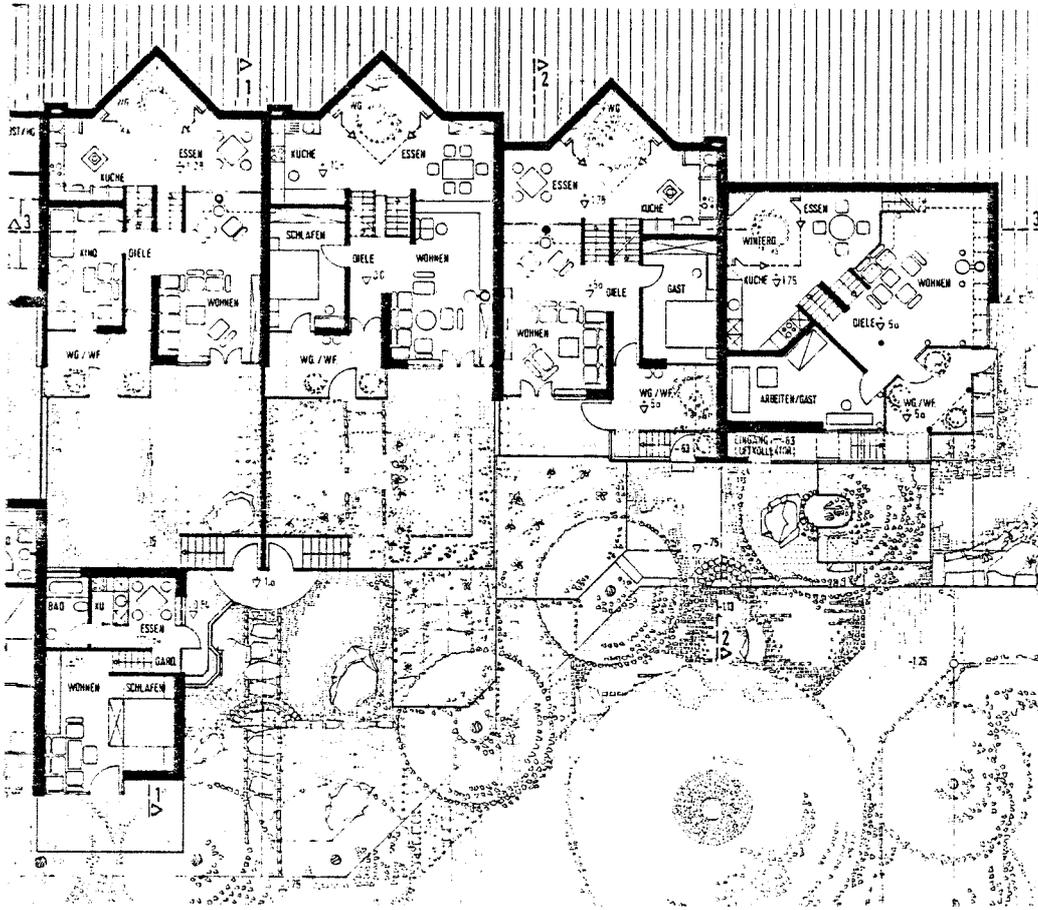
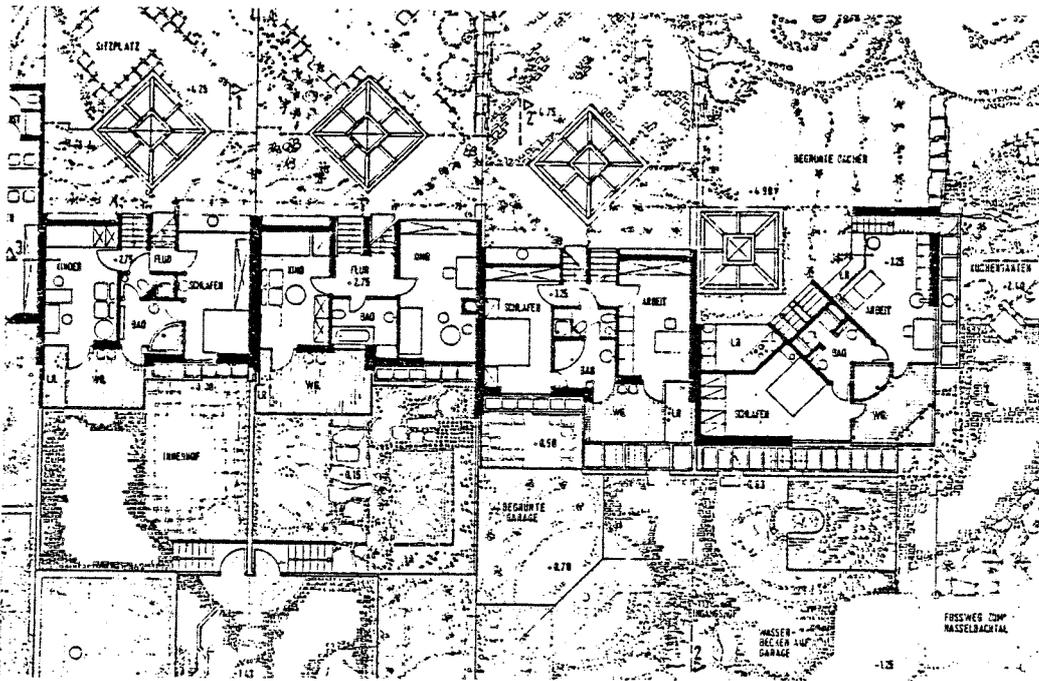
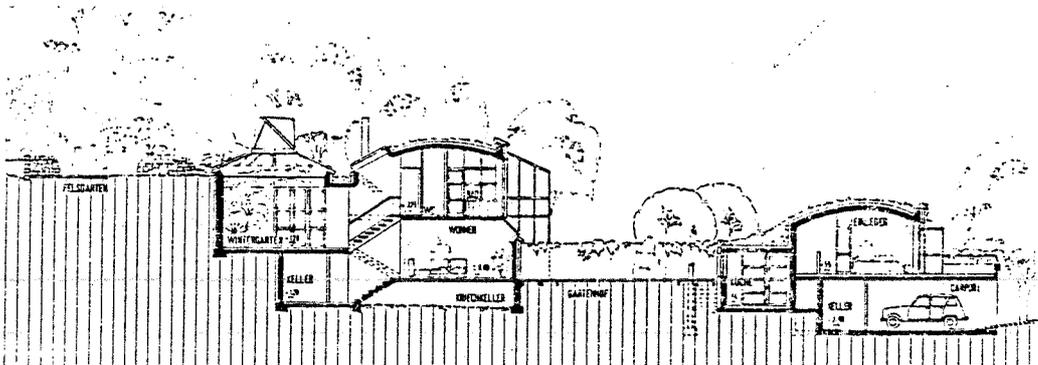


ABBILDUNG 31
Grundriß
Erdgeschoß



Grundriß
Obergeschoß



Schnitt

Projekt Dokumenta Urbana in Kassel
 Wohnnachbarschaft Dönche II
 Architekten: Baufrösche
 Baujahr 1983/84

Konzept

Die Siedlung geht aus dem Konzept der nachbarschaftlichen Selbsthilfe hervor. Diese gemeinschaftliche Idee zeigt sich sowohl zum Straßenraum, hier gleichzeitig Kinderspielplatz, als auch auf der Gartenseite, hier z.B. durch einen vorgelagerten Werkstattkeller mit erschließendem Glasgang.

Die Reihenhäuser besitzen ein beheiztes, massives Kernhaus, das durch ein vorgelagertes Eingangshaus nach Norden, und eine durchlaufende, verglaste Veranda nach Süden abgepuffert ist.

Die ausgelagerten Treppenhäuser ermöglichen eine spätere Untervermietung einer Etage.

Konstruktion

- Wände: Wärmespeicherndes Mauerwerk mit außenliegender Wärmedämmung; zur Straße durchgehend verputzt, zum Garten holzverschalt;
 k-Wert: $0,40 \text{ W/m}^2\text{K}$;
- Fenster: 2-fach Isolierverglasung, teilweise feststehend; Die Verglasung der Südveranda ist sowohl Außen, wie auch Innen in Einfachglas ausgeführt; Nur in den Dachschrägen ist eine Doppelverglasung angeordnet. Das obere Drittel des Daches ist mit Welldachplatten gedeckt und gedämmt; jeweils zwei Felder lassen sich zur Entlüftung öffnen.
- Pergola: Dient als bepflanzter Windschutz;
- Dach: Grasdächer: wärmespeichernd und feuchterückhaltend; im Winter trägt der, Jahr für Jahr dichter werdende Graspelz zusätzlich zum Wärmeschutz bei;

Energiekonzept

Die Speichermassen im Innern der Gebäude ermöglichen große, heizkostensparende Südfenster, sowie eine vorgelagerte, verglaste Südveranda, ohne die Gefahr der Überhitzung im Sommer. Zur Verschattung vor den Wintergärten dienen Pflanzen und Berankungen.

Die gasbetriebene Heizzentrale dient der Energieversorgung aller 10 Häuser; wobei die Abrechnung durch Wärmemengenzähler geschieht.

Die Warmwasserbereitung erfolgt indirekt mit Standspeicher in jedem Haushalt.

Die Nachrüstbarkeit für zusätzliche aktive Energiesparsysteme ist eingepplant.

Kommentar

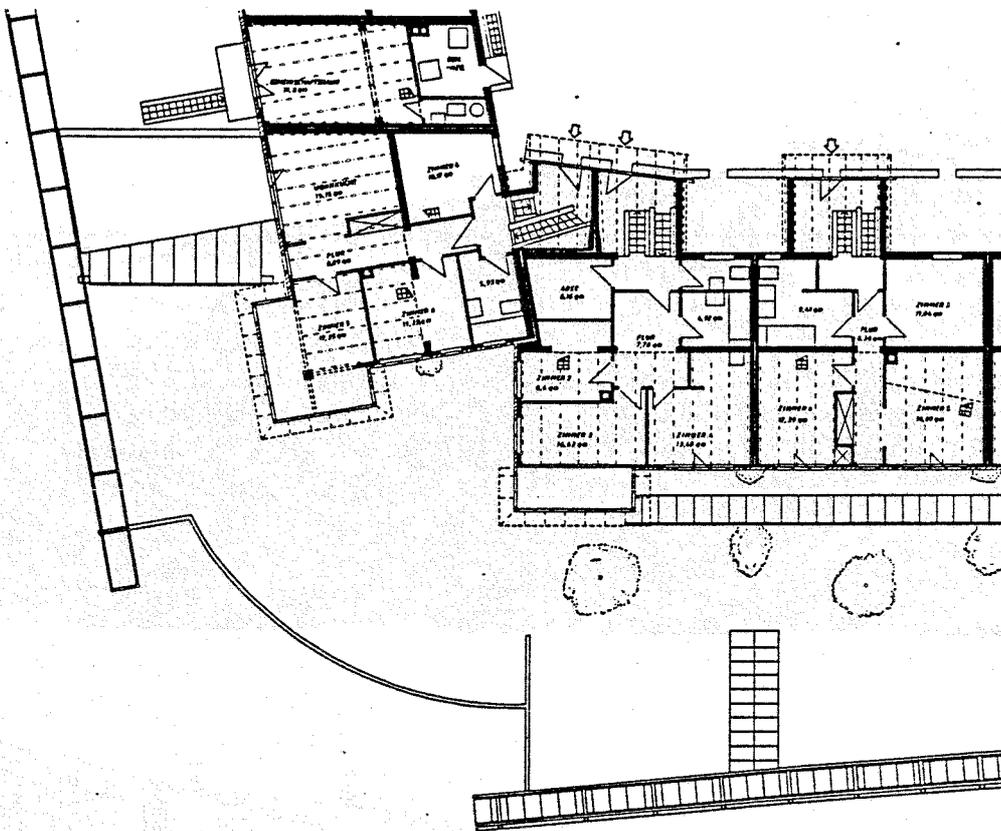
Unabhängig von Wettbewerbsergebnissen zum Energiesparhaus Kassel (vgl. Beisp. Prof. Dietz in Bad Vilbel, s. Kap. 6.1.2.) und unabhängig vom Bauträger, entstand durch gemeinsame Initiative von Architekten und Bauherren am Rande der dokumenta urbana ein beispielhaftes Vorhaben.

Gemeinsames Planen, Bauen und Wohnen war Hauptanliegen bei der Realisation dieses Bauwerks. Die Anwendung von Maßnahmen zur passiven Sonnenenergienutzung wurde als Teil eines ökologischen Gesamtkonzeptes verstanden.

Die angewandte Formensprache orientiert sich an den Prinzipien des Zufälligen, des Unvollendeten, des sich immer wieder verändernden "Provisoriums". Kollektives Wohnen mit klein bemessenen Individualbereichen bestimmt die Gestaltung - fast könnte man sagen, die "Nicht-Gestaltung". Chaos als Architektur-Prinzip. Ein gruppen-individualistisches Vorgehen, das kaum wiederholt werden kann - dadurch ein Einzelmonument.

ABBILDUNG 32

Grundriß
Obergeschoß



Schnitt

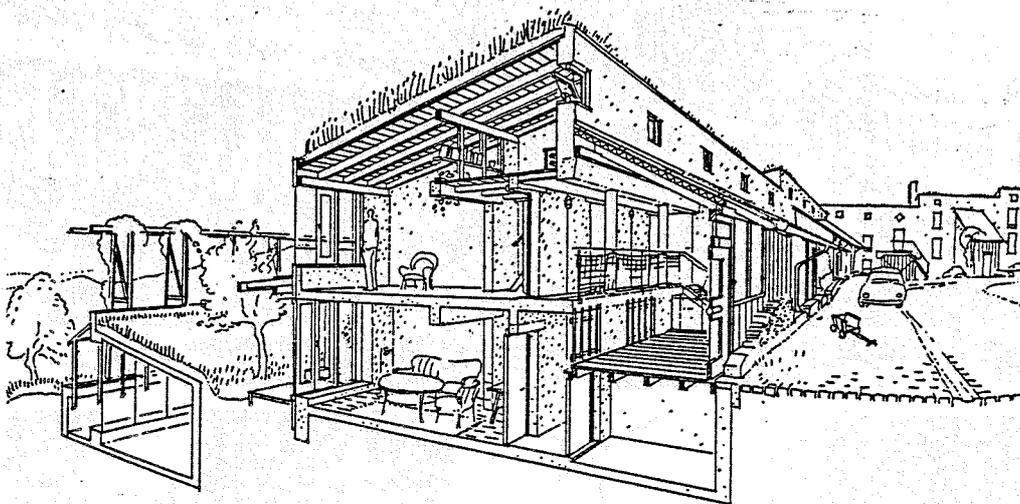
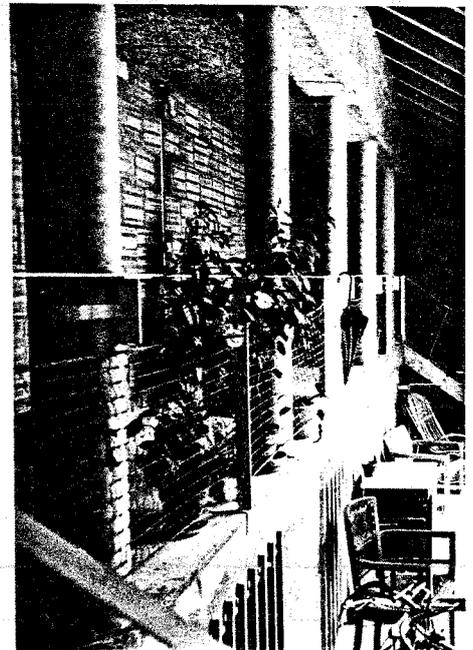
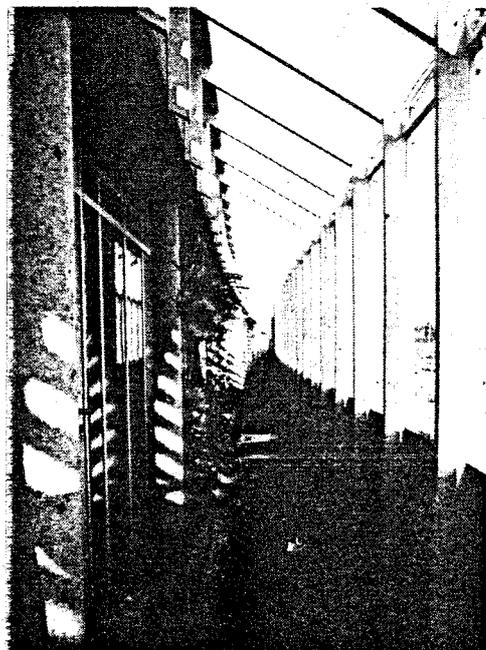
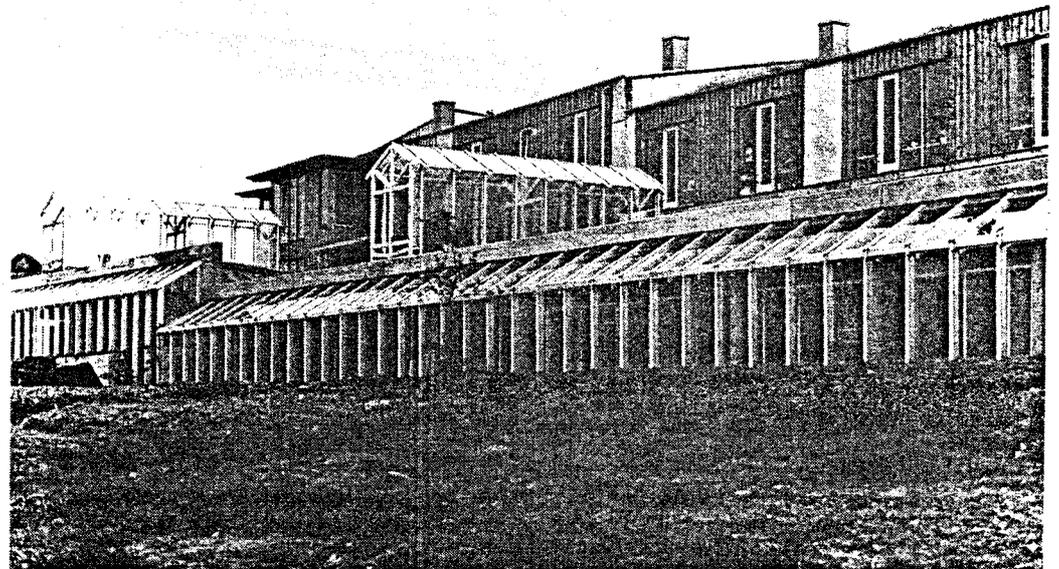
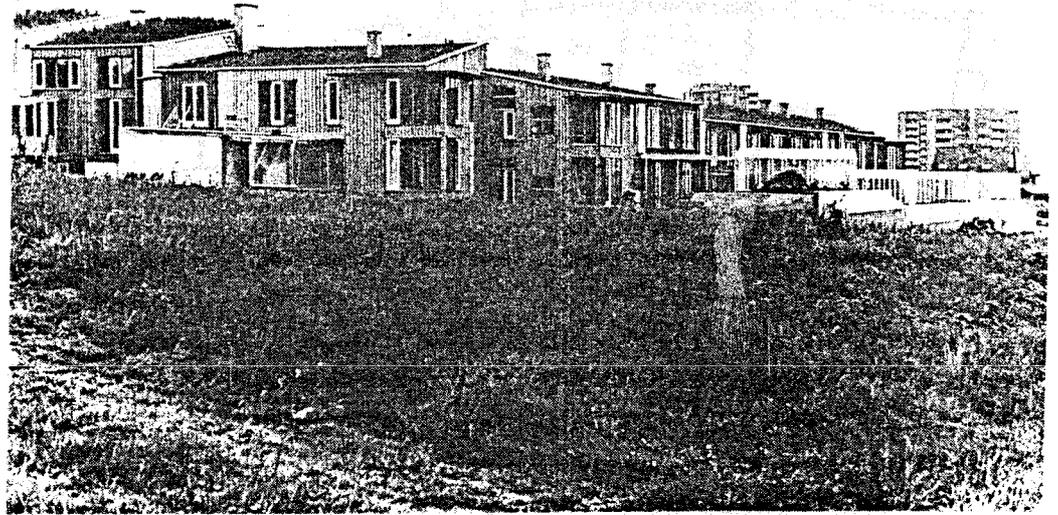


ABBILDUNG 33



Wohnhaus bei der Pilzbuche in Ulm
Architekten: Roland Scharr, Petra Kiefner, Horst Stumpp
Derzeit noch in Bau

Konzept

Innerhalb des Einfamilienhauses sollte eine zweite, kleinere Wohnung mit einfachen konstruktiven Maßnahmen abgetrennt, aber auch wieder zugeordnet werden können.

Das Haus ist das mittlere von drei Reihenhäusern. Dachneigung, Traufhöhe und Hausbreite waren vorgegeben. Das Haus war für einen geringen Wärmeenergiebedarf zu konzipieren.

Durch Mitarbeit bei der Bauherstellung wollte der Bauherr Kosten sparen.

Konstruktion

Mit Ausnahme der Kellerwanne und der Brandwände ist das Bauwerk aus Bausätzen modular koordinierter Elemente als totaler Montagebau erstellt.

Das Tragsystem ist ein Leimholzskelett, Dach und äußere Außenwand sind Aluminium-Skelette mit Glas-, Blech- und Faserzementausfachungen. Sämtliche nichttransparenten Bauteile der äußeren Hülle sind hochwärmedämmend ausgebildet (k-Wert: 0,3 bis 0,4 W/m²K).

Im Dach werden VSG-Glas und asbestfreie Faserzementplatten eingesetzt.

Die inneren Außenwände, die Innenwände, sowie Böden und Decken sind Holz- und Metall-Skelette mit Ausfachungen aus Gipsfaser- und Holzwerkstoffen.

Energiekonzept

Das Energiekonzept des Hauses wird im wesentlichen realisiert durch die spezifischen Ausprägungen der äußeren Hüllsysteme und der Zonierung des Gebäudes.

Die Außenhaut des Gebäudes (Dach, Außenwand) wird aufgelöst in zwei "Schalen": eine innere Außenhaut umschließt das Kernhaus und übernimmt primär Funktionen des Wärmeschutzes; eine äußere Außenhaut stülpt sich über die innere Außenhaut und übernimmt Funktionen des Feuchteschutzes.

Der Zwischenraum zwischen innerer und äußerer Hülle weitet sich im Süden zu einem Glashaus auf. Diese Zone dient in der Übergangszeit als "Luft-Sonnen-Kollektor" und in der kalten Jahreszeit darüberhinaus als Wärmepuffer.

Zusätzlich findet eine konsequente Zonierung des Grundrißes statt, wobei der Versuch unternommen wird, energietechnische Überlegungen und Nutzungsanforderungen in Übereinstimmung zu bringen.

Kommentar

In der Mitte einer konventionellen Reihenhauszeile wurde ein Versuch gestartet, ein energiesparendes Gebäude in einer völlig anderen Formsprache zu realisieren. Das Haus ist konsequent zweischalig konzipiert, die äußere Hülle ist gemeinsam mit einer Fassadenbau-Firma entwickelt worden. Das Grundprinzip der Planung war eine perfekte Anwendung elementierter Elemente. Als der Bauherr das Haus fertiggestellt übernehmen sollte, begann er mit dem Architekten zu streiten und weigerte sich, in das Haus einzuziehen. In der bieder, konventionellen Reihe wirkt das Haus fremd. In seiner Gestalt ähnelt es einem perfekten Industriebauwerk. Die Nutzung ist, durch Betonung der geometrischen Zusammenhänge stark reglementiert. Trotzdem bedeutet dieses Beispiel, das in ähnlicher Konsequenz durchgeführt wurde wie das Projekt von Architekt Ungers in Landstuhl einen innovativen Beitrag bei der Suche nach einer energiesparenden Architektur.

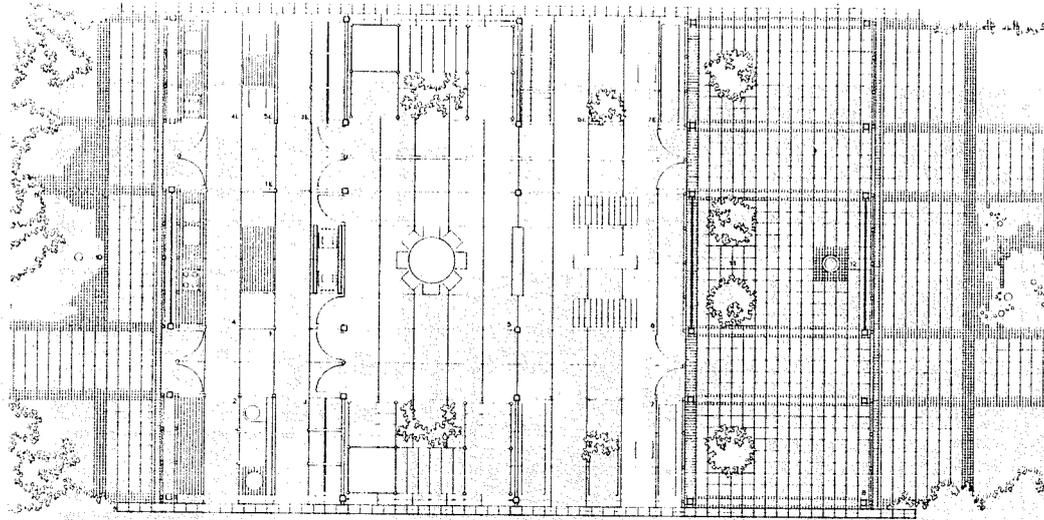
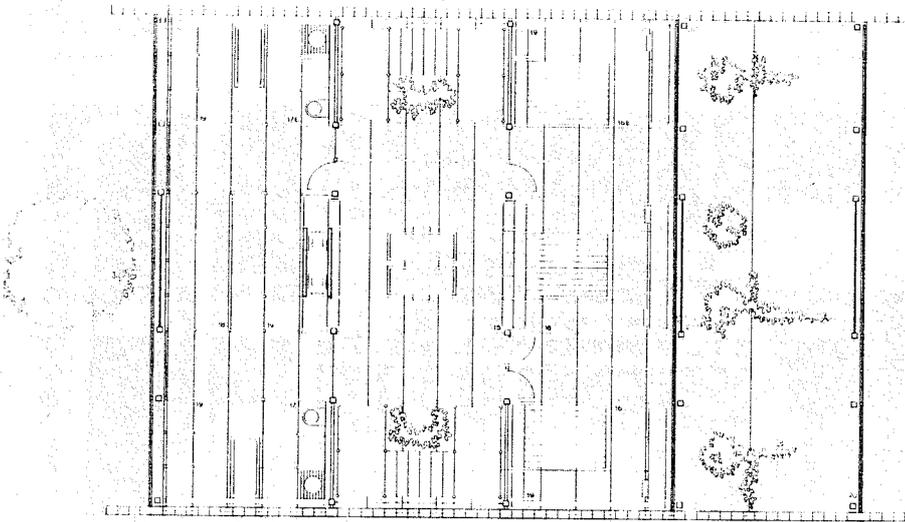
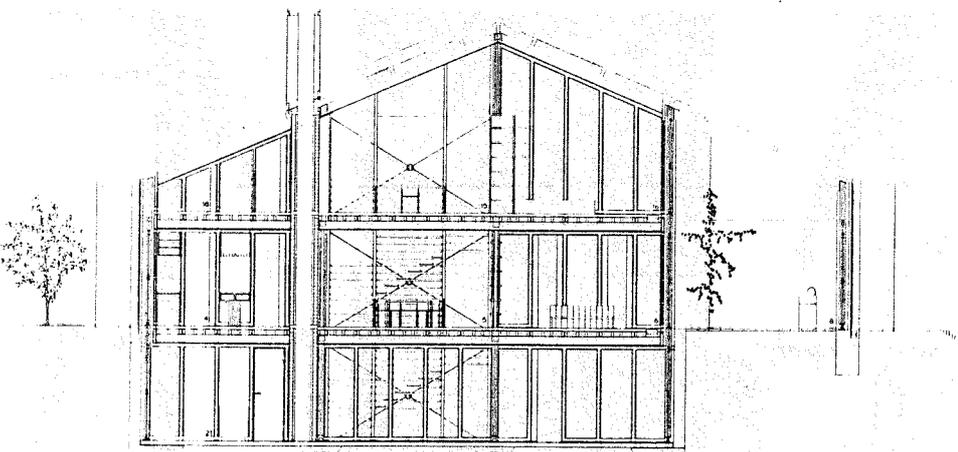


ABBILDUNG 34

Grundriß
Erdgeschoß

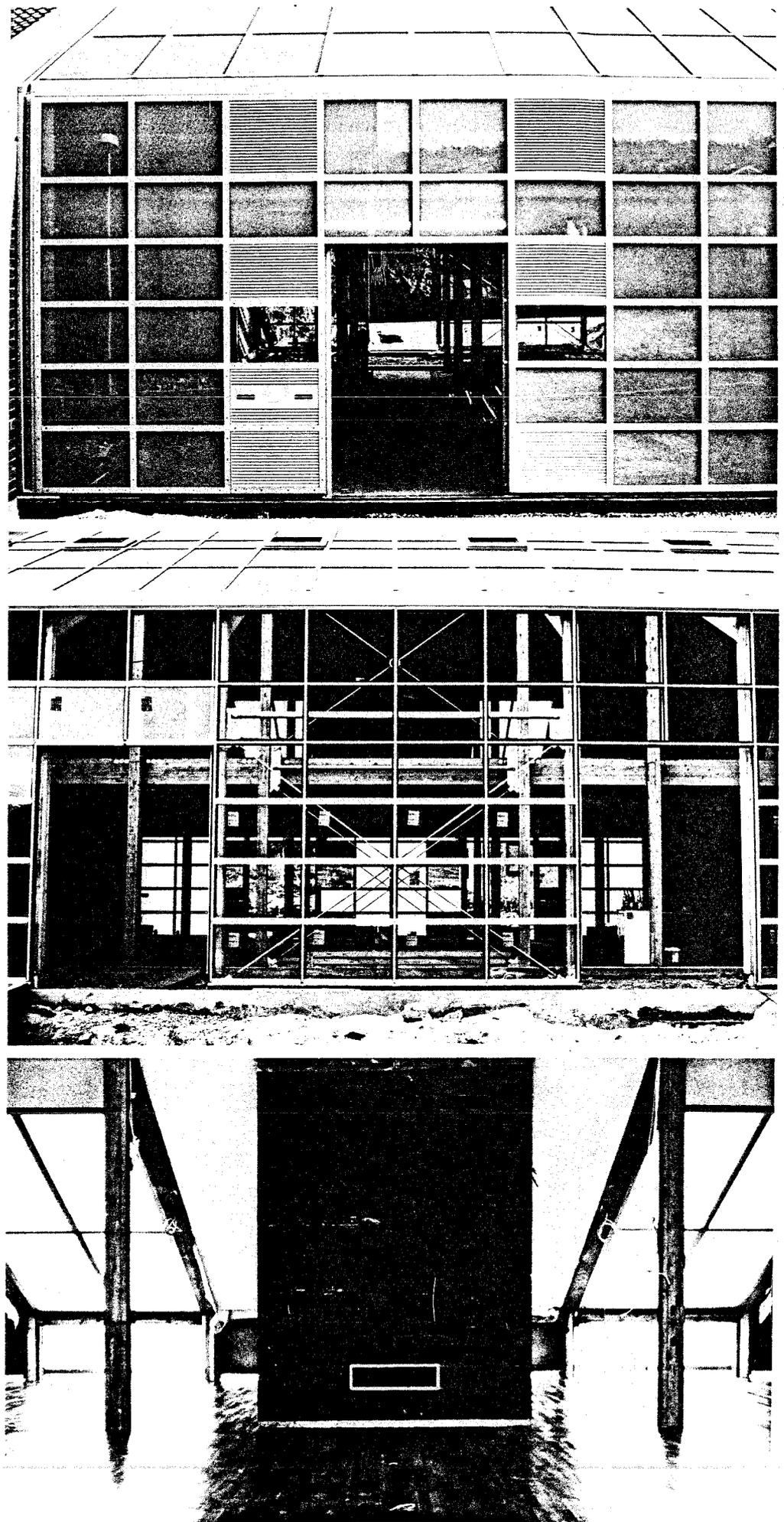


Grundriß
Obergeschoß



Schnitt

ABBILDUNG 35



Wohn- und Ärztehaus Diepholz
 Architekten: Prof. Vladimir Nikolic, Bernd Faskel
 Baujahr 1983

Konzept

Die architektonische Konzeption baut auf dem Prinzip der gestalterischen Integration von funktionalen Vorgaben und baulichen Maßnahmen zur Energieeinsparung auf.

Bei diesem Gebäude wurde ein Experiment gewagt, bauliche Maßnahmen zur verstärkten Sonnenenergienutzung in eine adäquate architektonische Sprache umzusetzen, ohne daß dabei die Verbundenheit mit unserer Bautradition verloren geht.

Die Aufgaben des Bauens - Schaffung höherer Nutzungsqualität, sparsamer Umgang mit Kosten und die architektonische Gestaltung - müssen, auch bei dem Wunsch stärker als bisher die Heizungsenergie einzusparen, den Vorrang behalten.

Die Grundstruktur des Bauwerkes zeichnet sich durch die massiven Wandflächen und das große Walmdach aus.

Die Massivität des Baukörpers wird durch die klare und einfache Gebäudeform und durch die Struktur des Sichtmauerwerkes betont. Dagegen wirken die verglasten Ecken transparent und entmaterialisierend.

Die Rankgerüste nehmen die Struktur des massiven Gebäudekubus als eine zweite vorgelagerte Haut auf. In ihrer Form bildet diese zweite Haut, die sich nach der Jahreszeit immer wieder verändert, die Grundform des gesamten Baukörpers ab und bewirkt, daß das Haus, je nach Jahreszeit, sein Erscheinungsbild ändert.

Konstruktion

Außenwand: Massive Bauteile speichern viel Wärme und ermöglichen ein angenehmes und gesundes Wohnklima, sowohl im Sommer, als auch im Winter;

k-Wert: $0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$;

Dach: k-Wert: $0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$;

Kellerdecke: k-Wert: $0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$;

Energiekonzept

1. Kompakte Bauform;

2. Wintergärten:

An allen vier Gebäudeecken sind Wintergärten angeordnet.

3. Heizung:

Es wurde eine Niedertemperatur-Gas-Heizung eingebaut. Die Heizkörper in der Wohnung sind wegen guter Wärmedämmung und konsequenter Anwendung von Wintergärten vor den großen Glasflächen extrem klein. Sie sind an den Innenwänden angebracht; dadurch wird der Wärmeverlust vom warmen Heizkörper durch die Außenwand gemindert.

In einer Wohnung ist im Wohnzimmer ein Kachelofen, mit dem in der Übergangszeit unabhängig von der Zentralheizung geheizt werden kann, eingebaut.

ABBILDUNG 36

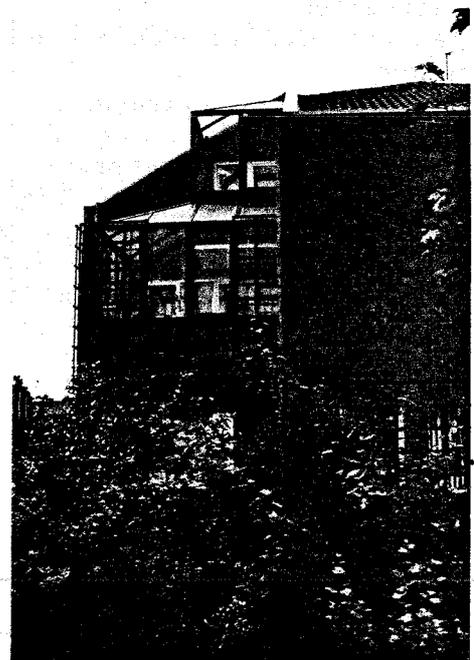
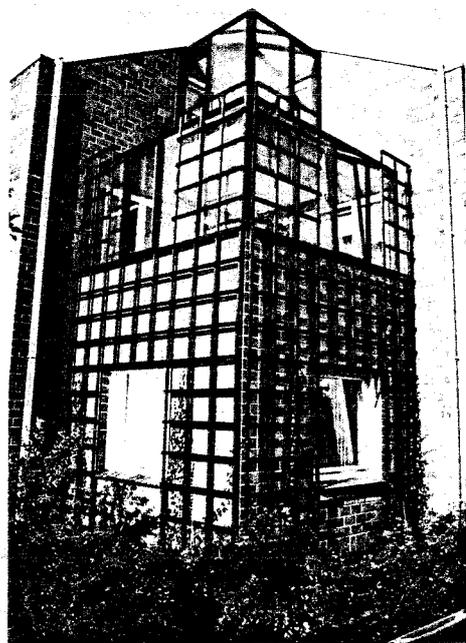
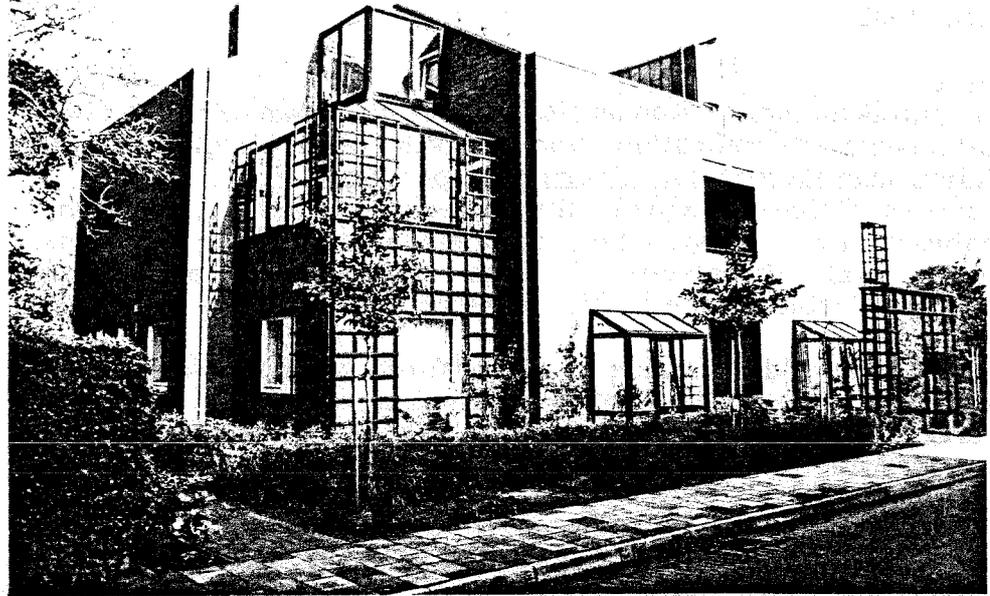
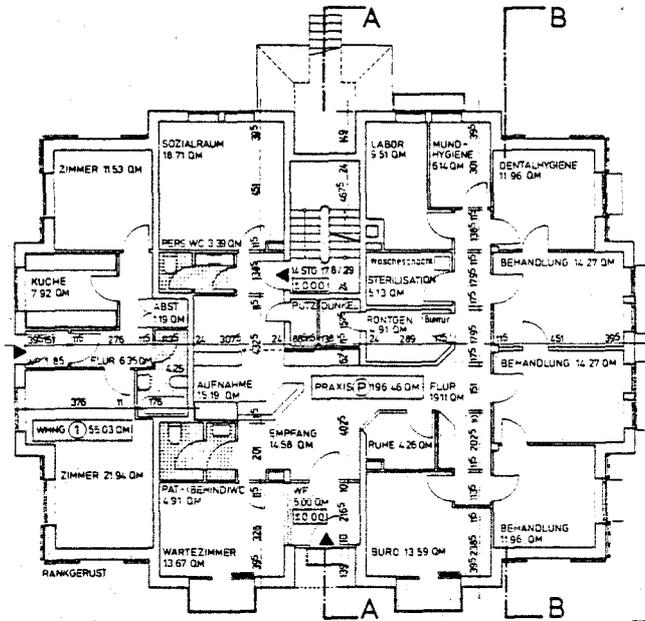
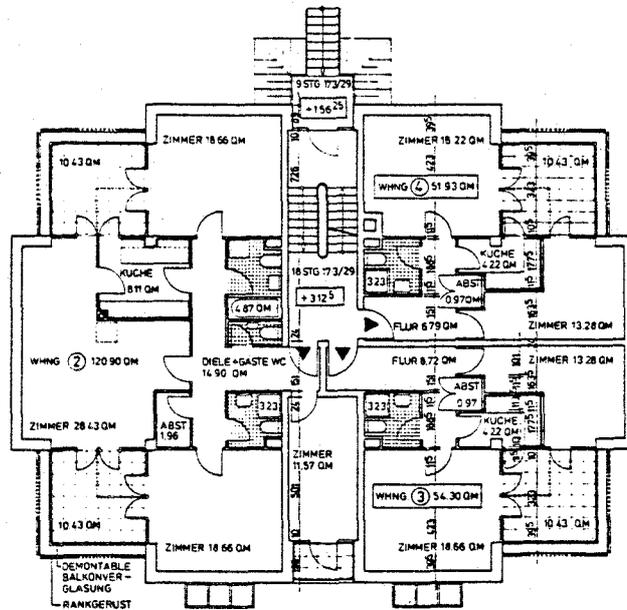


ABBILDUNG 37

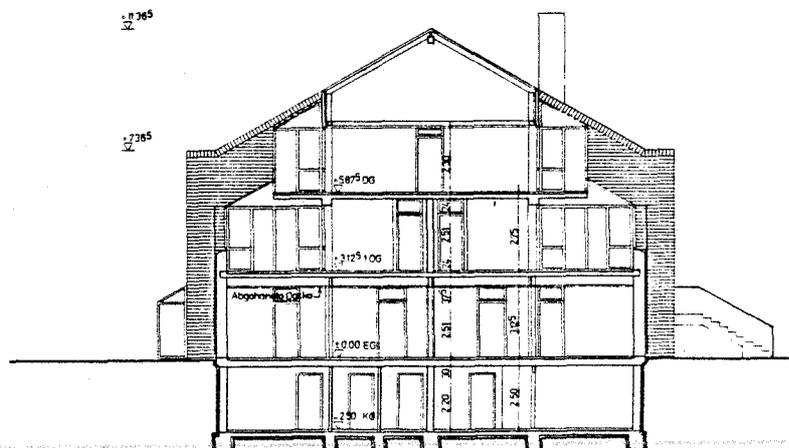
Grundriß
Erdgeschoß



Grundriß
Obergeschoß



Schnitt



Projekt Wettbewerb Peggau

Architekten: Prof. Johannes Gsteu, Prof. Vladimir Nikolic
Entwurf 1984

Konzept

Der Geschosßwohnungsbau folgt dem Prinzip des gestapelten Einfamilienhauses. Große Wohnungen für Familien mit Kindern haben direkten Zugang zum Garten. Die kleineren Wohnungen sind über einem Laubengang und zwei Treppen an die Straße, den Fußgängerweg und den eigenen Garten angeschlossen. Dieser Geschosßwohnungsbautyp versucht die Vorteile der Stapelung mit den Vorteilen des Wohnens mit eigenen, direkt zugeordneten Freiflächen zu verbinden.

Die Wintergärten im Süden erweitern temporär den Wohnbereich.

Der verglaste Dachraum bietet eine gemeinschaftlich nutzbare Fläche als Gewächshaus und Pflanzenaufbewahrungsraum im Winter oder als Spielfläche für die Kinder, wenn die Witterung es nicht erlaubt, sich im Freien aufzuhalten.

Im Gebäude sind die Maßnahmen zur passiven Sonnenenergienutzung integriert - bieten eine Wohnwertverbesserung und tragen zur Senkung des Heizenergiebedarfs bei.

Die Bepflanzung der südlichen Fassadenteile durch vorgestellte Rankengerüst verbessern das Mikroklima der Wohnungen.

Laubengang - gemeinsame Treppen, geschützter Aufenthaltsraum im Dach sind Angebote zur Stärkung der Kommunikation unter den Bewohnern.

Konstruktion

Die Geschosßwohnungsbauten sind in massiver gut wärmege-
dämmter Bauweise konzipiert.

Außenwand: 0,50 cm Leichtziegel k -Wert = $0,48 \text{ W/m}^2\text{K}$;

Fenster Dreifachverglaste Holzfenster;

Puffer: Thermische Puffer im Süden (Wintergärten)
und im Norden (Laubengang bzw. Treppen-
haus), einfach verglast;

Energiekonzept

Minderung der Transmissionswärmeverluste durch geeignete Organisation des Grundrisses sowie durch die Optimierung der Wärmedämmung.

Alle Wohnbereiche sind nach Süden orientiert.

Das durch die kompakte Bauweise günstige A/V-Verhältnis verhindert eine übermäßige Auskühlung des beheizten Volumens.

Die Räume im Norden sind durch den thermischen Puffer, Treppenhaus und Laubengang, vom Außenklima abgeschirmt.

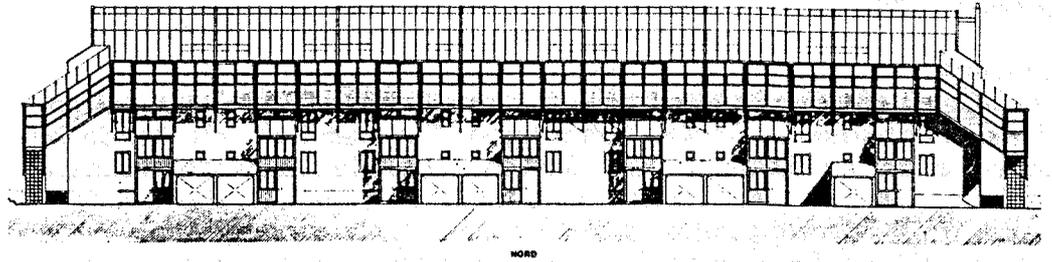
Da die Wohnräume über den Wintergarten be- und entlüftet werden, kann der Lüftungswärmeverlust gemindert werden.

Aus der warmen Luft des Dachraumes wird durch ein Umluftbetrieb mittels einer Wärmepumpe die Wärme für die Heizung und Warmwassererzeugung gewonnen. Dadurch kann 80-90% des Heizungsenergiebedarfs gedeckt werden. Dem Dachraum wird zusätzlich die angesammelte Wärme aus dem Wintergarten, Treppenhaus und Laubengang zugeführt.

Die jahreszeitlich bedingten Defizite im Heizungssystem (20-10%) werden durch eine energiesparende - gut steuerbare - elektrische Direktheizung in einzelnen Räumen abgedeckt. Dieses zusätzliche Heizungssystem ermöglicht den Bewohnern ein schnelles bedarfsgerechtes Eingreifen.

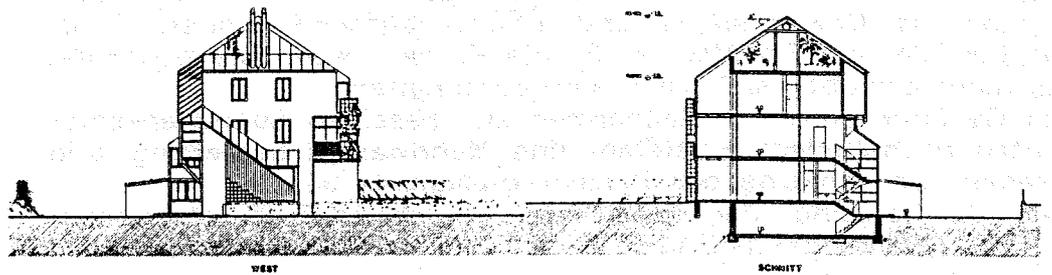
ABBILDUNG 38

Ansicht Nord



Ansicht West

Schnitt



Ansicht Süd

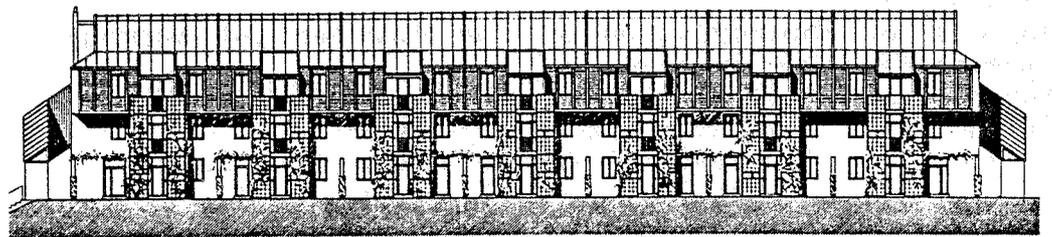


ABBILDUNG 39

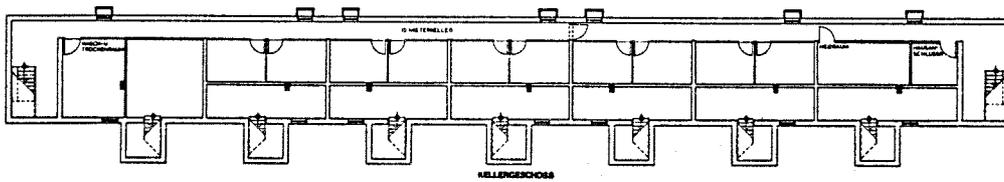
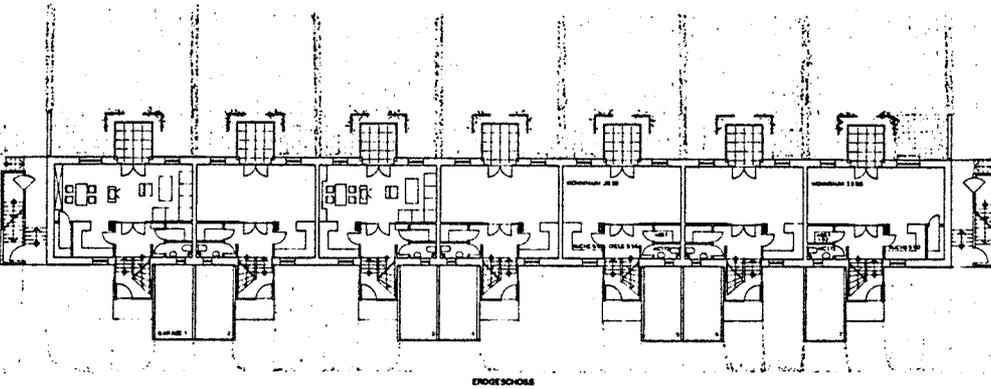
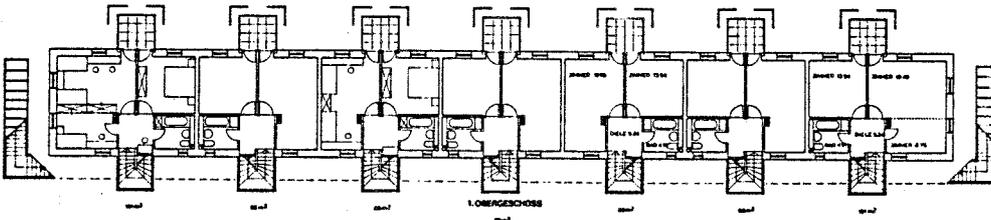
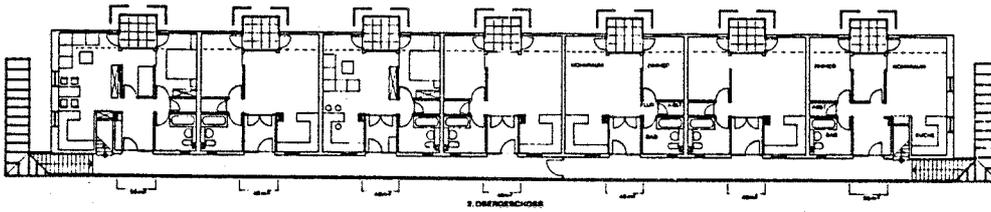
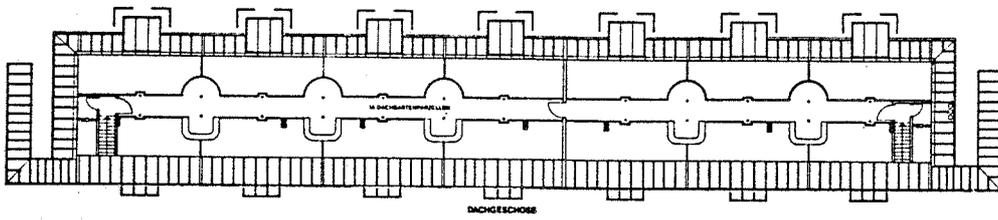
Grundriß
Dachgeschoß

Grundriß
2. Obergeschoß

Grundriß
1. Obergeschoß

Grundriß
Erdgeschoß

Grundriß
Keller



Projekt Energiesparhaus Berlin
Architekt: Prof. Vladimir Nikolic, Bernd Faskel
Baujahr 1983/84

Konzept

Der Wettbewerbsentwurf mußte wegen der fehlenden Übereinstimmung mit den geltenden Richtlinien für den sozialen Wohnungsbau des Landes Berlin modifiziert werden. Die Erschließung des jeweiligen Wohnungsgrundrisses entlang der östlichen und westlichen Außenwand innerhalb der Pufferzone war im Rahmen des geltenden Baurechtes nicht machbar.

Der Fachberater des Bauherren für das Energiekonzept befürchtete auf der Grundlage durchgeführter Berechnungen der Energiebilanz eine zu starke Überhitzung der verglasten thermischen Puffer (äußerer Umgang).

Anstelle des Umganges wurden an den vier Gebäudeecken Wintergärten angeordnet. Alle Räume sind nur über den Eckwintergarten an das Außenklima angeschlossen. Die Belichtung und die natürliche Be- und Entlüftung der Wohnräume erfolgt über die Wintergärten.

Für den Fall einer zu starken Erwärmung der Wintergärten in den Sommermonaten sind in allen Räumen zusätzliche Lüftungsmöglichkeiten in Form von Lüftungsöffnungen geschaffen worden. Diese Lüftungsöffnungen sind abgeschlossen mit einem wärmegeprägten Laden, der die gleiche thermische Qualität aufweist wie die Außenwand.

Die Wintergärten sind außen einfach verglast bzw. mit Glasbausteinen ausgefacht. Die innere Haut ist zweifach verglast. Die Küchen haben zweiteilige Kastenfenster und somit eine vierfache Verglasung.

Energiekonzept

Die Wohnungen werden durch eine Warmwasserzentralheizung beheizt. Die Versorgung erfolgt durch einen atmosphärischen Gaskessel mit witterungsgeführter Brennersteuerung.

Abrechnung durch einen Wärmemengenzähler je Wohneinheit.

Die raumweise Steuerung der Röhrenradiatoren ermöglicht, daß bei Nichtbenutzung der Räume die Raumtemperatur abgesenkt werden kann. Durch das Zuschalten einer zusätzlichen Heizkörperkapazität, kann bei der Benutzung des Raumes die gewünschte Temperatur erreicht werden. Beim Verlassen der Wohnung kann zentral die Raumtemperatur gesenkt werden.

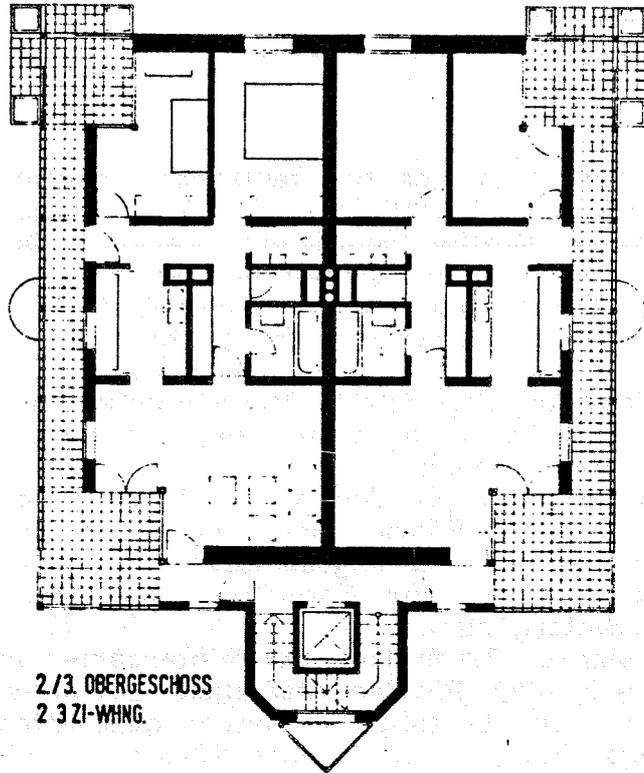
Die Brauchwasserbereitung (Vorlauftemperatur: 50 bis 52°C) erfolgt zentral über eine Elektro-Wärmepumpe durch die Gebäude-Abluft als Wärmequelle. Drei Speicher sind im System integriert. Eine Zirkulationsleitung ist vorhanden.

Es ist weder die Ausnutzung von Umweltenergie, noch eine Wärmerückgewinnung aus dem Abwasser vorgesehen.

Die Lüftung erfolgt frei über Wintergärten als Puffer, sowie direkt durch separierte Lüftungsöffnungen für Stoßlüftung. Die Küche und das Bad werden zentral, maschinell entlüftet, nachts über Zeitschaltuhr zu 50%. Die frische Zuluft strömt durch die Wintergärten nach. Dadurch entsteht eine natürliche Vorwärmung der Außenluft.

ABBILDUNG 41

Wettbewerb:
Grundriß
2./3. Obergeschoß



2./3. OBERGESCHOSS
2 3 ZI-WING.

Isometrie

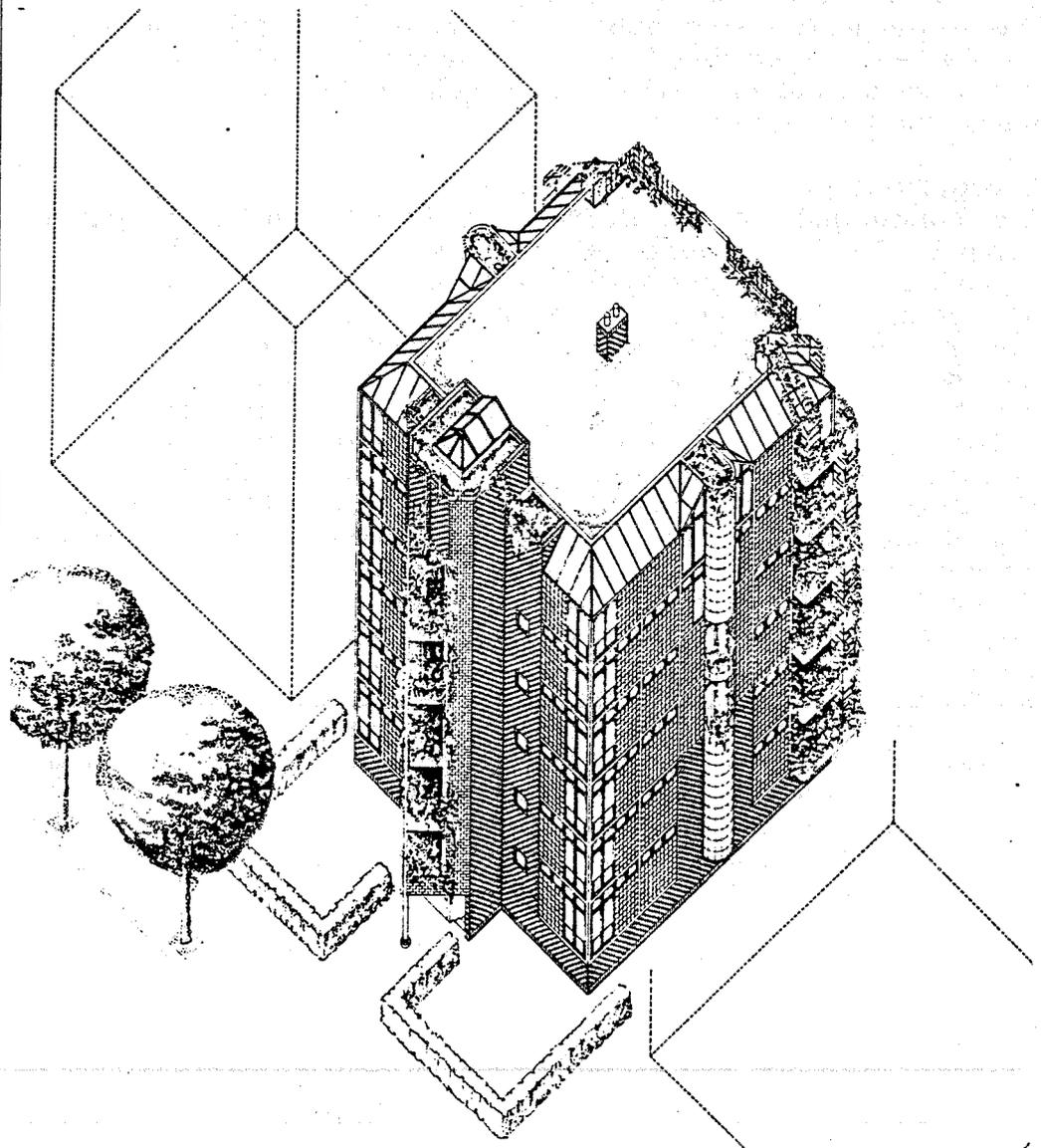
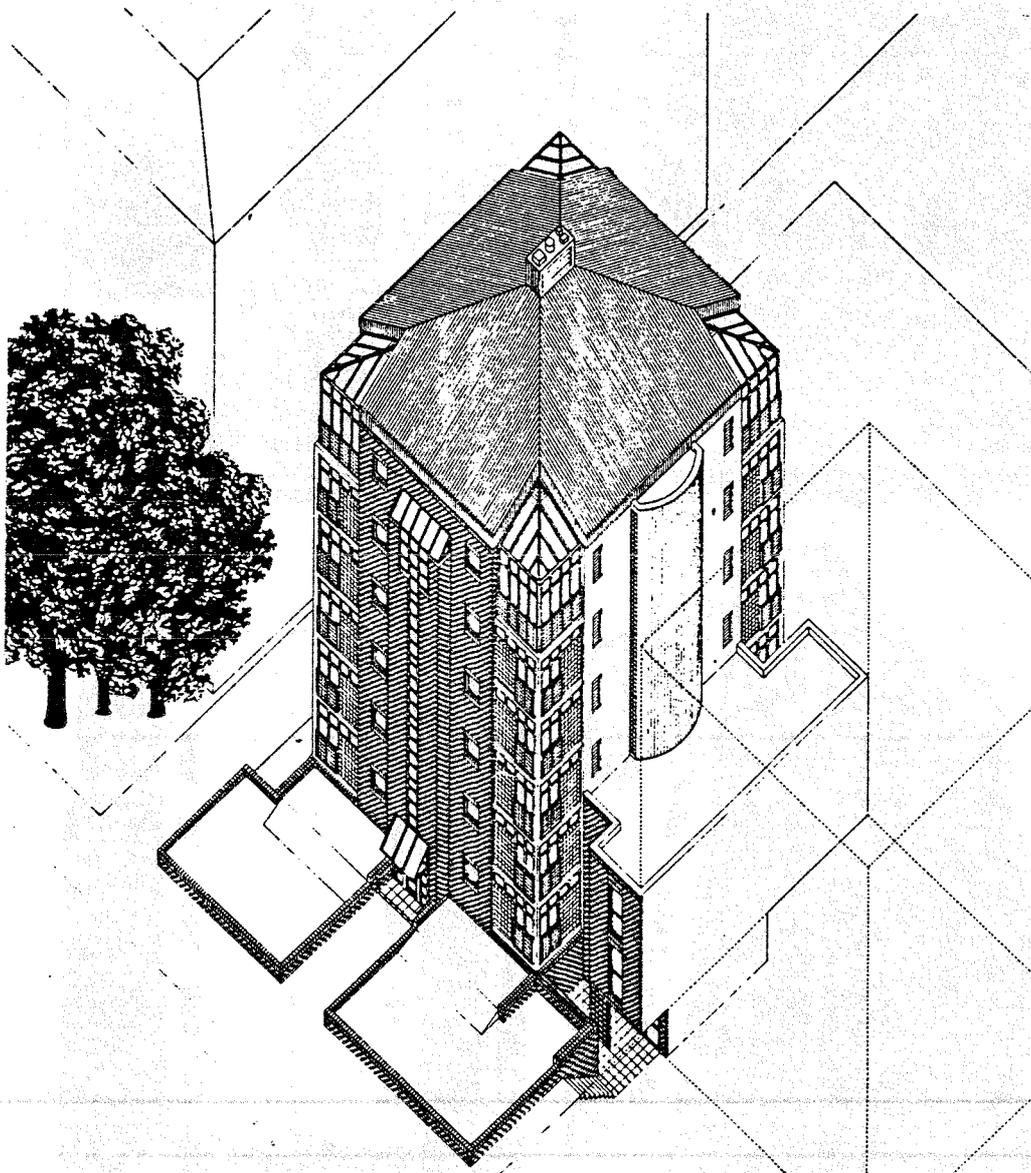
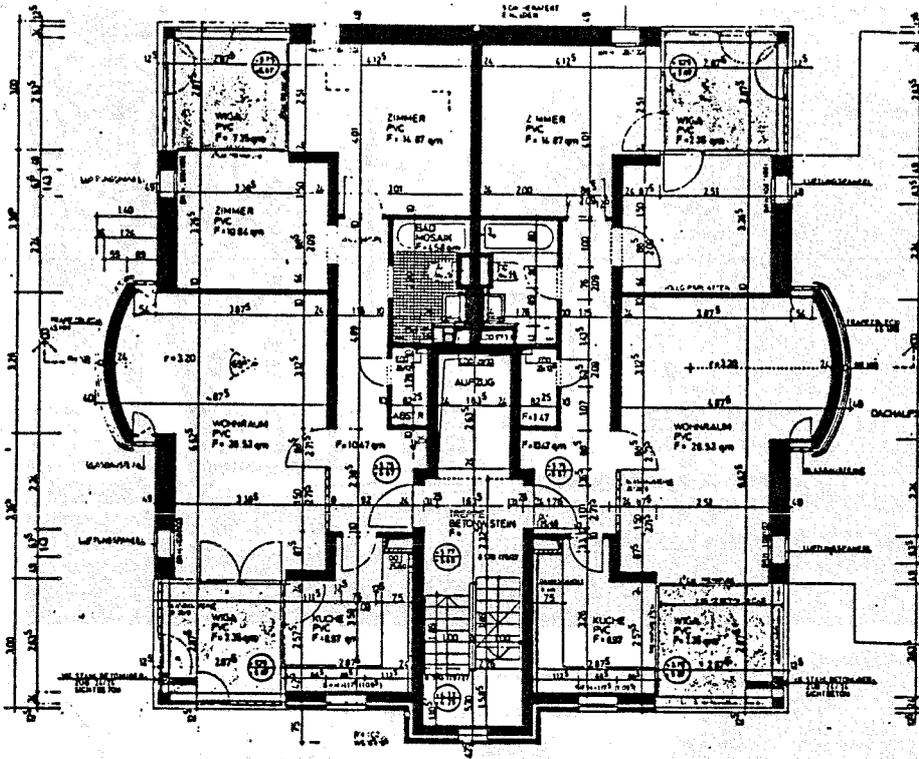


ABBILDUNG 42

Ausführung:
Grundriß
Normalgeschoß



Isometrie

ABBILDUNG 43

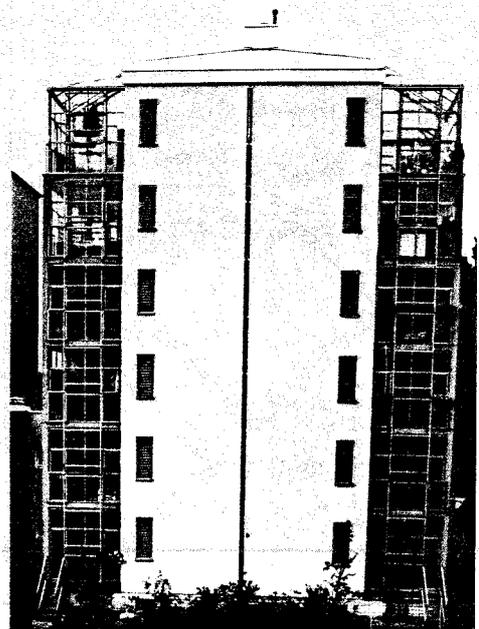
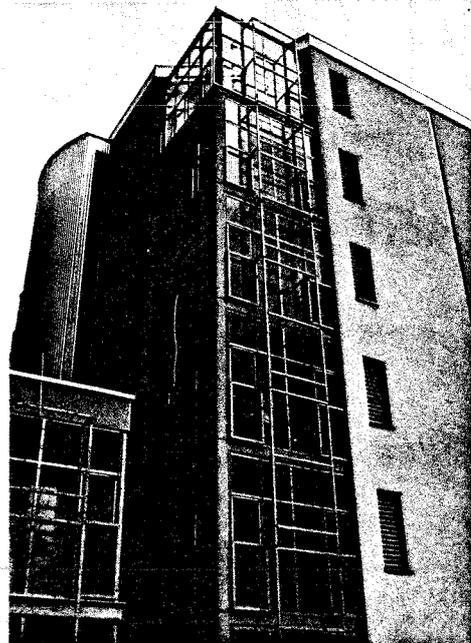
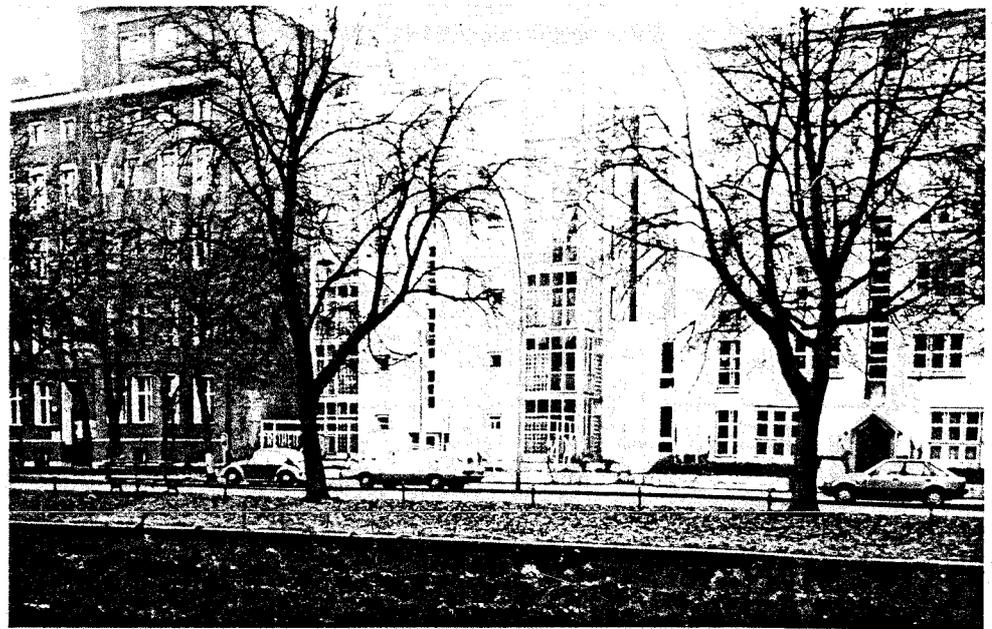
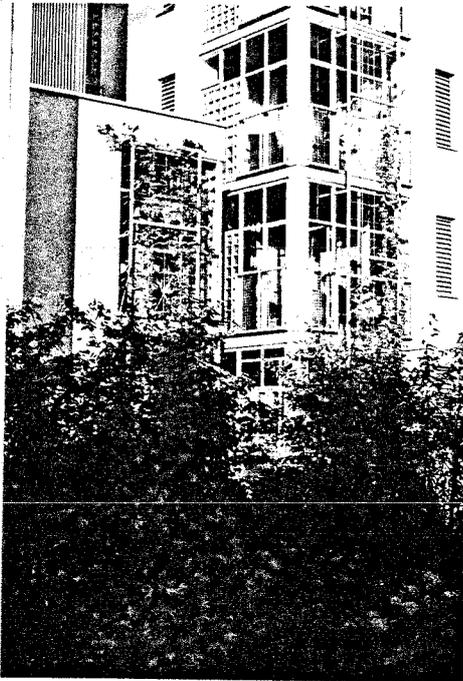


ABBILDUNG 44



Projekt Energiesparhaus Berlin
 Architekten: von Gerkan-Marg und Partner
 Baujahr 1983/84

Konzept

Die Nordseite ist die Eingangsseite mit dem Erscheinungsbild des Gebäudes zum öffentlichen Straßenraum. Sie wird nicht besonnt und ist durch Straßenlärm beeinträchtigt, bietet jedoch einen schönen Ausblick.

An der Ost- und West-Seite sieht der Bebauungsplan einen knapp 6 m breiten Bauwuch vor, der für den Energiehaushalt wegen der großen Oberfläche ungünstig ist. Der geringe Abstand erlaubt keine seitlichen Fenster.

Entsprechend diesen Randbedingungen wurden die Wohnungen nur nach Süden und Norden orientiert.

Obwohl unter Energiegesichtspunkten falsch, wird die Nordseite mehr als nur für die Belichtung erforderlich geöffnet, um den Ausblick auf Kanal und Straße einzufangen. Die Nordfassade ist mit Rücksicht auf den urbanen Maßstab und die Einbindung in die Umgebung ruhig und streng symmetrisch gestaltet, um die Individualität des Hauses und nicht die der einzelnen Wohnungen zu betonen.

Die fast vollständig verglaste Südfassade mit den Wintergärten ist durch einen einheitlichen, über die Geschoße laufenden filigranen Fenstermodul gekennzeichnet, der die Individualität der Wohnungsloggien in ein übergeordnetes Ganzes einbindet.

Zur Gliederung des Baukörpers und zur besseren Belichtung sind die Ecken des Hauses stark plastisch zurückgesetzt. Im Sinne der Aufgabenstellung wurden unter Abwägung der energetischen und wirtschaftlichen Aspekte folgende Baumaßnahmen vorgesehen:

1. Kompakte Bauweise mit geringer Oberfläche;
2. Stark wärmegeämmte Außenwände (k -Wert = $0.4 \text{ W/m}^2\text{K}$)
3. Fenster der Aufenthaltsräume mit Dreifach-Verglasung;
4. Schwere Massivbauweise mit geeigneter Wärmespeicherkapazität;
5. Weitestgehende Öffnung des Hauses nach Süden;
6. Wintergärten als Pufferzone auf der Südseite (Zweifach-Verglasung). Dabei Klinkerböden zur Wärmeabsorption und Speicherung.

Energiekonzept

Die zentrale Wärmeversorgung erfolgt durch eine monovalente Elektro-Wärmepumpe (Wärmequelle: Außenluft bis -14°C), zusätzlich existiert eine Elektro-Notheizung im Pufferspeicher.

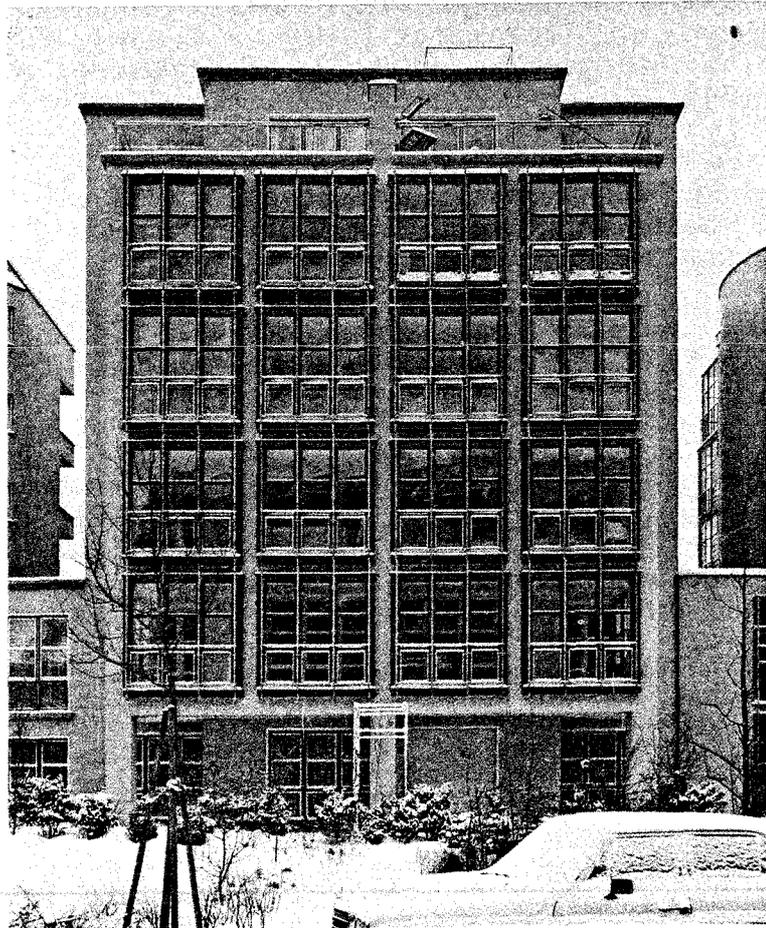
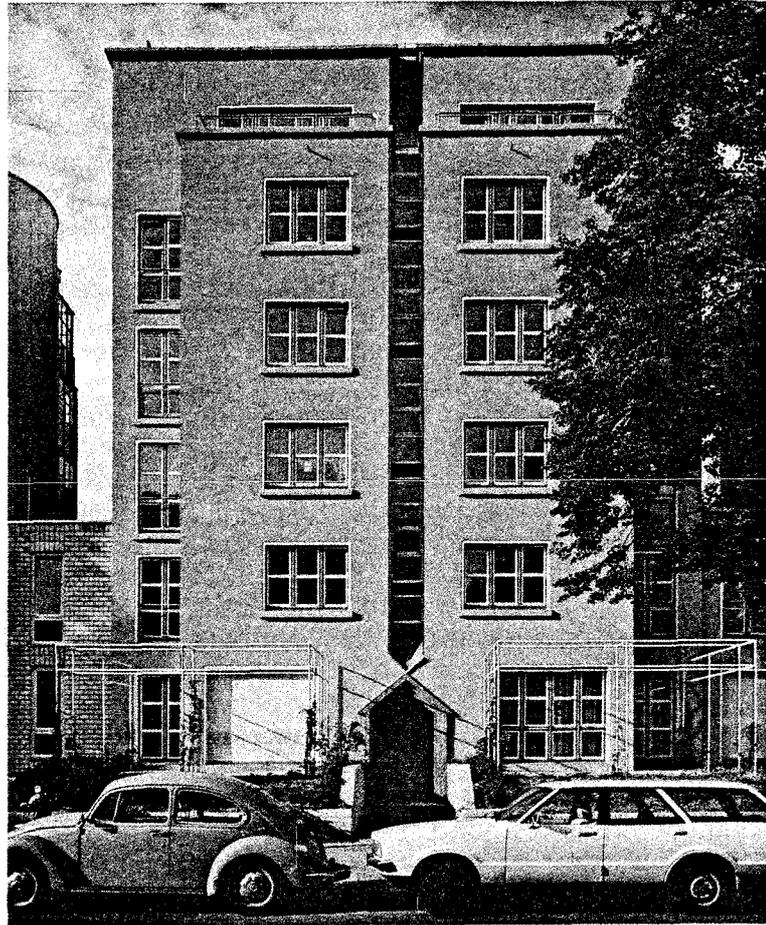
Abrechnung durch Wärmemengenzähler.

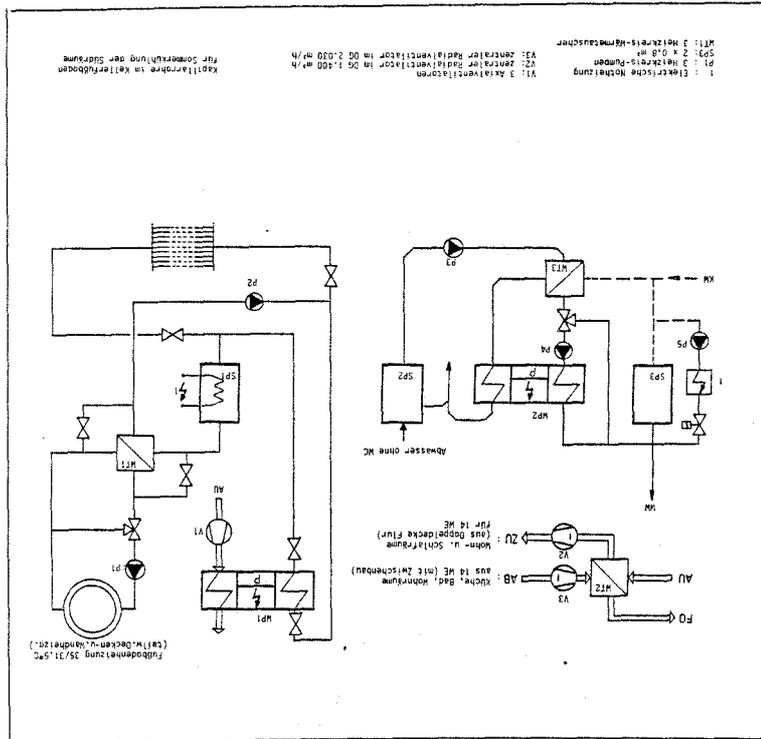
Die Fußbodenheizung mit außentemperaturabhängiger Steuerung wird durch Raumtemperaturfühler mit Sollwertversteller und Mikroprozessoren geregelt.

Die zentrale Brauchwasser-Bereitung erfolgt durch eine Elektro-Wärmepumpe aus dem Abwasser, mit zusätzlicher elektrischer Notheizung. Zwei Warmwasser-Speicher, sowie ein großer Abwasserspeicher dienen der Kontinuität der Versorgung. Anstatt einer Zirkulation sind die Versorgungsleitungen extrem wärmegeämmt.

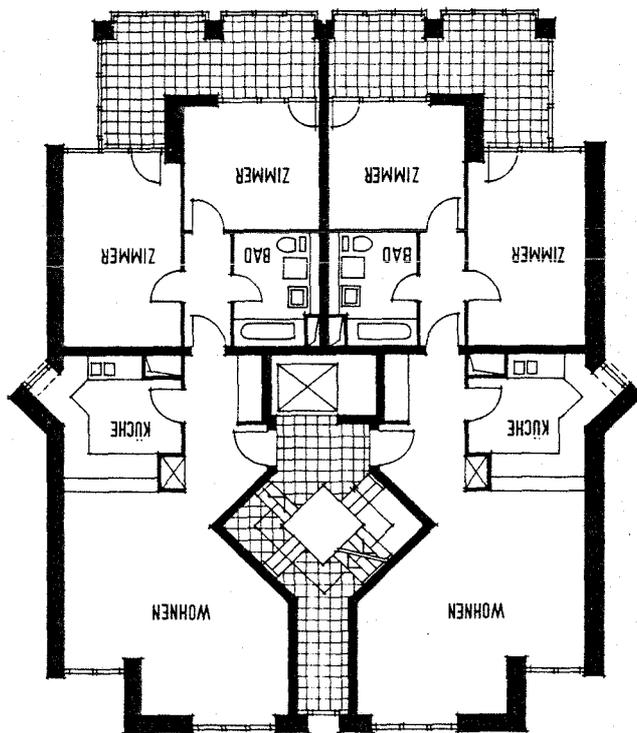
Die Zuluft erfolgt maschinell, ebenso die Entlüftung über Küche und Bad. Die Wärmerückgewinnung dient der Heizung.

ABBILDUNG 46





Heizungsschema



ABILDUNG 45
 Grundriss
 Normalgeschoss

Projekt Energiesparhaus Berlin
Architekten: Pysall-Jensen-Stahrenberg und Partner
Baujahr 1983/84

Konzept

(aus der Wettbewerbsbeschreibung)

Den Grundrißen (2-, 3- und 4-Zimmerwohnungen) sind an der Südseite Wintergärten als thermische Puffer vorgelagert. Kalksandsteine mit Wärmedämmplatten bilden das Außenmauerwerk. Wärme gedämmte Fensterläden und Rolläden besorgen einen temporären Wärmeschutz der dreifach-verglasten Fenster. Auch der Dachraum ist als Wärmepuffer ausgebildet.

Energiesystem

Die zentrale Wärmeversorgung erfolgt durch eine monovalente Elektrowärmepumpe (Wärmequelle: Grundwasser). Sechs Heizwasser-Pufferspeicher mit einem Volumen von insg. $4,2 \text{ m}^3$ sind im System integriert. Abrechnung durch Wärmemengenzähler. Die Niedertemperaturheizung erfolgt über Röhrenradiatoren. Die raumweise Regelung geschieht durch Thermostatventile mit Maximal- und Minimal-Begrenzung

Die zentrale Brauchwasser-Bereitung erfolgt über Sonnenkollektoren zur Vorwärmung, und über Wärmepumpe (Grundwasser) zur Nachwärmung. Warmwasserspeicher sind zur Einhaltung der Kontinuität in der Versorgung vorhanden. Die Zirkulationsleitung ist mit einer Zeitschaltuhr versehen.

Es ist keine Wärmerückgewinnung aus Abluft und Abwasser vorgesehen.

Die Lüftung erfolgt frei über Fenster oder über den Wintergarten.

ABBILDUNG 48

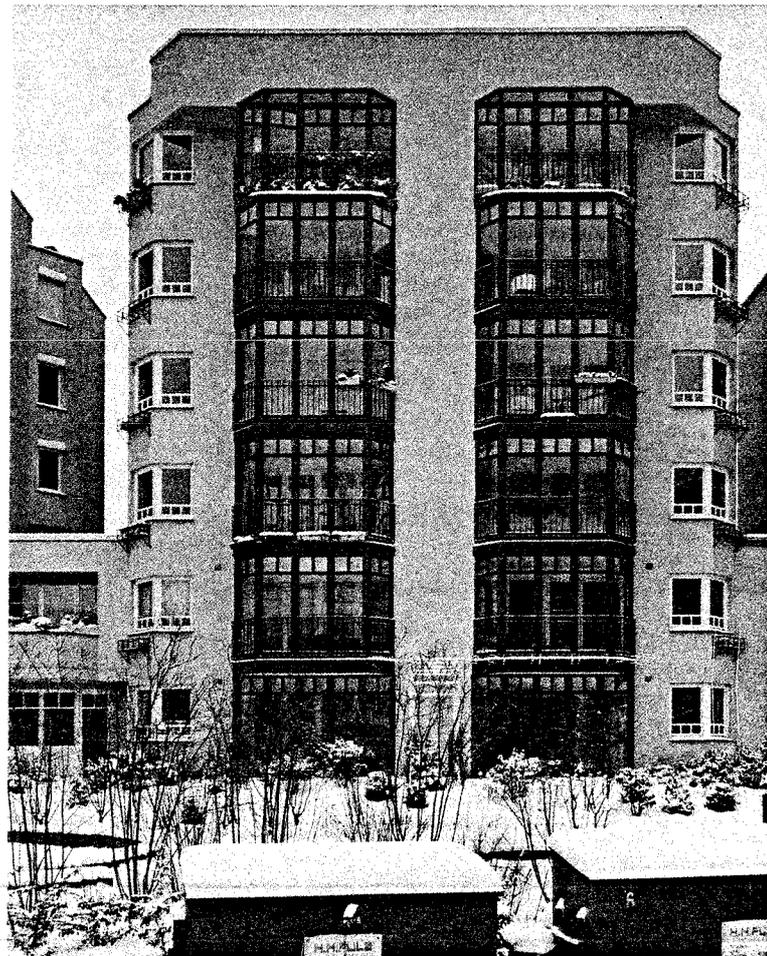
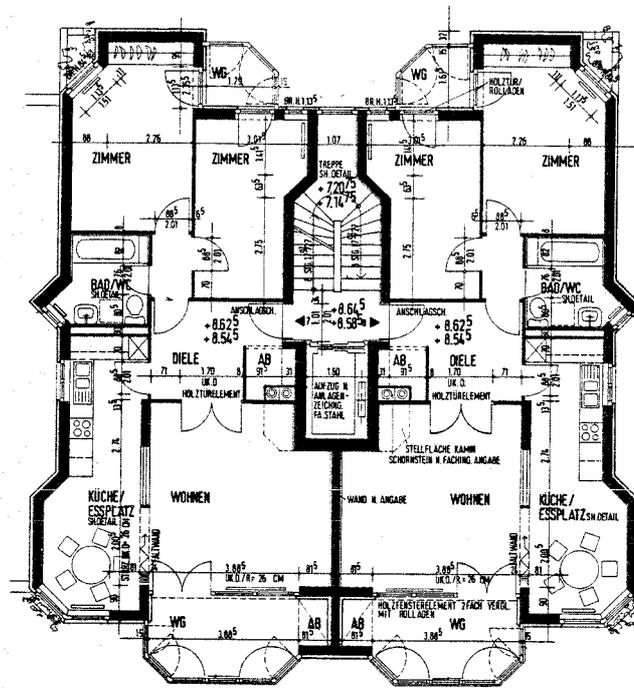
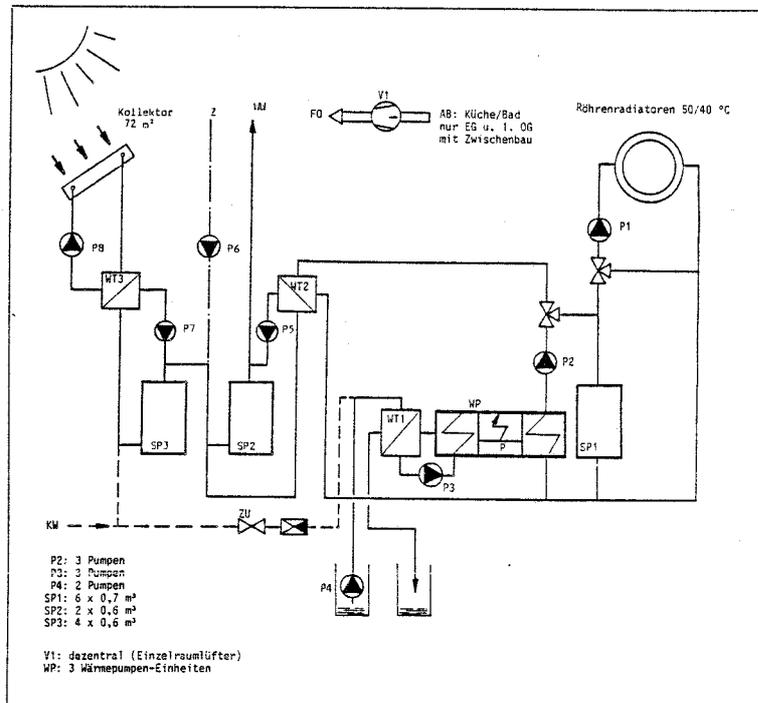


ABBILDUNG 47
Grundriß
Normalgeschoß



Heizungsschema



Projekt Energiesparhaus Berlin
 Architekten: Büro Kilpper und Partner
 Baujahr 1983/84

Konzept

Aufgrund der Wettbewerbsausschreibung konnten man davon ausgehen, daß die fünf prämierten Entwürfe realisiert werden. Die Architekten mußten jedoch aufgrund des Preisgerichtsprotokolls, des Berliner Baurechts und der verschärften finanziellen Randbedingungen zahlreiche Änderungen vornehmen:

1. Die Schrägverglasung der Wintergärten mußte entfallen.
2. Um möglichst viel Wohnfläche mit möglichst wenig Kubatur herzustellen, wurde vorgeschlagen, Teile des Untergeschosses als Maisonettewohnung in die Wohnfläche miteinzubeziehen.
3. Die Architekten schlugen vor, auf den Aufzug mit hohen Investitions-, Wartungs- und Energiekosten zu verzichten und die obersten beiden Geschosse als Maisonette zusammenzufassen; dies scheiterte jedoch am Baurecht.
4. Aufgrund von Auskünften des Wasserwirtschaftsamtes über die durchschnittlichen Temperaturen des Landwehrkanals, entschloß man sich für eine monovalente Wasserpumpe. Eigene Messungen machten jedoch deutlich, daß wir vom Konzept, Wasser aus dem Landwehrkanal zur Wärmegegewinnung zu entnehmen, abrücken mußten, zumal noch die Forderung aufgestellt wurde, das Wasser mit $+2^{\circ}\text{C}$ zurückzuleiten.

Absicht war, durch passive Nutzung der Sonnenenergie (z.B. Wintergärten) und konstruktive Maßnahmen den Energiebedarf zu reduzieren und den Restbedarf durch eine unkomplizierte Heizungstechnik zu decken. Insgesamt mußten die Kosten innerhalb der Richtlinien für den sozialen Wohnungsbau bleiben.

Energiekonzept

Die zentrale Heizungsversorgung erfolgt über eine Dieselmotor-Wärmepumpe (Wärmequelle: Außenluft) bis Lufttemperaturen von $+5^{\circ}\text{C}$, sowie zusätzlich einen Öl-Spitzenlastkessel. Zwei Pufferspeicher sind im System integriert. Abrechnung durch Wärmemengenzähler. Die Röhrenradiatoren werden durch Thermostatventile raumweise geregelt.

Die zentrale Brauchwasserbereitung erfolgt, ebenso wie die Heizung, durch Wärmepumpe und Kessel. Ein Warmwasserspeicher ist vorhanden. Die Zirkulationsleitung ist mit einer Zeitschaltuhr versehen.

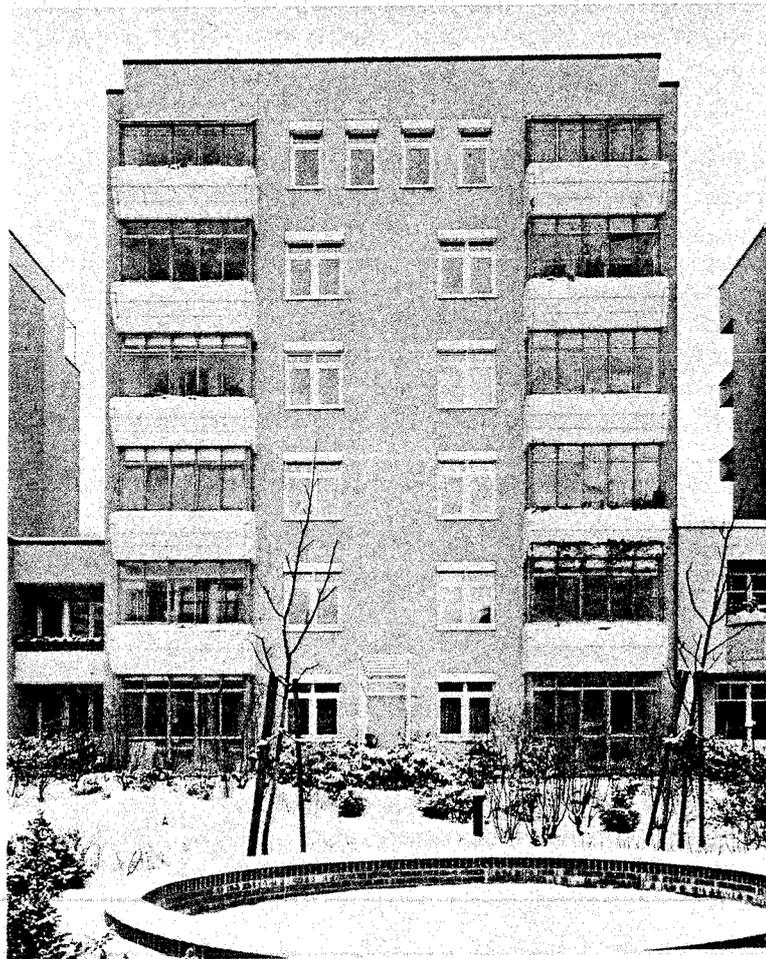
Es existiert keine Wärmerückgewinnungsanlage für Abwasser oder Abluft.

Die Lüftung erfolgt frei über Fenster oder indirekt über Wintergarten. Küche, Bad und WC werden dezentral, maschinell entlüftet.

Kommentar

Im Wettbewerbsstadium war das Gebäude anders konzipiert. Die große kaskadenartig verglaste Südfassade wurde ersetzt durch vorgefertigte Balkonelemente aus Stahlbeton. Die vorgefertigten Balkone aus Fertigteilen sind verglast, die Pflanzenkübel sind in die Balkonbrüstungen von außen integriert, eine Berankung der Südfassade durch Pflanzen ist nur geschoßweise möglich.

ABBILDUNG 50



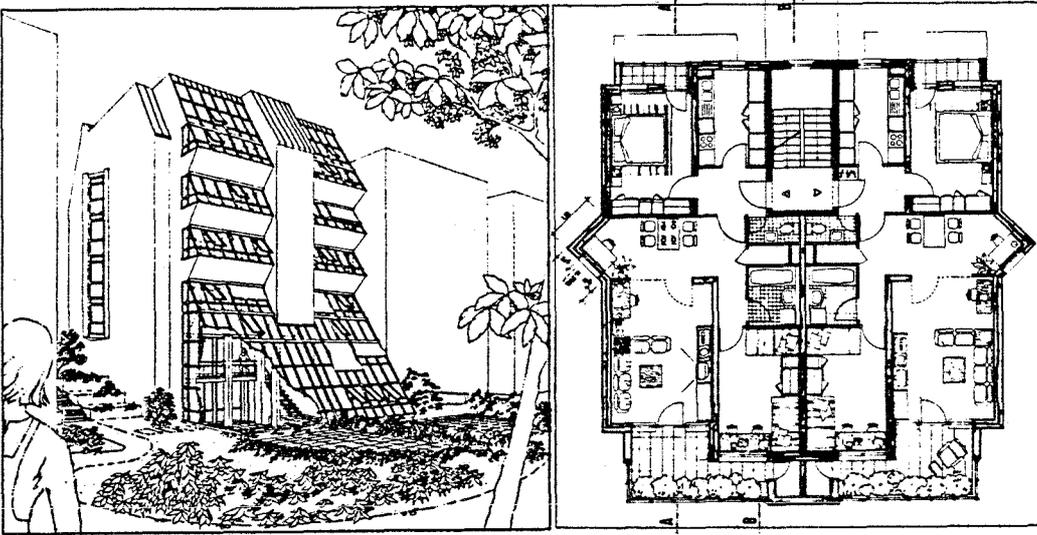
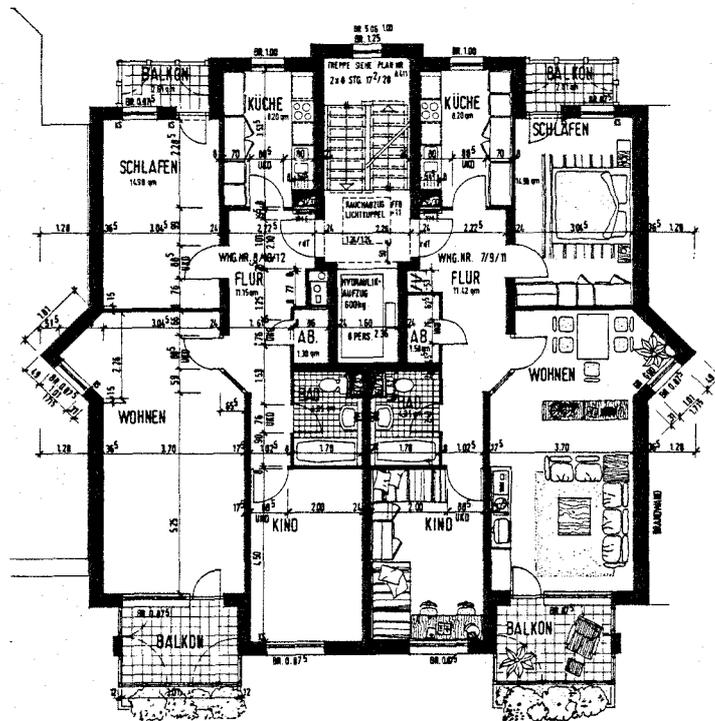
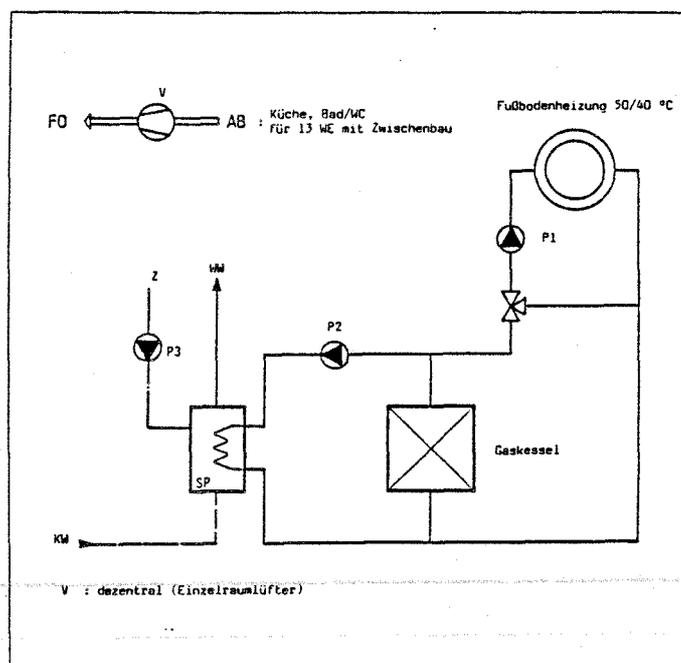


ABBILDUNG 49
Wettbewerb:
Isometrie,
Grundriß
Normalgeschoß



Ausführung:
Grundriß
Normalgeschoß



Heizungsschema

Projekt Energiesparhäuser Berlin
 Architekten: Manfred Schiedhelm, Karen Axelrad
 Baujahr 1983/84

Konzept

Das Konzept des Hauses ist die Synthese aus den Bedürfnissen des Menschen, dem technisch Erreichbaren und der angestrebten Architekturform.

Aus der Erkenntnis heraus, daß hochtechnifizierte Anlagen kompliziert zu handhaben und zu unterhalten sind, hat man ein Haus gebaut, welches ohne hohen technischen Aufwand im wesentlichen mit passiven Methoden und einer immissionsarmen Heizung auskommt.

Dabei kamen folgende Maßnahmen zur Ausführung.

1. Differenzierung von Räumen mit verschiedenen Funktionen und Komfortbedürfnissen: Rückzugszonen (Reduitzonen) für extreme Außen-Temperaturen.
2. Um das Kernhaus werden Pufferzonen geschaffen, welche bei Extrem-Temperaturen abgeschaltet werden können. Sie sind von März bis Oktober als Wohnraum-Erweiterung zu nutzen. Der Wintergarten im Süden ist voll verglast, um eine ungehinderte Sonneneinstrahlung zu ermöglichen, er ist durch Falttüren in eine Loggia verwandelbar. Der Wintergarten im Norden erhält, neben Globalstrahlung auch Besonnung von März bis September.
3. Verbesserung der Wärmedämmung und Erhöhung der Speicherfähigkeit durch 50 cm dicke Poroton-Außenwände.
4. Temporärer Wärmeschutz für die Fenster.
5. Im Innern der Reduit-Zone sorgt ein Kamin bei extrem niedrigen Außentemperaturen und bei Notzeiten für Wärme.
6. Dachraum als Puffer.
7. Belüftung der Räume entweder indirekt über Pufferräume oder direkt über Fenster. Dies wird auch bei Bädern in Kauf genommen, um mechanische Lüftung und künstliche Beleuchtung weitgehend auszuschalten.

Die Wohnbereiche gehen von der Kanalseite bis zur Gartenseite durch. Die Attraktivität des Kanals wird miteinbezogen. Schiebetüren in der Wohnungsmitte ermöglichen einen Zusammenschluß von Küche, Kinderzimmer und Wintergarten zu einem großen Spielraum.

Energiekonzept

Die zentrale Wärmeversorgung erfolgt durch einen gasbefeuerten Niedrigtemperaturkessel, zusätzlich existiert eine Notheizung als offener Kamin. Ein Wärmemengenzähler je WE. ist die Grundlage der Abrechnung.

Die Fußbodenheizung mit witterungsgeführter Vorlauftemperatur wird über ein Thermostat mit Motorventil raumweise geregelt.

Die zentrale Brauchwasserbereitung erfolgt über den Gaskessel der Heizung. Ein Speichersystem und Zirkulationsleitungen sind vorhanden.

Es ist weder die Nutzung von Umweltwärmequellen, noch eine Wärmerückgewinnung aus Abluft oder Abwasser vorgesehen.

Die Lüftung erfolgt frei über Fenster, oder indirekt über Wintergärten. In Küche, Bad und WC existiert eine mechanische Abluftanlage.

ABBILDUNG 52

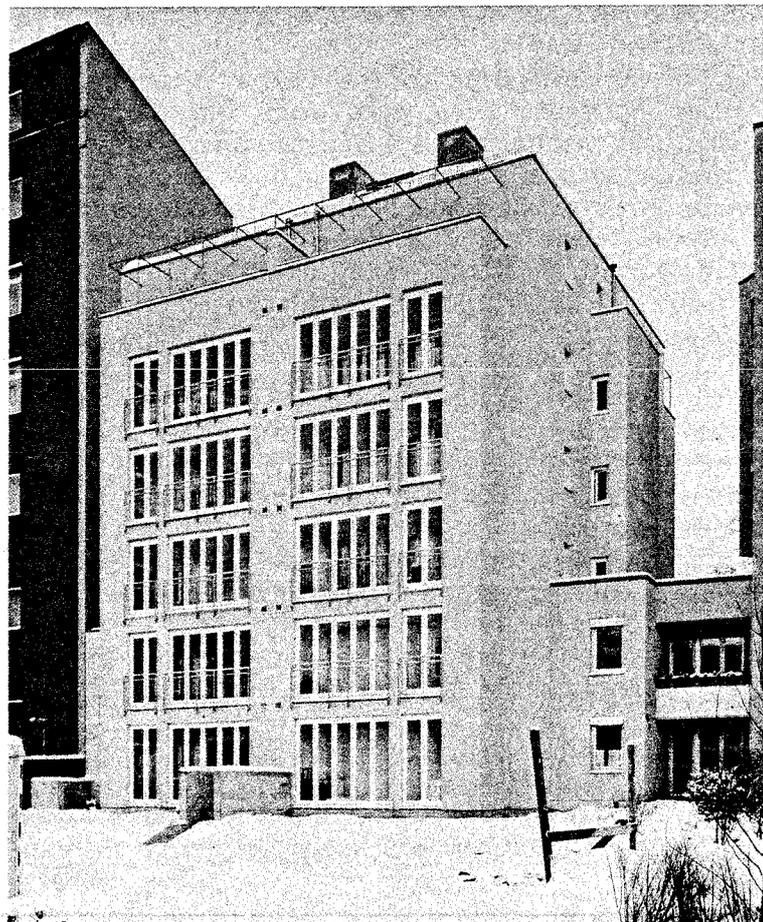
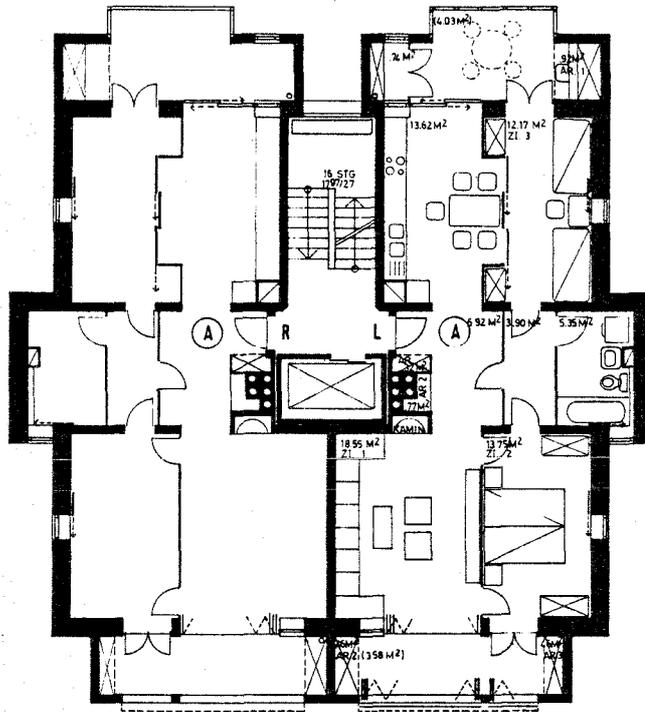
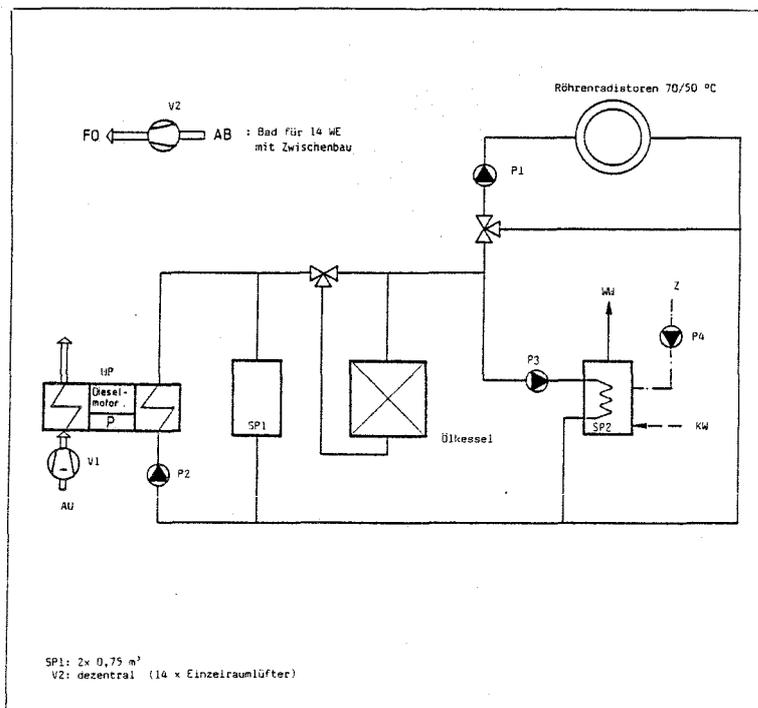


ABBILDUNG 51

Grundriß
Normalgeschoß



Heizungsschema



Projekt BuGa-Berlin
 4-Familien-Haus
 Architekt: Bernd Faskel
 Baujahr 1984/85

Konzept

Das Gebäude zeigt die Verbindung von geschlossener Architektur und offener, filigraner Glaskonstruktion. Zusammen mit der reduzierten Außenfläche prägen diese Vorgaben des passiven Energiesparkonzepts den Entwurf.

Der Wintergarten, zu dem alle Wohnfunktionen des Hauses ausgerichtet sind, nimmt somit eine zentrale Stellung innerhalb des Gebäudes ein. Über diesen Bereich, zu dem alle notwendigen Fenster der angrenzenden Räume orientiert sind, erfolgt mittelbar die Belichtung und Luftregeneration der Räume. Er kann durch ein Rankgerüst eine Fassadenbegrünung erhalten, die als "grüner Vorhang", sowohl als sommerlicher Sonnenschutz, als auch als Sichtschutz dient.

Konstruktion

Außenwände: 24 cm KSL-Mauerwerk, beidseitig geputzt,
 6 cm Hartschaumplatten, außen;
 Fenster: Holzfenster mit Isolierverglasung; Rolläden;
 Wintergarten: Die Konstruktion besteht aus Stahlprofilen;
 Bodenbelag aus Betonplatten im Kiesbett,
 sowie Substrat;
 Die Pultdächer und die Außenwände der Wintergärten sind in kittloser Verglasung ausgebildet;
 Dach: Flachgeneigte Dächer der Turmzimmer mit Titanzinkblech gedeckt;
 Pultdächer mit Ziegeldachpfannen;
 Flachdach als Dachterrasse;

Energiekonzept

Die sehr kompakte Gebäudeform hat einen wesentlichen Einfluß auf den Energiebedarf. Der Wintergarten als thermischer Puffer kann die Transmissions- als auch die Lüftungswärmeverluste erheblich reduzieren; Die Raumbehaglichkeit wird jeweiligen jahreszeitlichen Außentemperaturen angepaßt.

Großflächige Öffnungen im unteren Fassadenbereich, sowie im Dach sorgen für ausreichende Querlüftung und vermeiden unerwünschten Wärmestau bei zu starker Sonneneinstrahlung. Zusätzliche Sonnenschutzrichtungen können im Wintergarten als Blendschutz im Sommer dienen.

Die Beheizung erfolgt getrennt für jedes Haus entweder durch Gas oder Strom. Die Entscheidung hängt von der zuständigen Genehmigungsbehörde ab. Die Verbrauchsmessung erfolgt separat für jedes Haus.

Kommentar

Nach dem Prinzip "back-to-back" entstand, im Rahmen der Musterhäuser bei der Bundesgartenschau Berlin 1985, ein kompaktes den Prinzipien der energiesparenden Architektur verpflichtendes Beispiel. Die grundsätzliche Organisation wurde nach den Kriterien energiesparender Bauweise konzipiert. Die Orientierung der Wohnräume zu den mehrgeschossigen Wintergärten ermöglicht einen direkten Bezug zwischen Wohnraum und grünem Zimmer (Wintergarten). Die architektonische Gestaltung ist zurückhaltend und ermöglicht gute Ablesbarkeit einzelner Funktionen. Die Elemente der passiven Sonnenenergienutzung sind sichtbar gemacht. Das Haus ist ein wichtiger Beitrag für die Weiterentwicklung des Phänomens Architektur und Energie.

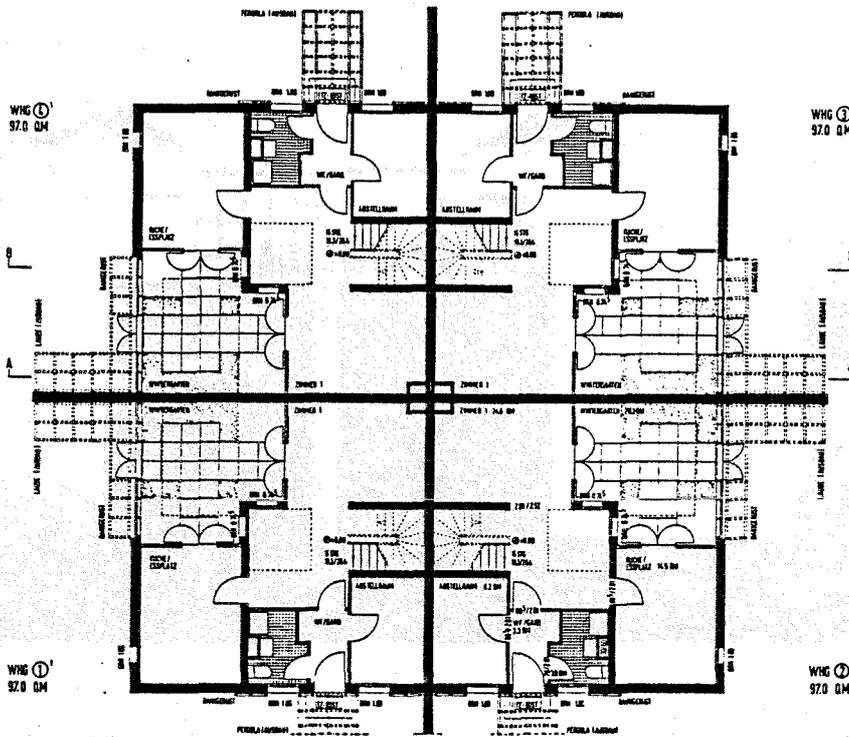
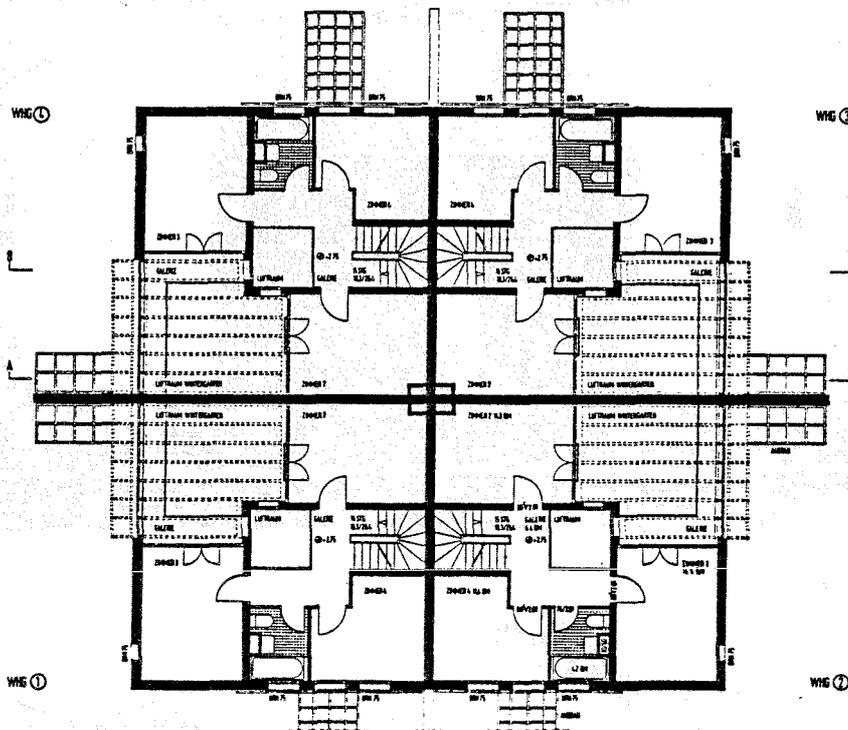
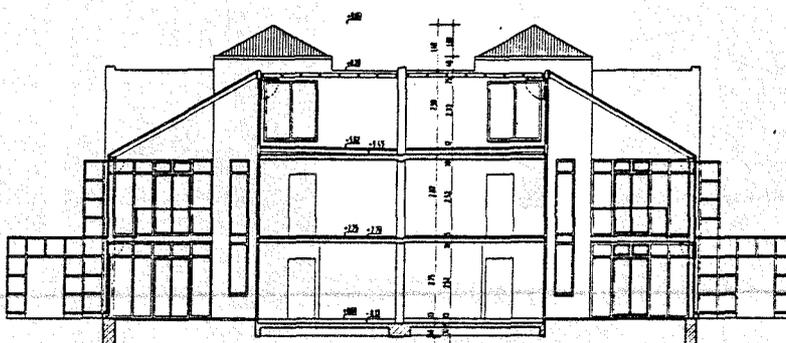


ABBILDUNG 53

Grundriß Erdgeschoß

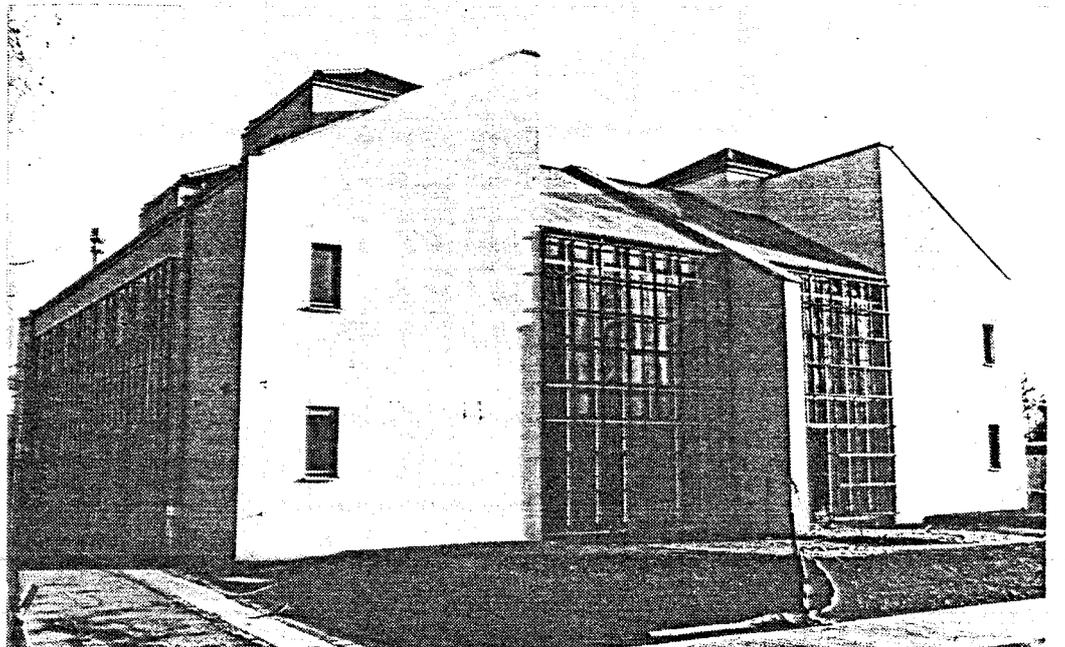
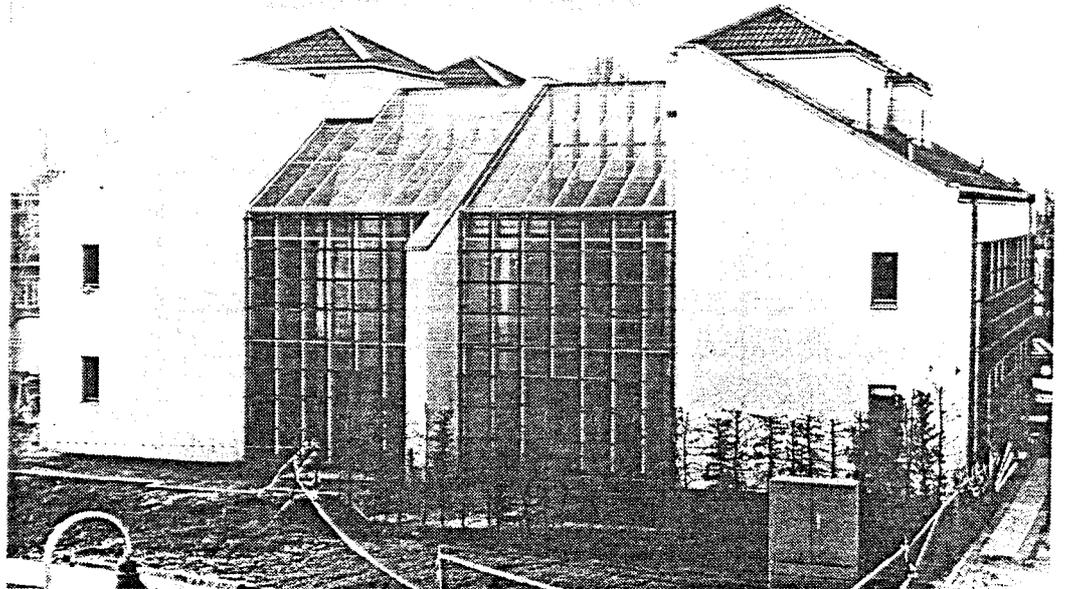
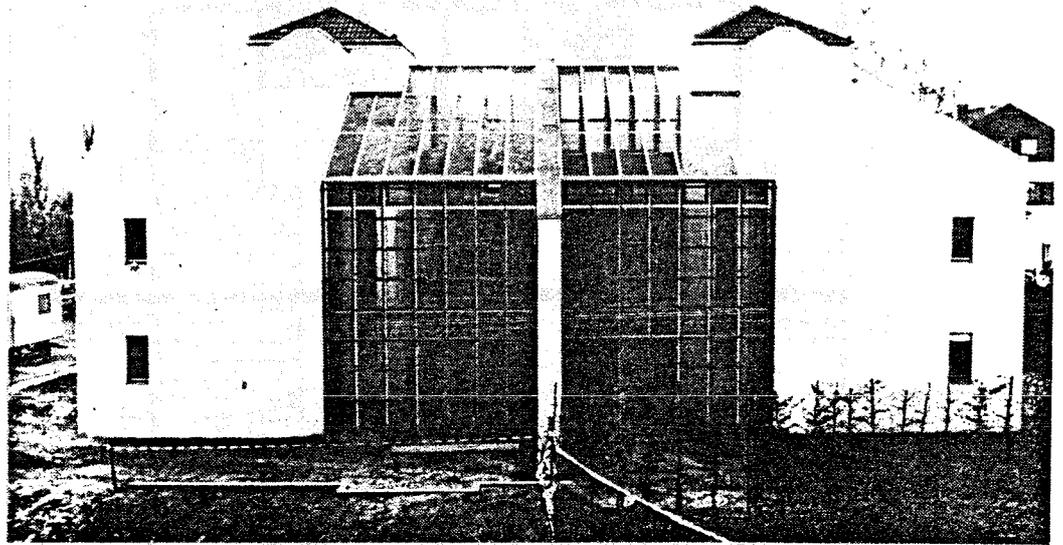


Grundriß Obergeschoß



Schnitt

ABBILDUNG 54



Projekt Woltmannweg

Bau- und Energietechnisches Demonstrationsvorhaben
Architekten: Hameyer (Städtebauliches Konzept), sowie
die Architekturbüros Bandel, Heinrichs und Wermund;
Baujahr der Gebäude im Untersuchungsgebiet 1985

Projektziel

Innerhalb einer Untersuchung von Maßnahmen zur sparsamen und rationellen Energieverwendung im Bereich Haushalte und Kleinverbraucher, als Forschungsvorhaben des BMFT, wurden für das Sanierungsgebiet Woltmannweg (2. Bauabschnitt) Planungsvorschläge, sowohl auf der städtebaulichen und versorgungstechnischen Ebene, als auch auf der Hochbauebene (Gebäudeentwurf, Baukonstruktion und Gebäudetechnik) erarbeitet. Ziel dieses Vorhabens ist es, die theoretisch durchleuchteten Energiesparmaßnahmen praktisch anzuwenden und zu erproben, ihre Auswirkungen zu erfassen und auszuwerten, und die Annahmefähigkeit der Mieter zu ermitteln.

Vorgehensweise

Dabei wurden alternative Vorschläge erarbeitet, bewertet und zu optimalen, aufeinander abgestimmten Maßnahmenkombinationen zusammengefaßt.

Durch ein umfangreiches Meßprogramm werden die realen Auswirkungen der einzelnen Untersuchungsgegenstände auf den Energieverbrauch und das Nutzerverhalten dokumentiert.

Untersuchung, Durchführung

Besonnung: städtebauliche Maßnahmen; Vermeidung von Verschattung;

Energievers.: Fernwärme, Wärme-Kraft-Kopplung;

Begrünung: Windschutzbepflanzung;
Dach- und Fassaden-Begrünung;

Passive Solarenergienutzung:

(Untersuchungen) Wintergärten im Geschosswohnungsbau zur Sonnenenergienutzung und als Pufferzone im Gegensatz zur offenen Loggia; Wärmespeicherung; Unterschiedliche Lüftungsmöglichkeiten;

Außenwand: verschiedene Wärmedämmsysteme wobei der k-Wert zwischen 0,33 und 0,68 W/m²K liegt;

Fenster: mit und ohne temporären Wärmeschutz und Sonnenschutz;

k-Wert: alternativ 2,6 oder 1,4 W/m²K;
im Wintergarten: Stahlprofile mit Einfachverglasung;

Dach: Kaltdach mit 16 bzw. 20 cm Wärmedämmung;

Heizungsregelung:

Termostatventile; 1- oder 2-Rohr System; Zeitschaltuhren; Energieverbrauchsanzeige; Heizkostenzähler (indiv. oder hausweise);

Ergebnisse

Erkenntnisse der Planung und Ausführungsbegleitung, und Ergebnisse der Energierechnung liegen vor, Messungen werden ab Sept.85 durchgeführt; Nach zwei Meßperioden wird im Winter 87 das Forschungsvorhaben abgeschlossen und veröffentlicht. Es soll dann die Grundlage für abgesicherte, übertragbare Empfehlungen zur Energieeinsparung im Mietwohnungsbau bilden.

Kommentar

Bei diesem Beispiel wird nachträglich viel geforscht und ausprobiert. Die Architektur wurde technisch optimiert. Wahrscheinlich wird die Baupraxis aus der begleitenden Forschung die meisten meßtechnischen und wissenschaftlichen Ergebnisse und Erfahrungen erhalten. Die Architektur ist schlicht, unpräzise und einfach. Die wissenschaftliche Begleitung des Projektes ist qualifiziert und verspricht interessante Meßergebnisse.

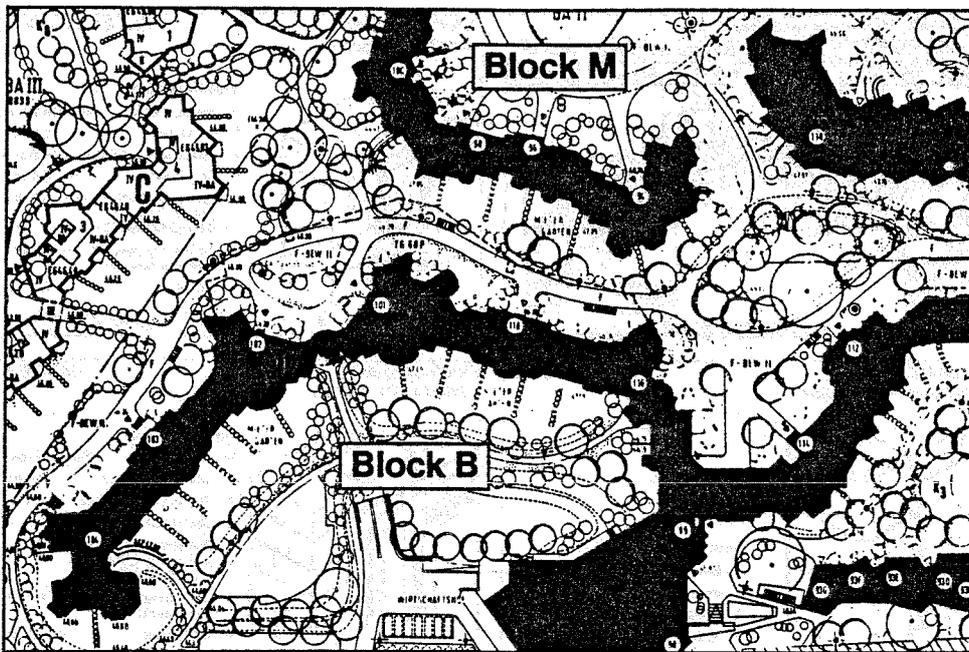
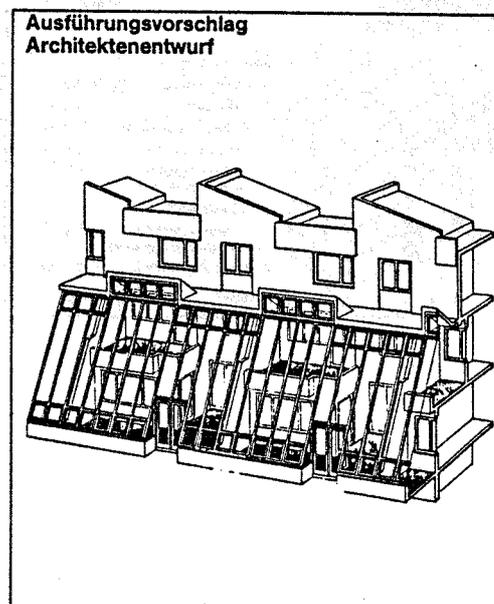
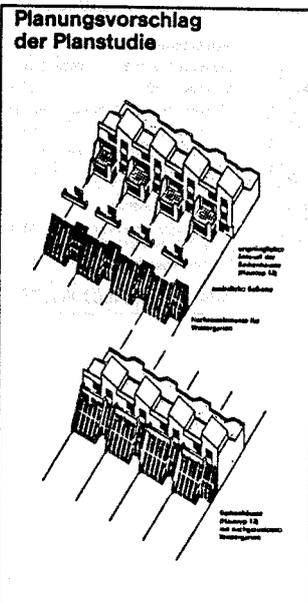


ABBILDUNG 55

Übersichtsplan
Block B und M
(Modellgebiet)



Planungsvorschlag
Glashäuser

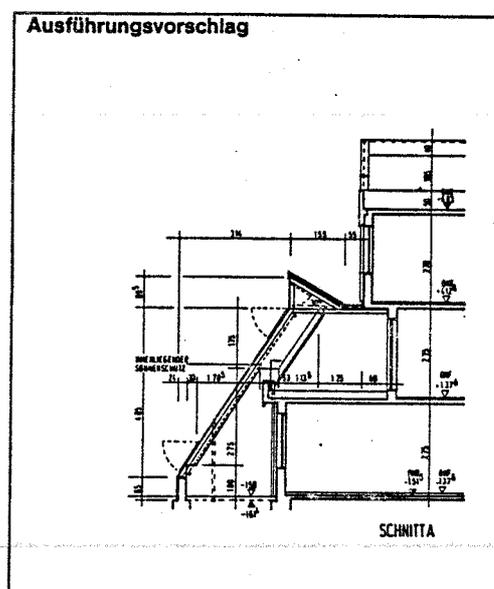
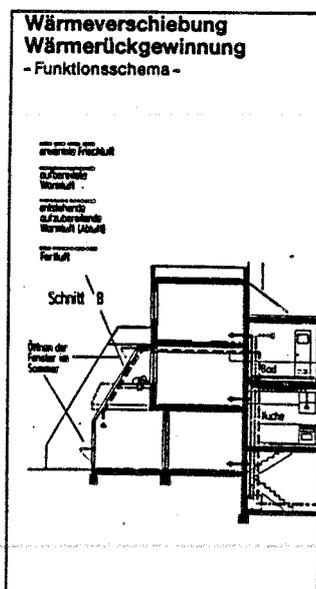
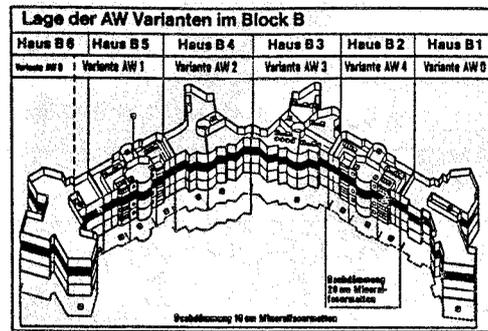


ABBILDUNG 56
Wärmedämmsysteme im Vergleich



VARIANTE AW0
SYSTEM STOTMEISTER
HAUS B1 und B6

Schichtenaufbau	
Nr. Bezeichnung	Schichtdicke
1 Innenputz	1,5 cm
2 Kalksand-Lochsteine	24,0 cm
3 Baukleber	~ 0,5 cm
4 Polystyrol-Hartschaumplatten PS 15 SE (λ _R = 0,04 W/mK)	6,0 cm
5 Armierungsputz mit Glasfasergewebe	~ 0,3 cm
6 Silikatputz	~ 0,2 cm

k-Wert (AW0): 0,49 W/m²K

VARIANTE AW1
SYSTEM POROTONWERKE
HAUS B5

Schichtenaufbau	
Nr. Bezeichnung	Schichtdicke
1 Innenputz	1,5 cm
2 Poroton Ziegel	36,5 cm
3 Silikatputz	1,0 cm

k-Wert (AW1): 0,68 W/m²K

VARIANTE AW2
SYSTEM STOTMEISTER
HAUS B4

Schichtenaufbau	
Nr. Bezeichnung	Schichtdicke
1 Innenputz	1,5 cm
2 Kalksand-Lochsteine	30,0 cm
3 Baukleber	~ 0,5 cm
4 Polystyrol-Hartschaumplatten PS 15 SE (λ _R = 0,04 W/mK)	6,0 cm
5 Armierungsputz mit Glasfasergewebe	~ 0,3 cm
6 Silikatputz	~ 0,2 cm

k-Wert (AW2): 0,47 W/m²K

VARIANTE AW3
DÄMMSYSTEM HECK
HAUS B3

Schichtenaufbau	
Nr. Bezeichnung	Schichtdicke
1 Innenputz	1,5 cm
2 Kalksand-Lochsteine	30,0 cm
3 Armierungsmörtel	~ 0,5 cm
4 Steinwolleplatten (λ _R = 0,04 W/mK)	6,0 cm
5 Edelstahlöbel	-
6 Armierungsmörtel mit Armierungsgewebe	~ 0,5 cm
7 Mineralischer Putz	~ 0,5 cm

k-Wert (AW3): 0,47 W/m²K

VARIANTE AW4
DÄMMSYSTEM HECK
HAUS B2

Schichtenaufbau	
Nr. Bezeichnung	Schichtdicke
1 Innenputz	1,5 cm
2 Kalksand-Lochsteine	24,0 cm
3 Baukleber	~ 0,5 cm
4 Polystyrol-Hartschaumplatten PS 15 SE (λ _R = 0,04 W/mK)	10,0 cm
5 Edelstahlöbel	-
6 Armierungsmörtel mit Armierungsgewebe	~ 0,5 cm
7 Mineralischer Putz	~ 0,5 cm

k-Wert (AW4): 0,33 W/m²K

ABBILDUNG 57



Wohnbebauung Schlangenbaderstrasse in Berlin-Wilmersdorf
Architekt: Prof. Vladimir Nikolic und Partner
Derzeit in Planung

Konzept

Auf einem dreieckigen, entlang der Stadtautobahn gelegenen Grundstück, soll zur Vervollständigung der Bebauung aus den 20iger und 30iger Jahren ein Wohngebäude entstehen. Die Lärmbelästigung und der Zuschnitt des Grundstückes benachteiligen in erheblichem Maße die Bebaubarkeit.

Der Reiz dieser Aufgabe lag in der Entwicklung einer architektonischen Konzeption für, so oft im Stadtgebilde vorhandene, durch Verkehrsplanung verursachte, "nicht bebaubare" Restflächen.

Der Straßenflucht folgend, wurde ein schmaler Baukörper konzipiert. Die Wohnbereiche sind ausschließlich zum ruhigen Garten mit großen Bäumen orientiert.

Die Architektur ist stark durch den städtischen Standort vorbestimmt.

Der Entwurf entstand aus dem Anliegen, die Gegensätze durch adäquate Gestaltung sichtbar zu machen und somit den Beweis anzutreten, daß Architektur überall möglich ist.

Mit der gewählten Formsprache wurde ein Versuch der Arondierung dessen vorgenommen, was im Laufe der letzten Jahrzehnte, durch unvernünftiges und unsensibles Umgehen mit dem Vorhandenen, verloren gegangen ist.

Architektur als Mittel einer stadträumlichen Reparatur.

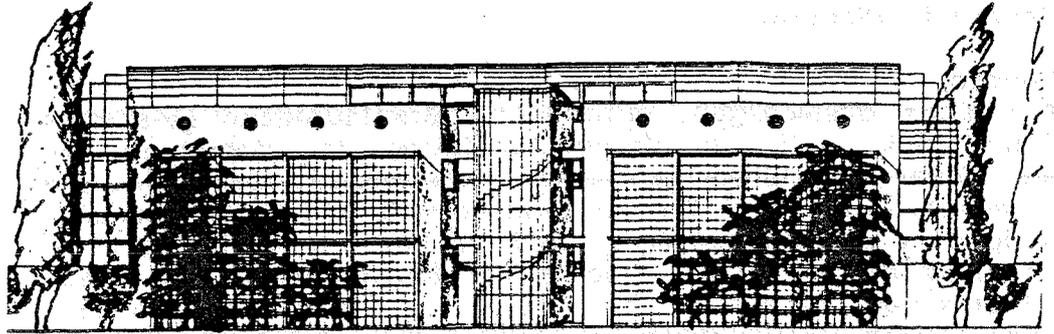
Energiekonzept

Entlang der lauten Straße sind in Form eines energetischen und akustischen Puffers Erschließungsfläche, Treppen und Nebenräume angeordnet.

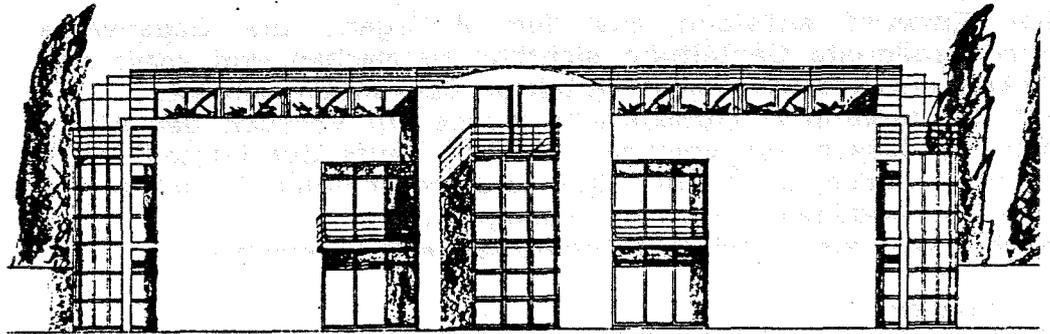
Alle Wohnräume sind mittels eines zweigeschossigen Wintergartens vom Lärm abgeschirmt. Abgesehen vom Energieaspekt erhöht das Wohnen mit Wintergarten die Nutzungsqualität.

ABBILDUNG 58

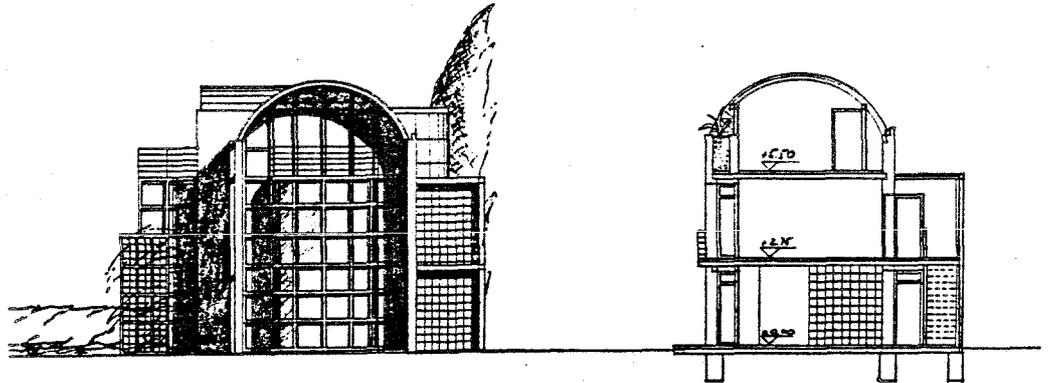
Ansicht Nord



Ansicht Süd



Ansicht Ost



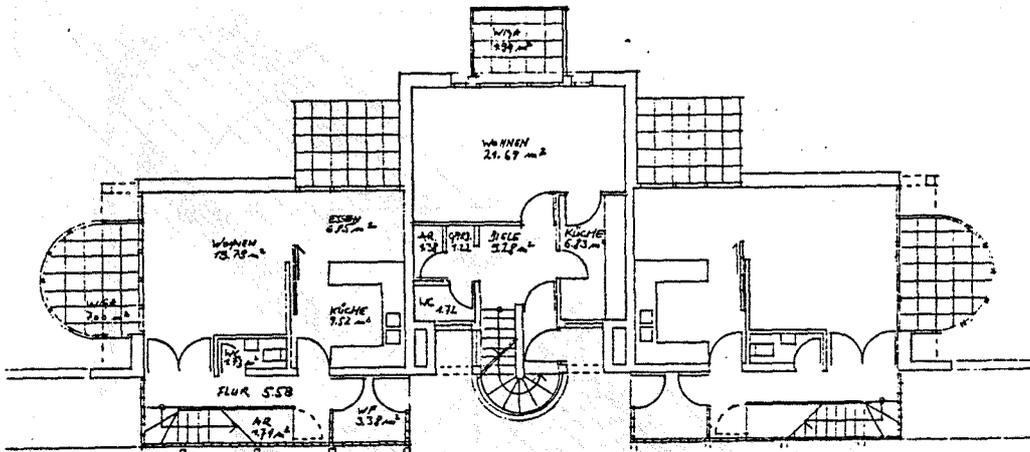
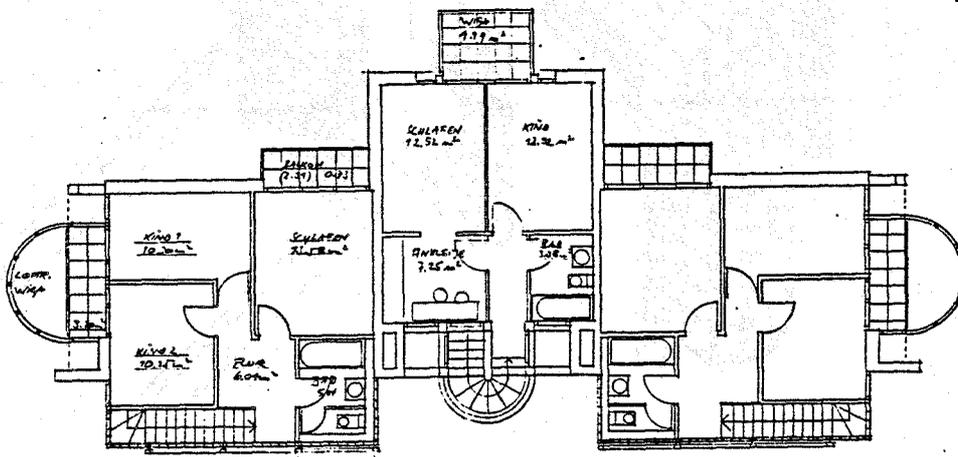
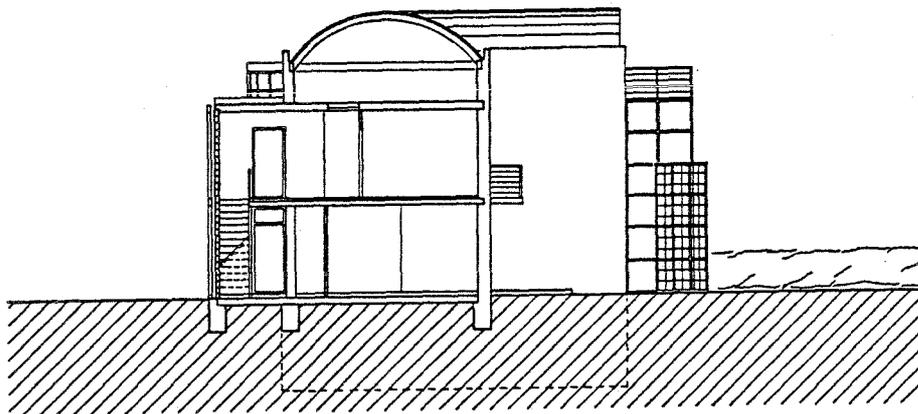


ABBILDUNG 59

Grundriß
Erdgeschoß



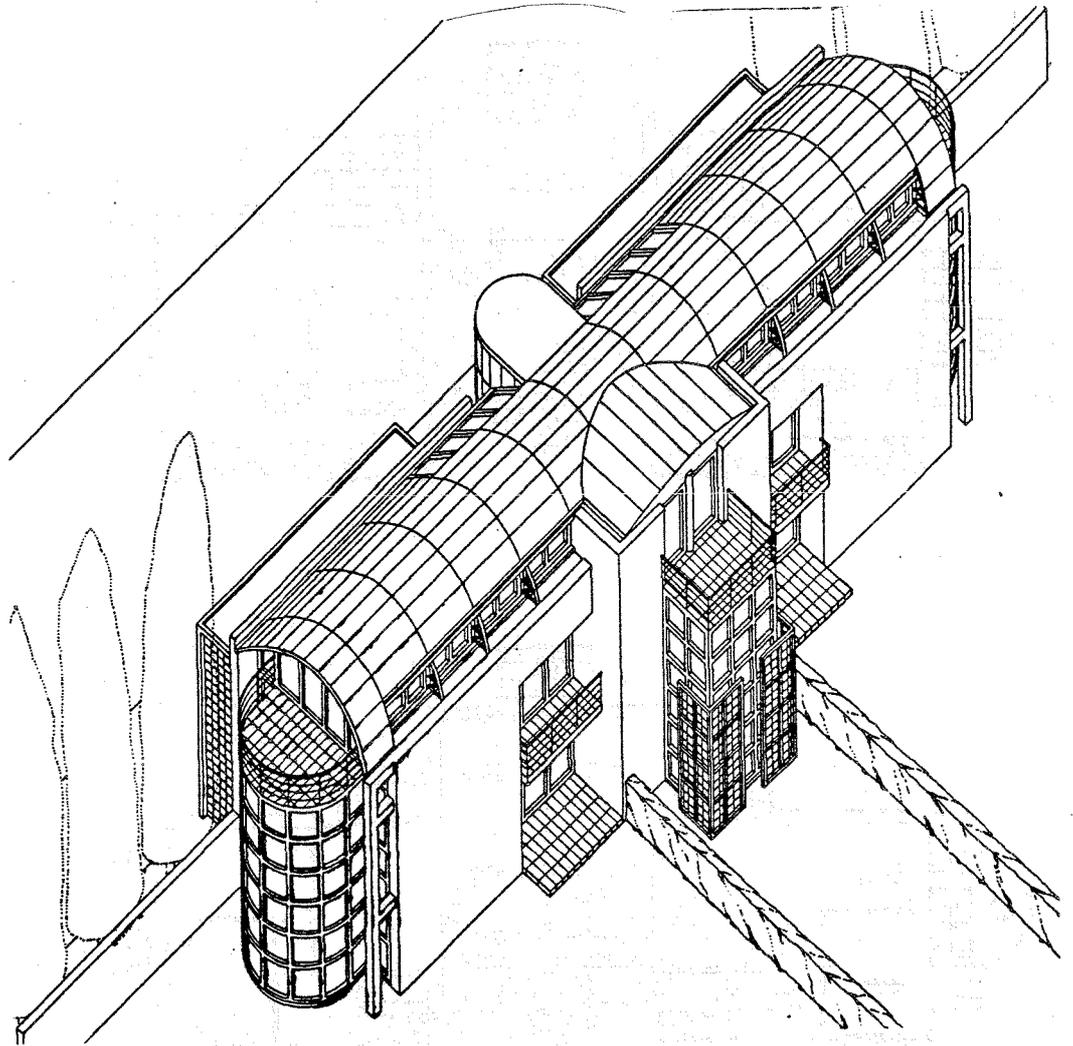
Grundriß
Obergeschoß



Schnitt

ABBILDUNG 60

Isometrie



Beitrag zum Ladders-Studentenwettbewerb 81
Studenten: Tilman Holzer, Andreas v. Lüpke

Konzept

Es wurde ein Reihenhauses entwickelt, das mit Hilfe des Konzepts "Massivhaus im Glashaus" ein Optimum an Energieeinsparung und Wohnqualität erreicht.

Das massive Innenhaus ist so kompakt wie möglich und umschließt den beheizten Innenraum im Winter. Das äußere Haus nimmt die Treppen auf, und ist dem Charakter nach ein witterungsgeschützter, temperierter und begrünter Freiraum. Durch die klare Grundrißkonzeption mit gleich großen Räumen kommt es zu einer hohen Flexibilität in der Nutzung.

Das Gebäude trägt räumlich-funktionellen Erfordernissen ebenso Rechnung wie Energiesparaspekten.

Konstruktion

Außenwände: Massives, kompaktes Innenhaus, mit 36,5 cm Poroton-Mauerwerk, dämm- und speicherfähig;
k-Wert: 0,66 W/m²K;

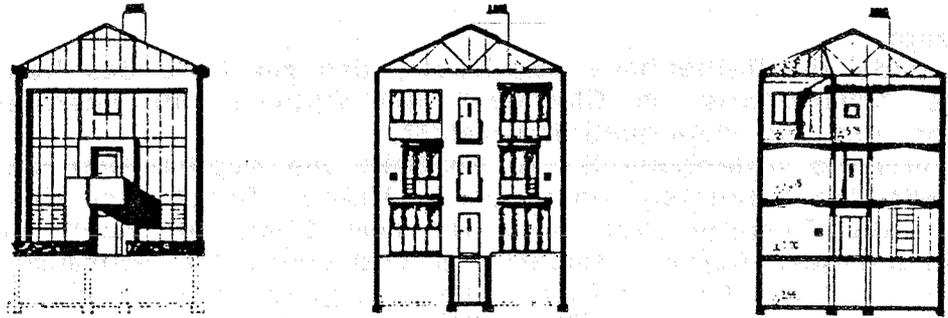
Fenster: Isolierverglaste Holzfenster mit Rolläden;
k-Wert: 0,68 W/m²K;

Energiekonzept

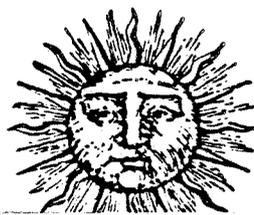
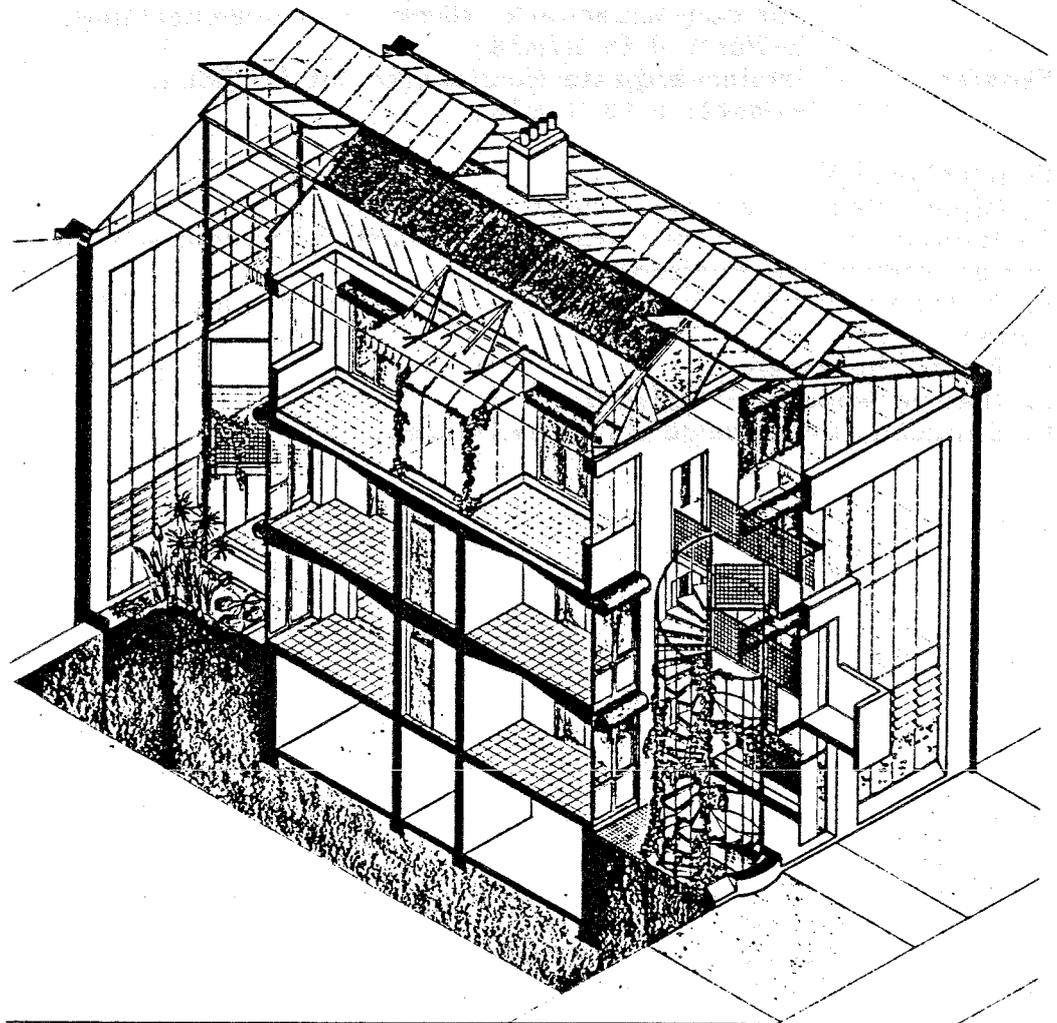
1. Minimiertes beheiztes Volumen.
2. Reduktion von Transmissions- und Lüftungswärmeverlusten durch temperierte Pufferräume.
3. Gewächshaushülle mit Lüftungs- und Verschattungsmöglichkeiten.
4. Flachkollektoren.
5. Niedrigtemperatur-Heizung.
6. Einfache, benutzergerechte Bedienung.

ABBILDUNG 61

Ansichten



Isometrie



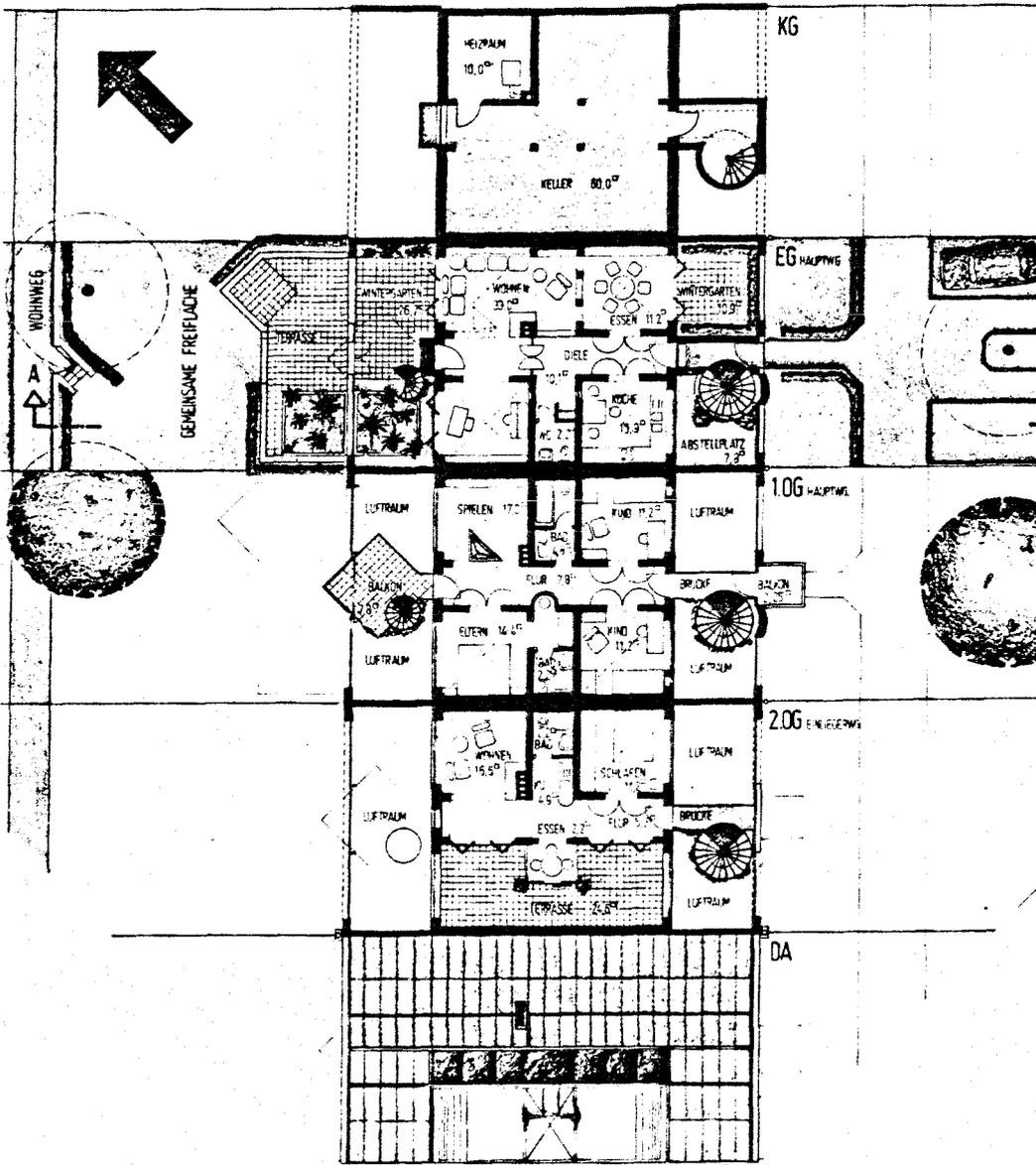
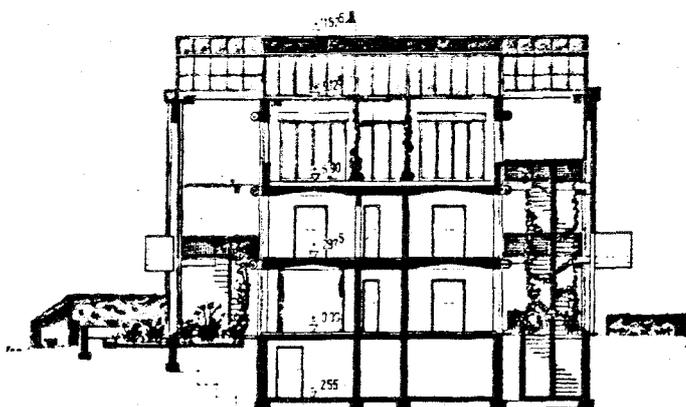


ABBILDUNG 62
 Grundriß
 Keller,
 Erdgeschoß,
 Obergeschoß,
 Dachgeschoß und
 Dachaufsicht



Schnitt

Beiträge aus dem Ladders-Studentenwettbewerb 83
Wohnen in der Stadt

Allgemein

Bei der Abschätzung angebotener baulicher Maßnahmen zur verstärkten Sonnenenergienutzung wurden Konzepte bevorzugt, bei denen der Versuch unternommen wurde, mit einfachen Mitteln den Energiespareffekt zu erreichen. Dabei stand auch die dadurch erzielte Wohnqualitätsverbesserung im Vordergrund.

Die Äquivalenz eingesetzter Mittel und die Ausgewogenheit von Maßnahmen sind die einzigen gangbaren Wege zur Realisation einer energiesparenden Architektur.

Die Preisträger schlagen z.T. unkonventionelle und ideenreiche Lösungen als Alternativen zum sozialen Wohnungsbau vor.

Studenten: Carola Wiese, Bert Dietz

Konzept

Durch die Reduzierung der Erschließung auf ein einziges Treppenhaus, wird versucht ein größeres Angebot an Kommunikation in der Erschließung und Flexibilität in den Grundrissen zu erreichen.

Im Entwurf werden die Eßbereiche der großen, zentralen Treppenhalle zugeordnet, um Blickbeziehungen und Kontaktaufnahme der Bewohner untereinander zu ermöglichen.

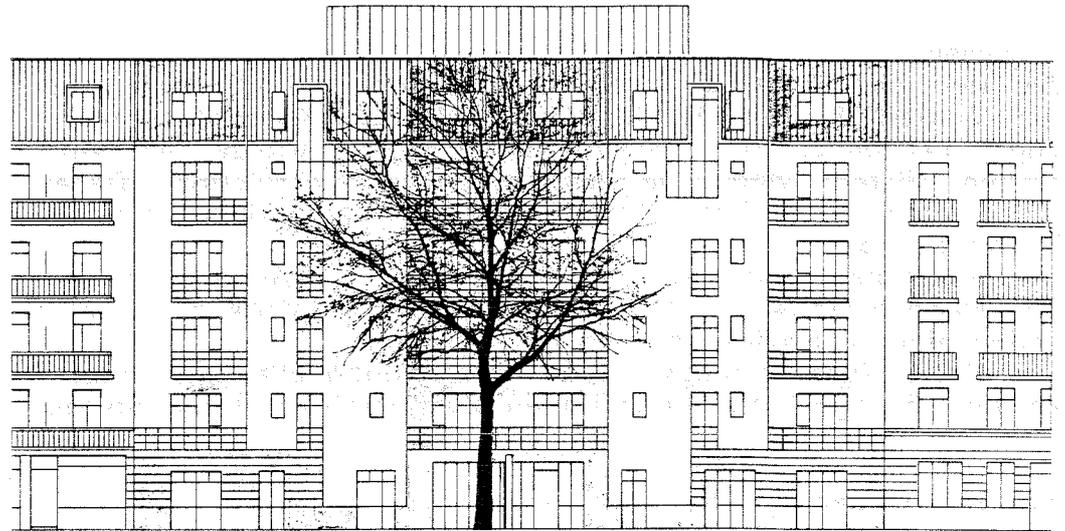
Durch Zuschaltnöglichkeiten wird das Angebot an unterschiedlichen Wohnungen erweitert. Die Einzimmerwohnungen können entweder als selbständige Einheit vom Treppenhof, oder für die Großmutter oder das heranwachsende Kind zusätzlich über den gemeinsamen Eßplatz einer großen Wohnung erschlossen werden.

Im Erdgeschoß wird das Gebäude zentral erschlossen. Die Eingangshalle ist direkt mit dem Garten verbunden.

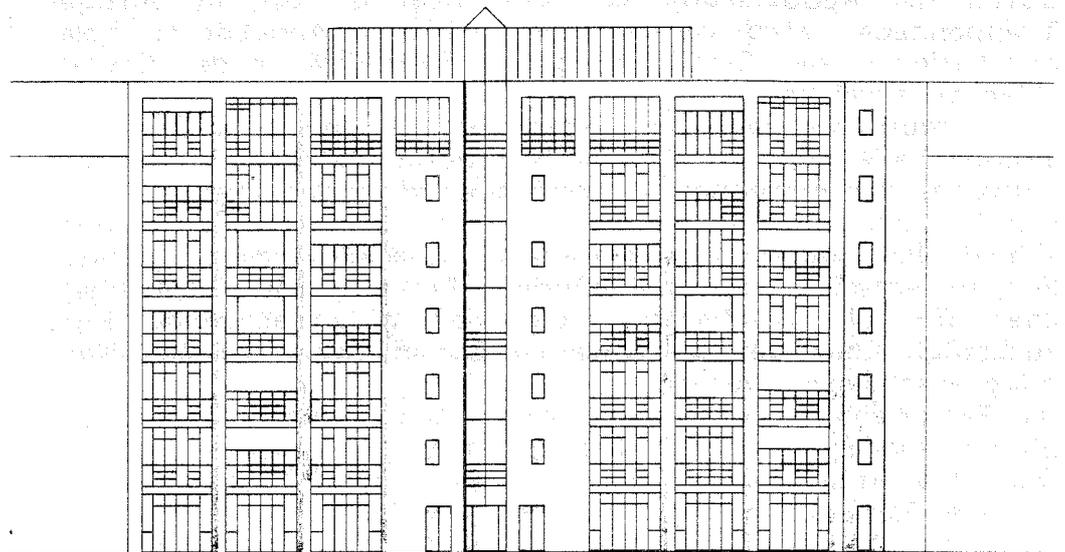
Die Straßenfassade ist mit einfachen Mitteln gestaltet. Es wurden Elemente der Nachbarbauten aufgenommen, ohne sich dabei anzubiedern. Die Ausbildung der Hoffassade ist sehr einfach gehalten.

Der Entwurf ist, bedingt durch die kompakte Bauweise, sehr wirtschaftlich.

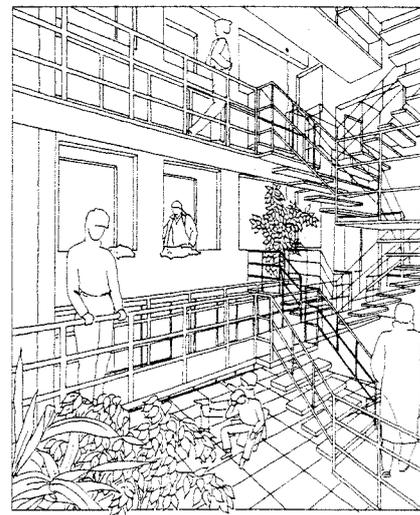
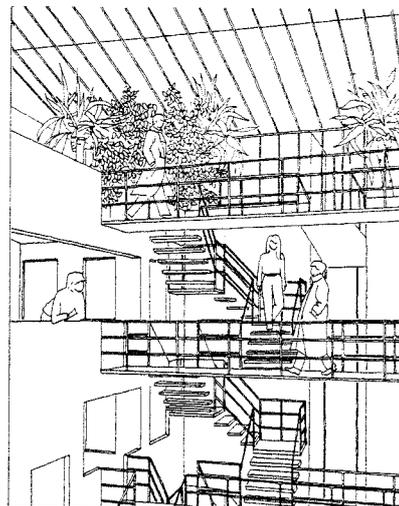
ABBILDUNG 63
Straßenansicht



Gartenansicht

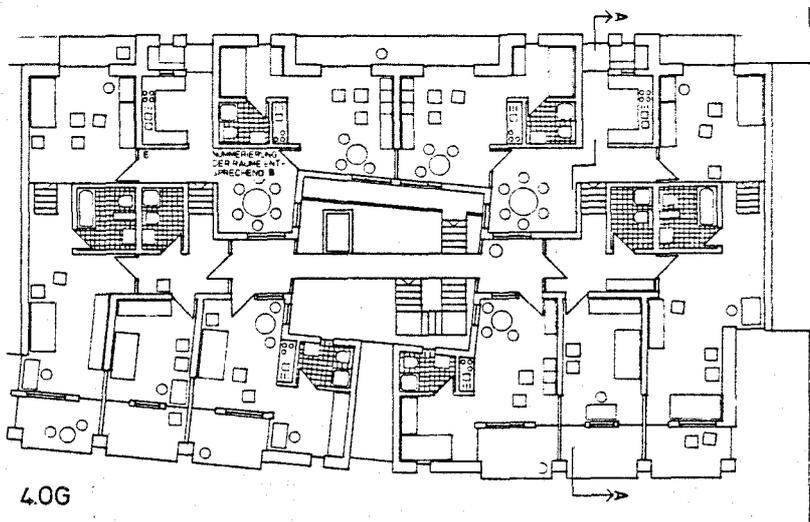


Innenraum-
perspektiven

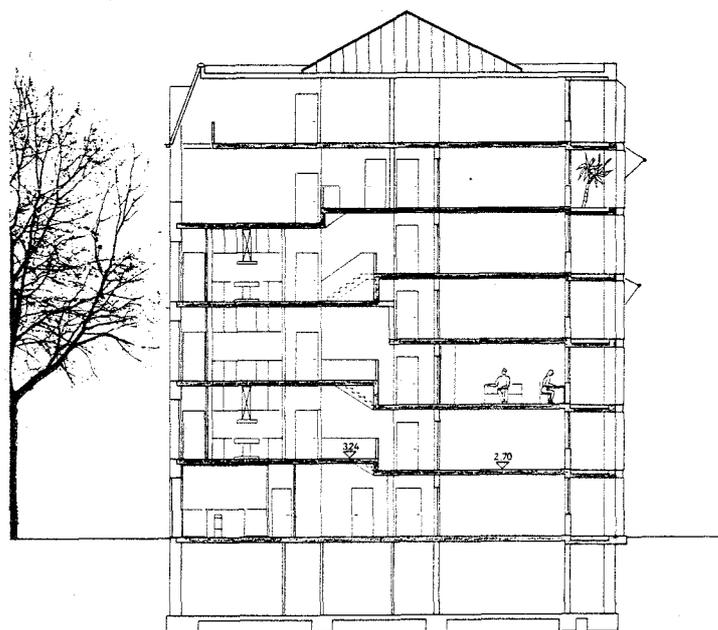




EG



4.OG



SCHNITT A-A

ABBILDUNG 64

Grundriß
Erdgeschoß

Grundriß
4. Obergeschoß

Schnitt

Beiträge zum Ladders-Studentenwettbewerb 83
Studenten: Axel Hub, Claus Stass

Konzept

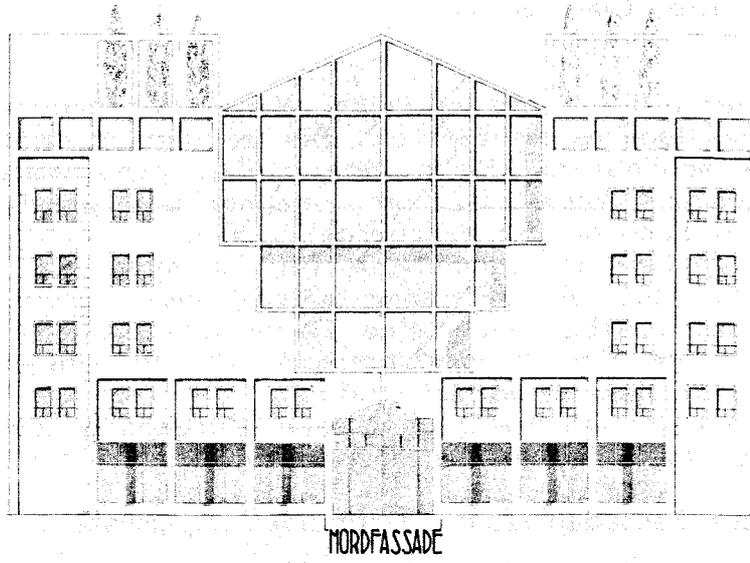
Der Verfasser bietet durch das Aufreißen der Randbebauung ein sehr unkonventionelles Konzept an. Die weitgehend offen gelassene Lücke schließt er durch eine große, gemeinsame Halle. Diese dient als kommunikativer Innenhof und gleichzeitig als Glashaus auch der Sonnenenergienutzung.

Die inneren Freiflächen der Wohnungen sind so angeordnet, daß ein Zwangskontakt der Bewohner untereinander verursacht wird. Dabei ergeben sich eine Reihe grundrißlicher Härten, so z.B. die Einzelraum-Wohnungen die in einigen Geschossen allein zur Halle orientiert sind.

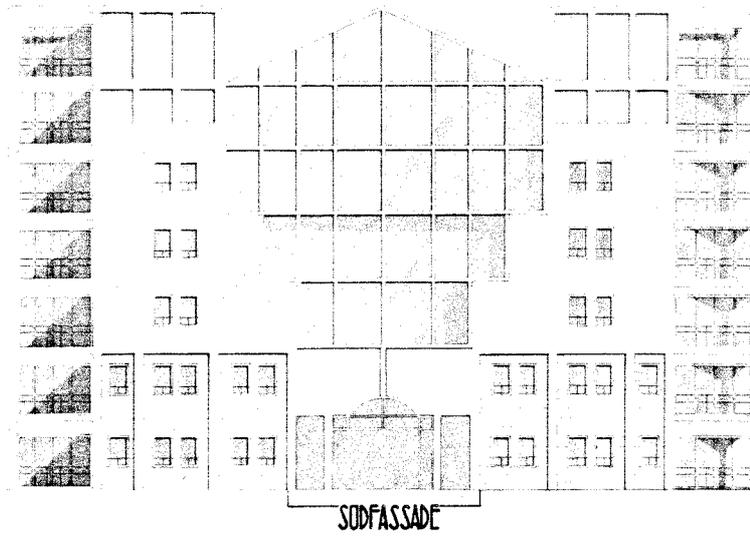
Im Eingangsgeschoß ist ein üppig gestalteter Durchgang, der eine Verbindung der Gemeinschaftsräume mit dem Garten herstellt.

Die Gestaltung der Fassaden ist der Grundidee angemessen.

ABBILDUNG 65
Straßenansicht



Gartenansicht



Modellphotos

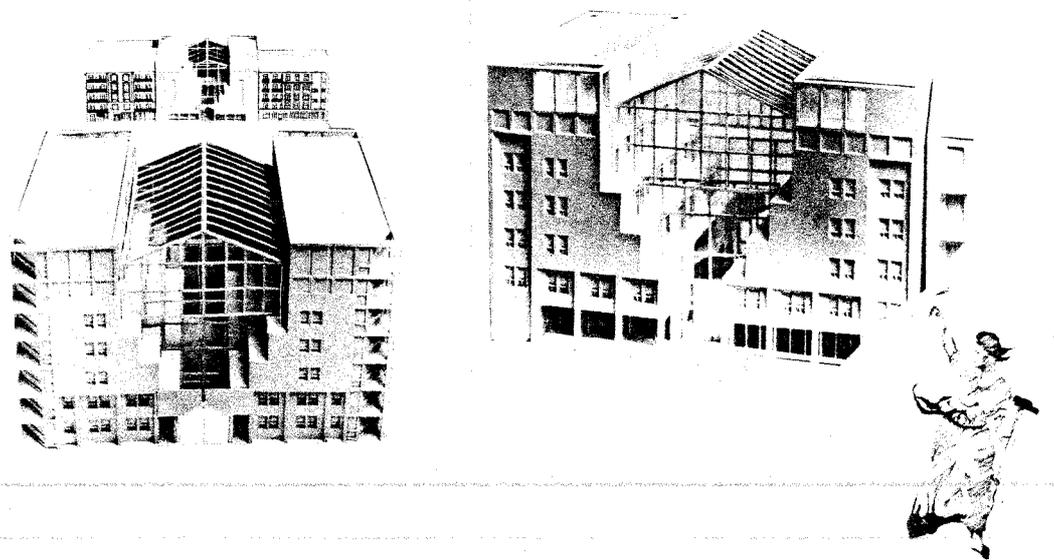
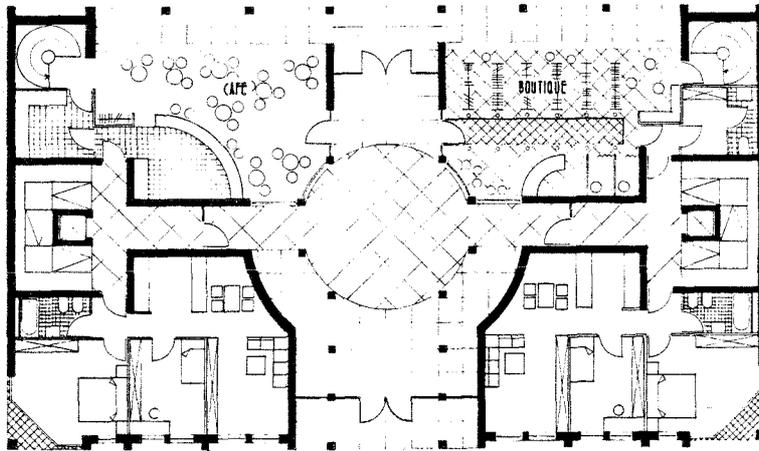
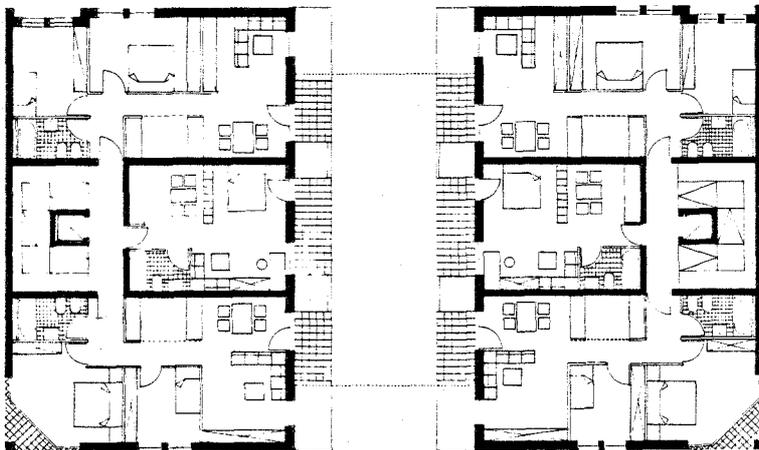


ABBILDUNG 66

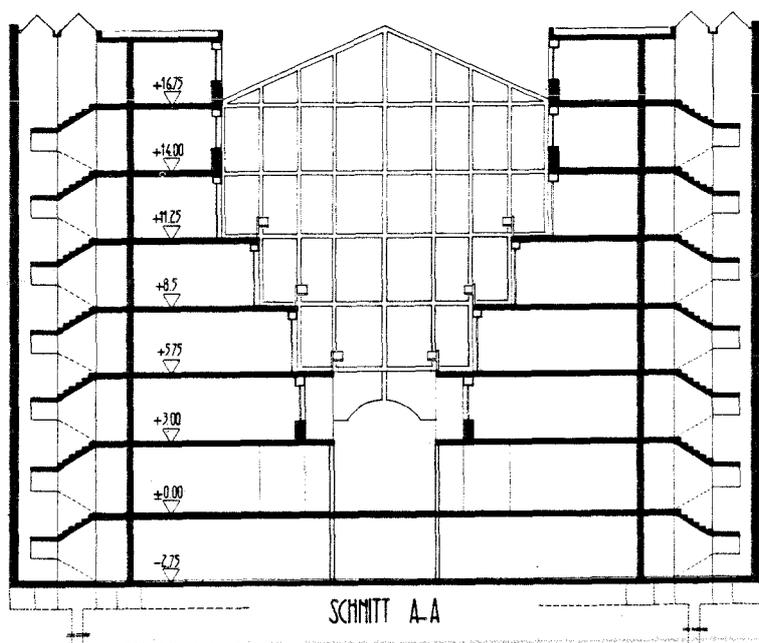
Grundriß
Erdgeschoß



Grundriß
2. Obergeschoß



Schnitt



- Th.Herzog: Pneumatische Konstruktionen, Bauten aus Membranen und Luft, Stuttgart, Verlag G.Hatje
- Hessisches Ministerium f. Wirtschaft u. Technik (Hrsg.): Alternativen zur Energieversorgung im ländlichen Bereich, Gutachten von R.Biskamp, V.Nikolic u. L.Rouvel, Kassel 1983
- J.Hix: The Glass House, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts
- Institut f. Landschaftsplanung; Städtebauliches Institut d. Uni Stuttgart (Hrsg.), Arbeitsbericht 38: Energie - ein Problem für den Stadtplaner?, von G.Kaule, A.Markelin u.a., Stuttgart, 1. Auflage 1981
- F.Marschall: Passiv-Solare Bausysteme für Objektbauten, Realisierte Beispiele passiver Solararchitektur in Europa und den USA, in: Bauplan, Heft 4/85
- V.Nikolic, L.Rouvel, in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer-Institut f. Bauphysik Holzkirchen, Forschungsbericht: Wintergarten, Experimentelle Vergleichsuntersuchungen, Kassel/München, 1985
- V.Nikolic, L.Rouvel u.a., Bundesministerium f. Forschung u. Technologie (Hrsg.): Bau und Energie, Bauliche Maßnahmen zur verstärkten Sonnenenergienutzung im Wohnungsbau, Köln, TÜV Verlag Rheinland, 1983
- V.Nikolic, L.Rouvel u. G.Borbely, Bundesministerium f. Forschung u. Technologie (Hrsg.), Forschungsbericht T 84-130: IBZ, Minimierung des Energieverbrauchs für den Neubau des Internationalen Begegnungszentrums Berlin, Ergebnisse der energetischen Optimierung u. Entwicklung von haustechnischen Anlagen, Kassel, Juli 1984
- Rheinisch-Westfälisches Elektrizitätswerk, Hrsg.: RWE-Handbuch, Technischer Ausbau, Heidelberg, Energie Verlag, 1985
- U.Roth: Wechselwirkungen zwischen Siedlungsstruktur und Wärmeversorgungssystem, BMBau, Bonn 1980
- Rudolf-Lodders-Stiftung, (Hrsg.): Wettbewerb, Energie und Architektur 81, von V.Nikolic, Kassel 1981
- G.Schäfer: Heizsysteme der Zukunft; Keine Abgase, minimale Heizkosten, in: Kunststoffe im Bau, Heft 3/84
- U.Schäfer: Vom Landstuhl-Projekt zum Meßprogramm für Solarhäuser im Bundesgebiet, in: Sonnenenergie und Wärmepumpe, Heft 3/85

- K.Schmöller: Ökologisches Bauen, Wohnhaus in Stuttgart-Riedenberg, in: Glasforum, Heft 1/85
- U.Schwarz, (Hrsg.): Grünes Bauen, Ansätze einer Öko-Architektur, in der Reihe: rororo aktuell, Technologie und Politik Bd. 18, Reinbeck bei Hamburg, Rowohlt Taschenbuchverlag 1982
- Senator für Wissenschaft und Forschung: Ergebnisse aus der Energieforschung für Architekturwettbewerbe, von B.Faskel, G.Löhnert-Ibus u.a., Berlin 1980
- Senator für Wissenschaft und Kulturelle Angelegenheiten, (Hrsg.): Energieforschung in Berlin, Sonnenenergienutzung durch klimagerechtes Planen und Bauen, Seminarbericht, Berlin 81
- Sonnenenergie & Wärmepumpe, Bau und Energie, Heft 3/85
- Stern, Heft 5/1980: Die Alten bauten besser, Die Energiekrise ist auch eine Architekturkrise
- M. Tvarovski: Sunce u Arhitekturi, Beograd 1969
- O.M.Ungers: 5 Energie-Häuser, Entwürfe für eine klimagerechte und energiesparende Architektur, Beschränkter Wettbewerb Solartypologie Landstuhl, Köln, Studio-Verlag für Architektur, 1980
- A.Urbaneck: Prämiertes Energiesparhaus mit Luftkollektoren in Bad Vilbel, Fachbeitrag in: Sonnenenergie und Wärmepumpe, Heft 4/83
- H. u. M.Wachberger: Passive Sonnenenergienutzung, Handbuch für die Anwendung Passiver Sonnenheizsysteme im Wohnungsbau, Bd.1 Planungskomponenten, Wien, 1983
- M. u. H.Wachberger: Mit der Sonne bauen, Anwendung passiver Solarenergie, in der Reihe: e+p Wohnen, München, Callwey Verlag 1983
- M.Wachberger, M.Schreieck u.a.: Energiebewußtes Planen und Bauen: Energiesparendes Entwerfen im Wohnbau (Wettbewerb), in: Bauforum
- W.F.Wagner, jr.: Energy-Efficient Buildings, An Architectural Record Book, New York, McGraw-Hill Book Company
- H.Werner, E.Lindauer: Experimentelle Untersuchungen über das energie- und feuchtetechnische Verhalten von nordorientierten Glasvorbauten, Bericht aus dem Fraunhofer-Institut für Bauphysik, 8/85

- L'Architecture d'Aujourd'hui No. 209:
Solaire: Passif ou Actif, Paris 1980
- Aktionsgemeinschaft Glas im Bau (Hrsg.): Mit Glas und mit der Sonne bauen, Klima- und Energiesparkonzepte für mehr Lebensqualität, Düsseldorf
- Aktionsgemeinschaft Glas im Bau, (Hrsg.):
Architektur Aktuell, Bauen mit Glas,
Studienarbeiten zum Thema Bauen, Renovieren und Modernisieren mit Glas, Düsseldorf
- Architektur und Wettbewerb, Heft Juni 1984:
Ökologisches Planen und Bauen
- Bau & Energie, Heft 6/82:
Energiesparhäuser, Meilenstein neuer Bautechnik
- Bauwelt, Heft 4/85:
Fünf Energiesparhäuser am Landwehrkanal in Berlin,
und: Ein passives Solarhaus in Kassel,
Berlin 1985
- Bauwelt, Heft 18/85:
Bundesgartenschau Berlin 1985, Berlin 1985
- Batelle Institut: Rationelle Energieverwertung im Planungsgebiet Erlangen West,
Köln, TÜV-Verlag Rheinland 1980
- Bundesarchitektenkammer, (Hrsg.):
In Dubio pro Vita, Energiebewußte Architektur,
Bonn 1980
- Bundesministerium für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau, (Hrsg.), Schriftenreihe 04.075:
Energiesparhäuser Berlin und Kassel, Bonn 1982
- Bundesministerium für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau, (Hrsg.), Schriftenreihe 04.093:
Praxisinformation Energieeinsparung, bearbeitet von der Bundesarchitektenkammer, Bonn 1983
Koordination Vladimir Nikolic
- Bundesministerium für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau, (Hrsg.), Schriftenreihe 04.097:
Handbuch, Passive Nutzung der Sonnenenergie,
Bonn 1984
- K. Daniels: Klimatisierung heute - Tendenzen und Entwicklungen, in: Der Architekt, Stuttgart,
Heft 10/ 1978
- B. Dietrich: Die energetische Optimierung des Niedrig-Energie-Fertighauses,
in: RWE informiert 194, Essen 1983
- P. Drew: Frei Otto, Form und Konstruktion,
Hatje Verlag

- A. Dütz, H. Martin: Energie und Stadtplanung, Leitfaden für Architekten, Berlin, Erich Schmidt Verlag 1982
- J.Eberspächer, (Hrsg.): Licht, Luft, Schall, von H.Freytmuth, H.Lenz u.a., Stuttgart, Forum Verlag 1977
- T. Farrell: Presseveröffentlichung über den ersten europäischen Wettbewerb für passive Sonnenheizsystem, Nov. 1980
- B.Faskel: Energiesparen durch Architektur: Wir müssen wieder sinnvoll bauen lernen, in: Bild der Wissenschaft, Sonderdruck 11/1979
- B.Faskel, V.Nikolic: Architektur und Energie, Kassel, Bärenreiter-Verlag 1981
- B.Faskel, V.Nikolic: Energiesparhaus in Berlin, Dokumentation in: Detail 5/1984
- Fraunhofer Institut für Systemtechnik u. Innovations-Forschung Karlsruhe (Hrsg. und Projektleitung): 48 Solarhäuser, Modell Landstuhl, Demonstrationsprojekt d. Bundesministeriums für Forschung und Technologie, Bearb. E.Gruber, U.Gundrum, u.a., Karlsruhe, C.F.Müller Verlag 1982
- Y. Futagawa, (Hrsg.): Kevin Roche, John Dinkeloo and Associates 1962 - 1975
- K.Gertis: Wärmedämmung oder Wärmespeicherung von Bauteilen, ein Gegensatz?, in: Capatect, Architektenbrief 4, Ober-Ramstadt 1985
- J.Glässel: Städtische Sonnenräume, Konzept für klimagerechtes Bauen in nördlichen Breiten, Karlsruhe, C.F.Müller Verlag 1985
- Glasforum, Heft 1/1985
- Häuser, Heft 4/1980
- Häuser, Heft 2/1984
- H.Hafer, E.Böhmer: Glasarchitektur, Bewohnte Glashäuser und Glasanbauten, Köln-Braunsfeld, Verlagsgesellschaft R.Müller, 1985
- G. Hauser: Energetische Auswirkungen und sommerliches Temperaturverhalten eines Wintergartens, in: Kunststoffe im Bau, Heft 4/1984
- H.Heben: Bauen mit der Sonne, Vorschläge und Anregungen, Heidelberg, Energie Verlag, 1982
- N. Hellwig: Palladio im Moor, Ein Energiesparhaus in Bremen, in: Deutsche Bauzeitung, Stuttgart, Heft 7/85

Translation

Architects and Energie (Abstract)

This research project has had a long development period. The proposal was drafted in summer 1981, at a time when energy conservation and the search for an adequate architectural language was of high social relevance.

The objective was to build up a collection of examples of energy conserving residential buildings of high architectural quality. This documentation was meant to generate readiness to translate energy conservation concepts into architecture, and to remove existing reservations about a new technology inimical to architecture. The first aim of this collection was to develop further the language of architecture and to strengthen architectural creativity. The aim was to create new stimulants for planners and builders to react in a creative-architectural manner to the actual problems of our time, such as the necessity to conserve energy. Furthermore, it was meant to contribute to the rediscovery of a climate and location oriented architecture.

It is hoped that our social consciousness will undergo a change in view of the behaviour changes which have become necessary with regards to energy consumption. Energy conserving building construction is not to be regarded as a restriction of the freedom of architectural creativity. The buildings is still to be defined as a socio-technical system. Architectural planning shall aim at finding the best possible solution in terms of design and technology. This documentation systematically shows possibilities and solutions for energy conscious architecture.

The research report is arranged as follows:

- o description of structural measures for increased utilization of solar energy in the following planning areas - urban design, building design, and structural measures
- o description of measures regarding heating technology and user behaviour
- o overall evaluation of energy related measures and rough cost-effect analysis
- o presentation of available information and actual stage of development and description of selected sample buildings

A manual for energy conserving architecture for practical use has been developed. The examples shown illustrate the ideas and principles of energy conserving building design and should facilitate understanding of construction guidelines.

For the selection of representative buildings emphasis was laid on seriousness of planning, energy conservation rates and architectural quality.

Kassel, August 1988