

Wettbewerbsentwurf eines Energiesparhauses nach dem Konzept der passiven Nutzung der Sonnenenergie

A house of low energy consumption, based on the concept of passive utilisation of solar energy. A contribution for a design competition.

von, by
Dr.-Ing. Reiner Pohl
Deutsche Gesellschaft für Mauerwerksbau e.V., Essen, Germany

Kurzfassung

Der prämierte Wettbewerbsentwurf eines Energiesparhauses in Mauerwerksbauweise gewährleistet einen sehr geringen Energieverbrauch durch

- passive Nutzung der Sonnenenergie durch Südorientierung der Fenster, verbunden mit wärmespeichernden Bauteilen
- gute Wärmedämmung
- Zusatzdämmung der Fenster nachts
- kontrollierte Lüftung mit Wärmerückgewinnung
- Gestaltung des Baukörpers und der Zuordnung der Räume nach Gesichtspunkten des minimalen Energieverbrauchs

Dieser Entwurf befindet sich z.Z. im Bau und wird im Juni 1982 fertiggestellt sein. Nach Bezug wird 5 Jahre lang der tatsächliche Energieverbrauch überprüft.

Abstract

This house of low energy consumption was awarded a prize in a design competition. It enables a low energy consumption by

- passive utilisation of solar energy by having the windows facing the south, combined with building elements of sufficient thermal storage capacity
- good thermal insulation
- during the night an additional thermal insulation of the windows
- controlled ventilation by waste heat recovery
- design of the whole building and the relation of the rooms with the aim of minimal energy consumption.

This house is being constructed now and will be finished in June 1982. After the occupants have moved in, the actual consumption of energy will be checked for a period of 5 years.

1. Allgemeines

Anfang 1981 schrieb der Bundesminister für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau das Förderprojekt "Energiesparhäuser" aus. Zielsetzung der Ausschreibung war, Impulse für energiesparendes Bauen zu geben und der Fachwelt zukunftsorientierte Lösungen aufzuzeigen. Im Rahmen dieses Projektes sollen mit Förderung durch Bundes- und Ländermittel acht Wohngebäude (5 Mehrfamilien- und 3 Einfamilienhäuser) errichtet werden. Dabei soll sich gute Architektur mit energetisch richtungsweisenden Lösungen verbinden.

Die Ausschreibung erfolgte in zwei Stufen. In Stufe I bewarben sich 98 Bieter und legten Konzepte vor. Aus diesem Kreis wurden 15 Teilnehmer für die Mehrfamilienhäuser und 9 Teilnehmer für die Einfamilienhäuser aufgrund der vorgelegten Entwürfe zur Abgabe eines detaillierten Entwurfs aufgefordert.

Um mit einem Entwurf für ein Einfamilienhaus an der Ausschreibung teilnehmen zu können, schlossen sich unter der Federführung der Deutschen Gesellschaft für Mauerwerksbau e.V., Essen, der Deutsche Hausbau-Verband, Hamburg; Firma WENO Massivhaus, Wolfenbüttel und als Architekt Herr Dipl.-Ing. Wolf Hoffmann, Universität Kaiserslautern zur "Arbeitsgemeinschaft Energiesparhaus in Massivbauweise" zusammen.

Bei der Bewertung der Entwürfe wurde neben der architektonischen Gestaltung vor allem die Minimierung der Summe aus Investitionskosten und Betriebskosten über einen Zeitraum von 25 Jahren berücksichtigt. Der Energiekostenanteil an den Betriebskosten wurde durch ein Computersimulationsprogramm ermittelt, bei welchem über eine Jahresperiode hinweg stundenweise der Energieverbrauch bei einem vorgegebenen Referenzklima ermittelt wurde.

Die zwei in der Ausschreibungsstufe II höchstbewerteten Einfamilienhäuser kommen 1982 auf einem vorgegebenen Baugrundstück in Kassel zur Ausführung. Nach Bezug der Wohnungen werden etwa 5 Jahre lang Nutzungsuntersuchungen über den Energieverbrauch und die Energiekosten durchgeführt.

2. Baubeschreibung

Das Energiesparhaus der "ARGE Energiesparhaus in Massivbauweise" ist ein mit konventionellen Baustoffen geplantes freistehendes Einfamilienhaus mit Einliegerwohnung auf dem vorgegebenen Wettbewerbsgrundstück. Die Hauptwohnung hat $95,75 \text{ m}^2$, die Einliegerwohnung $41,43 \text{ m}^2$ Wohnfläche. Der Brutto-Rauminhalt beträgt $699,60 \text{ m}^3$. Hinzu kommen für das vorgelagerte Glashaus $151,11 \text{ m}^3$.

Alle Wände sind in Massivmauerwerk ausgeführt. Die Außenwände haben eine K-Zahl von $0,43 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$. Die Decken sind als Ziegelhohlkörperdecken ausgebildet. Das zimmermannsmäßig hergestellte Dach erhält eine zusätzliche Wärmedämmung und erreicht eine K-Zahl von $0,121 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$. Der quadratische Baukörper ist diago-

nal auf dem Grundstück angeordnet. Die Südost- und die Südwestseite sind zur Sonne gerichtet. Diese Seiten werden als Glashaus ausgebildet. Das Glashaus erhält außen eine Einfachverglasung. Auf der Innenseite kommt eine Zweifachverglasung zur Ausführung, die für die Nachtzeit eine zusätzliche Wärmedämmung in Form von Klappläden mit 6 cm Zusatzdämmung ($K = 0,55 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$) erhält. Die Nordseiten sind bis auf den geschützt unter einem tiefgezogenen Dach liegenden Hauseingang völlig geschlossen. Die Ausnutzung des vorhandenen Geländegefälles nach Süden ermöglicht, den Nordwänden einen zusätzlichen Schutz durch Eingraben in den Hang und Erdanschüttung zu geben.

3. Energiesparsystem im Winter

Der vorgelegte Wettbewerbsentwurf nutzt das Prinzip der passiven Nutzung der Sonnenenergie. Hierunter ist zu verstehen, daß Sonnenenergie ohne Verwendung mechanischer Geräte zur Beheizung des Gebäudes ausgenutzt wird: Durch das nach Süden orientierte, vorgelegte Glashaus wird kurzwelliges Sonnenlicht ins Hausinnere geleitet und dort in langwellige Wärmestrahlung umgewandelt. Dieser Prozeß findet nur tagsüber statt, wobei die möglichen Wärmegevinne von der Intensität der direkten Sonnenstrahlung und der diffusen Strahlung abhängig sind. Der zeitliche Wärmebedarf des Hauses fällt nicht mit dem Zeitpunkt des Wärmegevinns zusammen. Der notwendige Ausgleich wird durch Speichermassen sichergestellt. Als Speichermassen wirken die schweren Massivwände, Massivdecken sowie Latentspeicherelemente. Die Speichermassen sind so ausgelegt, daß der Wärmebedarf des Hauses bis zu 2 Tagen bei -12°C ohne Zusatzheizung bei Ausfall der Strahlungsgewinne sichergestellt sein kann. Die Speichermassen sind weiterhin so dimensioniert, daß eine Überwärmung des Gebäudes bei Sonneneinstrahlung weitgehend verhindert wird, da die einfallende Strahlungsenergie bei -12°C im Winter voll genutzt bzw. gespeichert wird.

Die im Glashaus tagsüber erzeugte Warmluft bildet einen Puffer gegenüber der aus dem Haus über die Fenster abfließenden Wärme. Darüber hinaus ergeben sich Wärmegevinne durch Einstrahlung auf die mit Steinplatten belegten Massivdecken und die mit Latentspeicherelementen versehenen Brüstungen und Wandteile hinter der inneren Glasfassade.

Die Brüstungen wirken wie eine Thrombè-Wand, wobei die Speicherwirkung durch eingebaute Latentspeicher wesentlich verbessert wird. Die vorgesehenen Texxor-Latentspeicherelemente enthalten pro Stück 1 Liter Phasenumwandlungsmaterial, das bei Erwärmung bei 27°C von der festen in die flüssige Phase umschlägt und dabei $0,1 \text{ kW}$ aufnimmt, die beim umgekehrten Vorgang wieder freigesetzt werden. Die Wärmeabgabe wird manuell durch Klappen nach Bedarf reguliert.

Bei einer Außentemperatur von -5°C und einem Wärmegewinns aus diffuser Strahlung über das Glashaus von 20 W/m^2 wird die benötigte Heizenergie um ca. 10% gesenkt. Bei leichter Bewölkung wird schnell ein Strahlungsgewinn von 100 W/m^2 erreicht. Damit

steigt der Heizenergieanteil durch Sonnenenergie auf ca 50%. An kalten Tagen ist der Himmel meistens nur schwach oder gar nicht bewölkt. Die Einstrahlungsgewinne steigen dann schnell auf Spitzenwerte von 500 W/m^2 . Die größeren Wärmeverluste bei niedrigen Außentemperaturen werden dann durch Einstrahlungsgewinne kompensiert.

Die passive Beheizung wird durch einen pro Geschoß vorgesehenen Gasofen ergänzt, der ohne Verkleidung in einen Speicherblock eingebaut ist. Bei Einschaltung des Ofens werden die im Speicherblock befindlichen Latentspeicherelemente aufgeladen. Diese Speicher geben nur Wärme ab, wenn ihre Temperatur unter 27°C sinkt. Ein Thermostat schaltet erst dann den Ofen wieder ein, wenn die Speicher entladen sind, bzw. eine manuell vorgegebene Temperatur unterschritten wird.

Die Wärmeverteilung aus dem Speicherblock erfolgt als Luftheizung über ein einfaches Rohrsystem NW 100 mm durch Ventilatoren. Der Rückstrom erfolgt über gekürzte Türblätter. Zusätzlich wirken Speicher, Brüstungen, Wände und Decken als Strahler im langwelligeren Infrarotbereich.

Die Beheizung von nicht an die Warmluftführung angeschlossenen Räumen, wie z.B. das Bad der Einliegerwohnung, erfolgt über kurzfristig an- und abschaltbare elektrische Infrarotstrahler.

Das System der passiven Nutzung der Sonnenenergie zur weitgehenden Beheizung des Hauses wird durch den geringen Wärmebedarf des Hauses ermöglicht. Wie in der Baubeschreibung bereits vorgetragen, ist das Haus so ausgelegt, daß nach außen nur geringe Wärmeverluste auftreten. Neben der Wärmedämmung der Wände, des Daches, des Glashauses (insgesamt 3 Scheiben), der wärmegeprägten Klappläden vor der inneren Verglasung tragen hierzu die Ausnutzung der Geländeneigung, das zur Wetterseite tief heruntergezogene Dach, die auf der Wetterseite geschlossene Wand, die wärmegeprägte Haustür usw. bei.

Da ein erheblicher Teil der Wärmeverluste eines Hauses nicht als Transmissionswärmeverlust sondern als Lüftungswärmeverlust entsteht, wurde die Raumlüftung als kontrollierte Raumlüftung mit Wärmerückgewinnung konzipiert. Hierzu werden 5 regenerierende Kapillarventilatoren Typ Maico-Pionier WRG 20 mit 50% Wärmeregenerierung, 60% Feuchteregenerierung und Filterung der Außenluft vorgesehen. Diese Kapillarventilatoren entnehmen teilweise vorgewärmte Luft aus dem Glashaus.

Die im Rahmen des Wettbewerbes durchgeführte Computersimulation ergab einen jährlichen Primärenergiebedarf des Gebäudes für Heizung und Lüftung von 51 kWh/m^2 . Dies entspricht einem jährlichen Ölbedarf von ca. 700 l. Dabei wurde davon ausgegangen, daß die dezentrale Wärmerückgewinnung über die Kapillarlüfter nicht nach Bedarf sondern kontinuierlich erfolgt. Ein energiebewußter Nutzer wird bei bedarfsgerechtem Einsatz der Wärmerückgewinnung weitere Einsparungen erzielen können.

Der vorliegende Entwurf optimiert die passive Solarnutzung durch die Regelbarkeit der Speichermassen. Die Speicherdauer wird durch Ausnutzung dämmender, amplitudendämpfender Massivbauteile und guter Nachtwärmedämmung verbessert. Bei optimaler Bedienung durch den Nutzer kann der Wärmebedarf des Hauses bis zu 2 Tagen bei Außentemperaturen von -12°C ohne Zusatzheizung bei Ausfall der Strahlungsgewinne sichergestellt werden. Die Kombination von wärmespeichernden Massivbauteilen und wärmespeichernden Latentspeichern liefert neben einer beträchtlichen Wärmeverratspeicherung den Vorteil, daß kurzzeitig bei Sonneneinstrahlung auftretende Überheizungen nicht weggelüftet werden müssen, sondern im Bauwerk abgespeichert werden können. Zur Abspeicherung der kurzfristigen Energiegewinne dienen besonders die Latentspeicher, weil diese bei Erwärmung auf 27°C kurzfristig große Wärmemengen aufnehmen können. Die Kombination von Massivbauteilen als Massenspeicher und Latentspeicher zur Abdeckung des kurzfristigen Spitzenbedarfs stellen eine ideale Bauweise dar. Eine leichtere Bauweise muß mit erheblich mehr Latentspeichern ausgeführt werden, um sowohl ausreichend Energie zur Überbrückung von Perioden geringer Energieeinstrahlung abzudecken als auch Überheizungen verhindern zu können.

4. Sommerlicher Wärmeschutz

Das vorgestellte Energiesparhaus ist für große Wärmegewinne über die Fensterflächen ausgelegt. Damit dies im Sommer nicht zur Überhitzung führt, müssen zusätzliche Maßnahmen getroffen werden. Die Funktion des Glashauses wird im Sommer dadurch aufgehoben, daß mehrere Glaswandelemente herausgeklappt werden. Dadurch wird eine permanente Durchlüftung und der Abzug der erwärmten Luft aus dem Glashaus ermöglicht. Durch sturmsichere Verankerung der Glaselemente wird ein überdeckter Freisitz geschaffen. Ein zusätzlicher Sonnenschutz wird durch im Winter blattabwerfende Kletterpflanzen an der Außenseite des Glashauses erreicht. Weitere Sonnenschutzeinrichtungen bilden die Klappläden im Glashaus, die je nach Sonnenstand eingestellt werden können.

Die Sommerlüftung erfolgt als Querlüftung durch die erwähnten ausgestellten Glashauselemente, geöffnete Fenster, Türschlitze und einstellbare Lüftungsöffnungen in Haustür und Wohnungstür. Die Bedienung erfolgt manuell und ist den Bewohnern überlassen.

5. Warmwasserversorgung

Die Warmwasserversorgung läuft über kleine, dezentrale Versorgungseinheiten mit kurzen, wärmedämmten Zuleitungen zur Entnahmestelle. Der Vorlauf der Warmwasserbereiter läuft im Sommer und in der Übergangszeit über eine Absorbereinheit im Bereich der Glashausschräge. Die Anlage besteht aus 15 m^2 Absorberdachziegeln "System Wolf Hoffmann" auf der Südwest-Seite des Daches, einer Umwälzpumpe und einem Wärmetauscher.

6. Zeichnungen

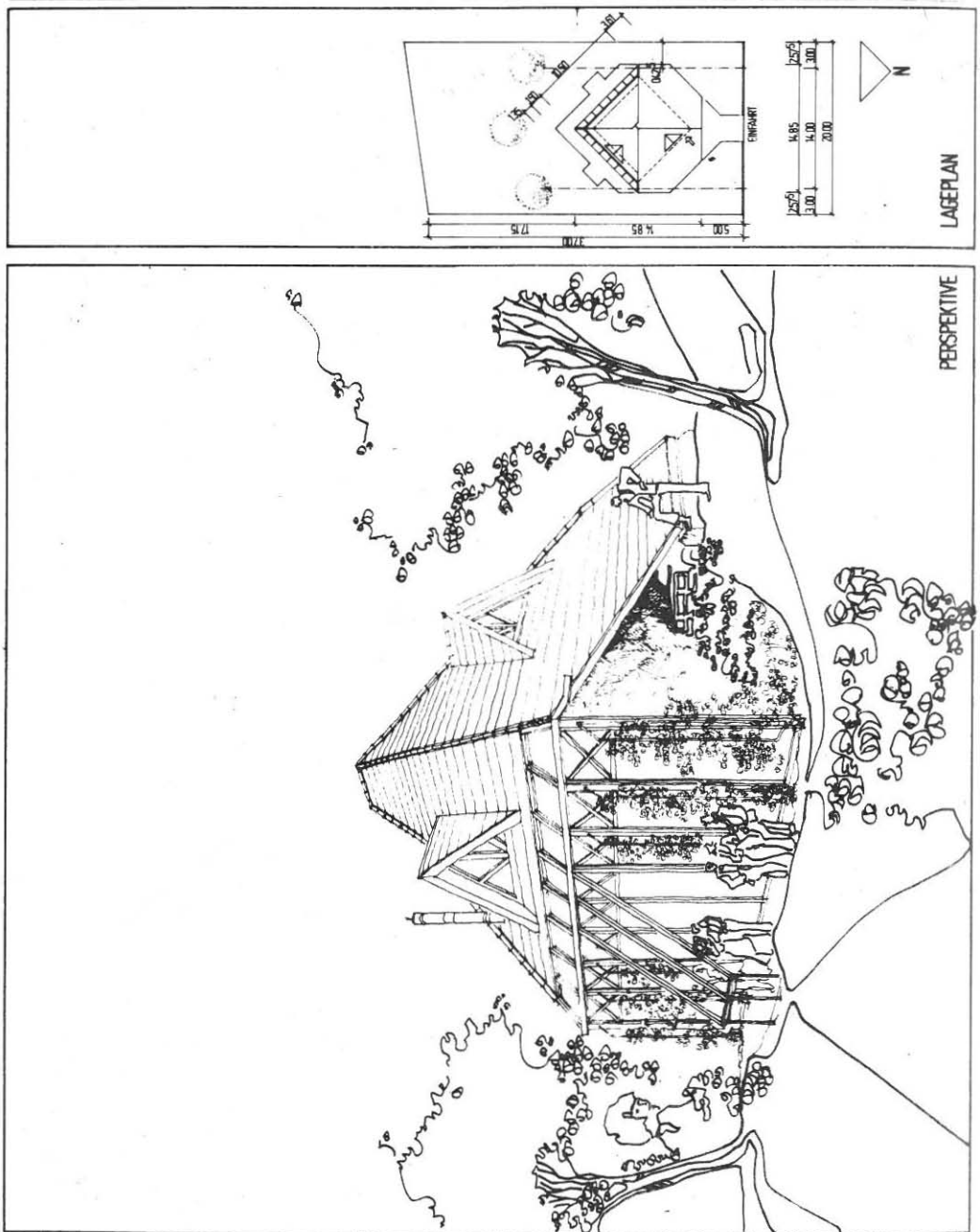


Bild 1 Perspektive und Lageplan

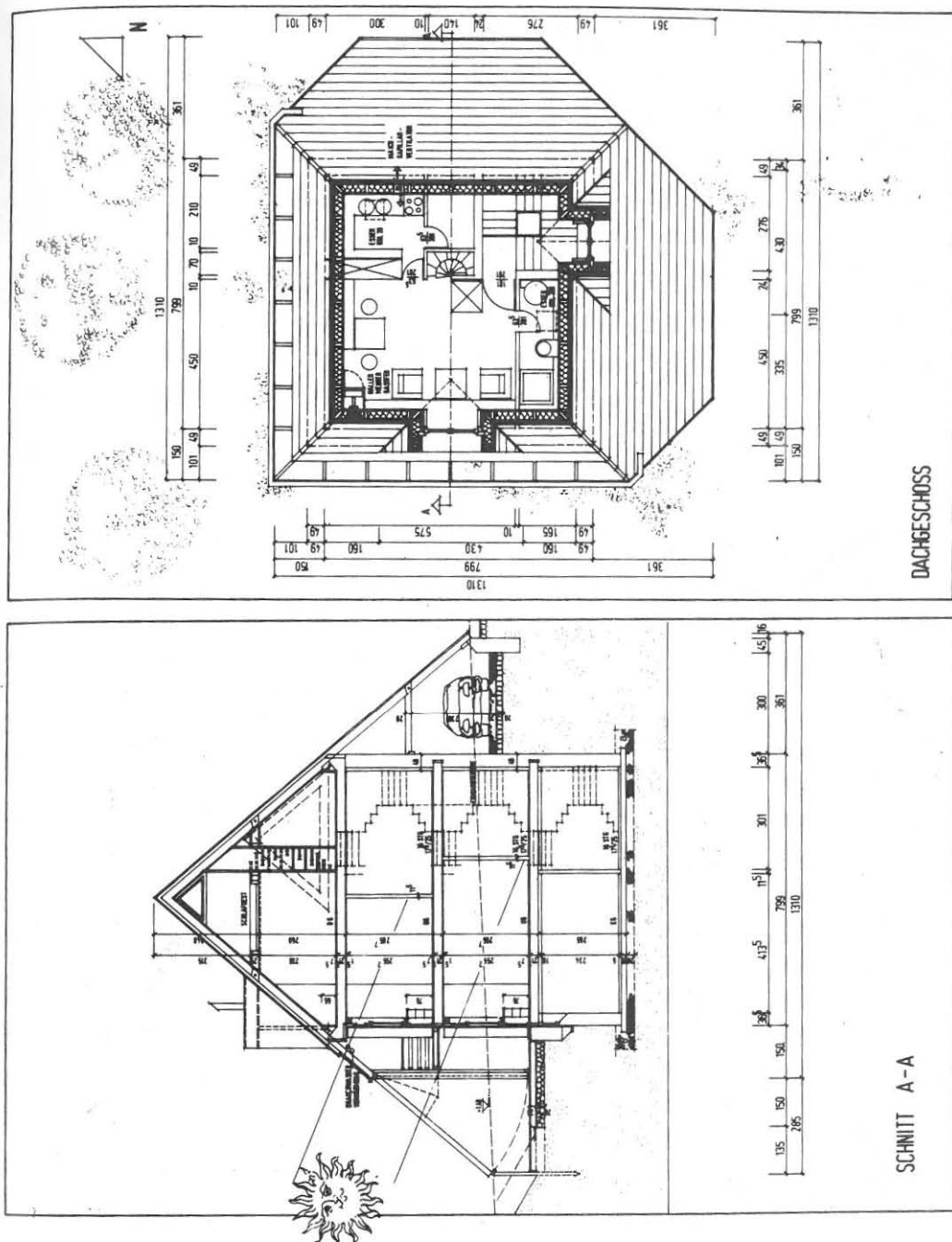


Bild 2 Schnitt und Grundriß Dachgeschoß

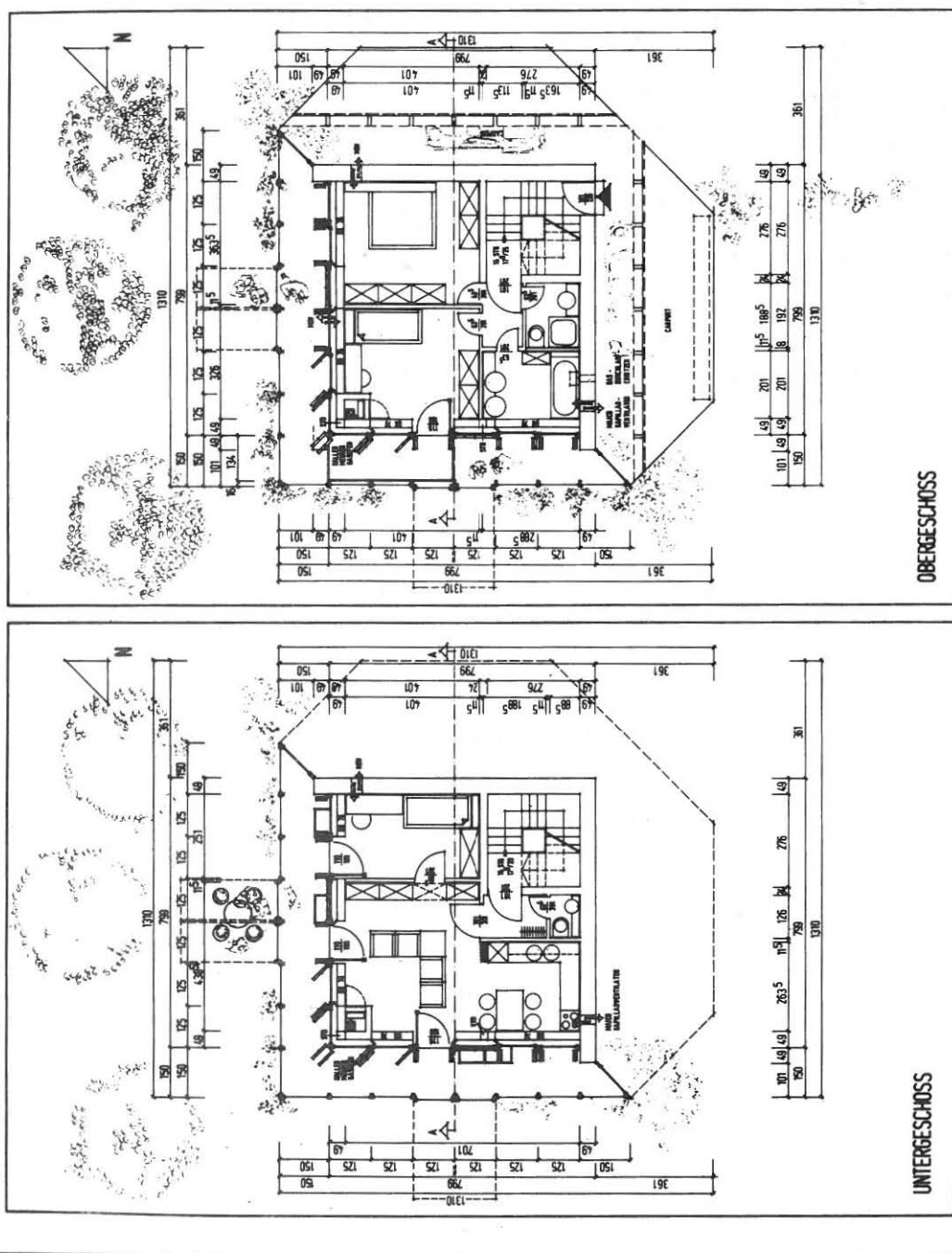


Bild 3 Grundriß Unter- und Obergeschoß

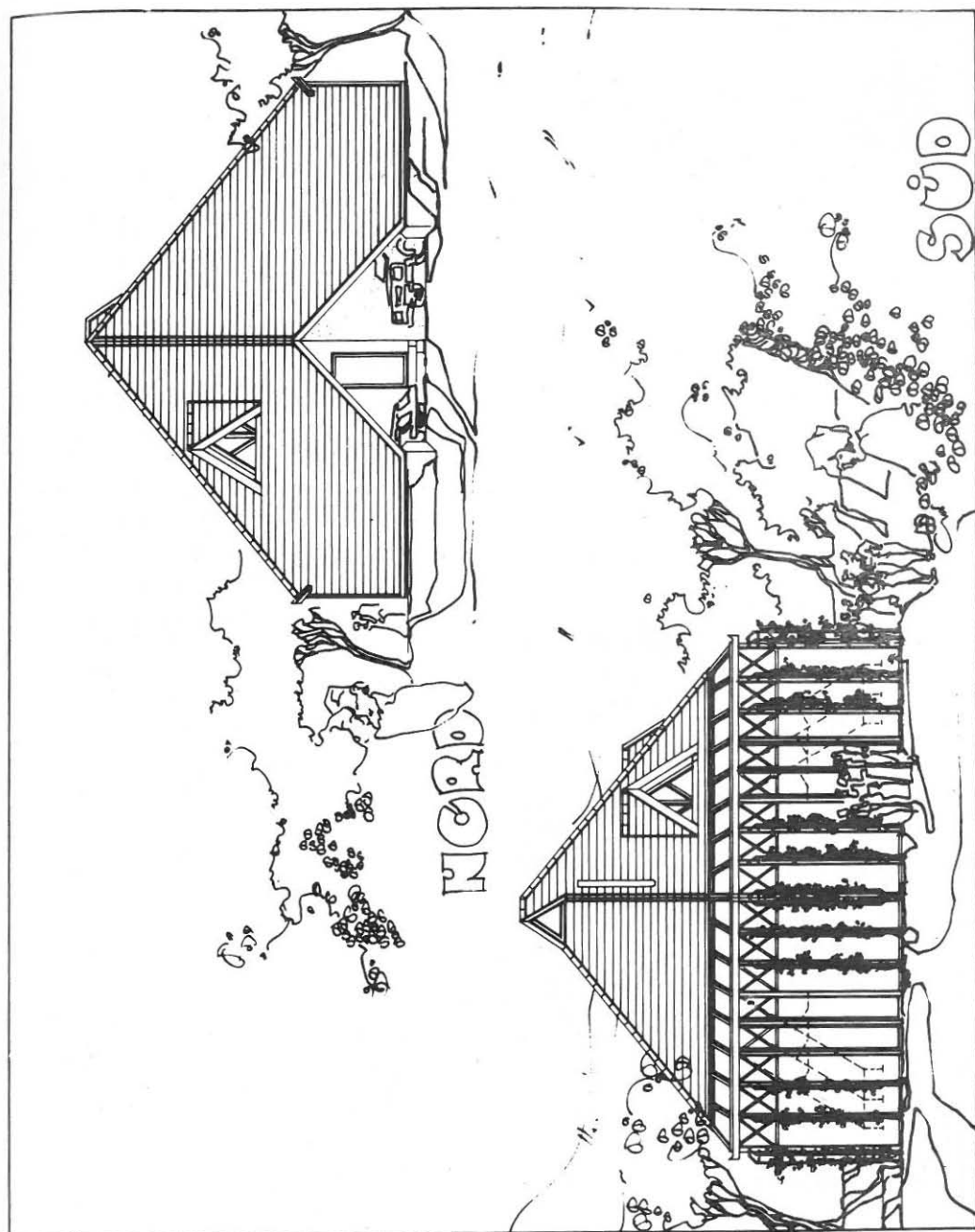


Bild 4 Süd- und Nordansicht

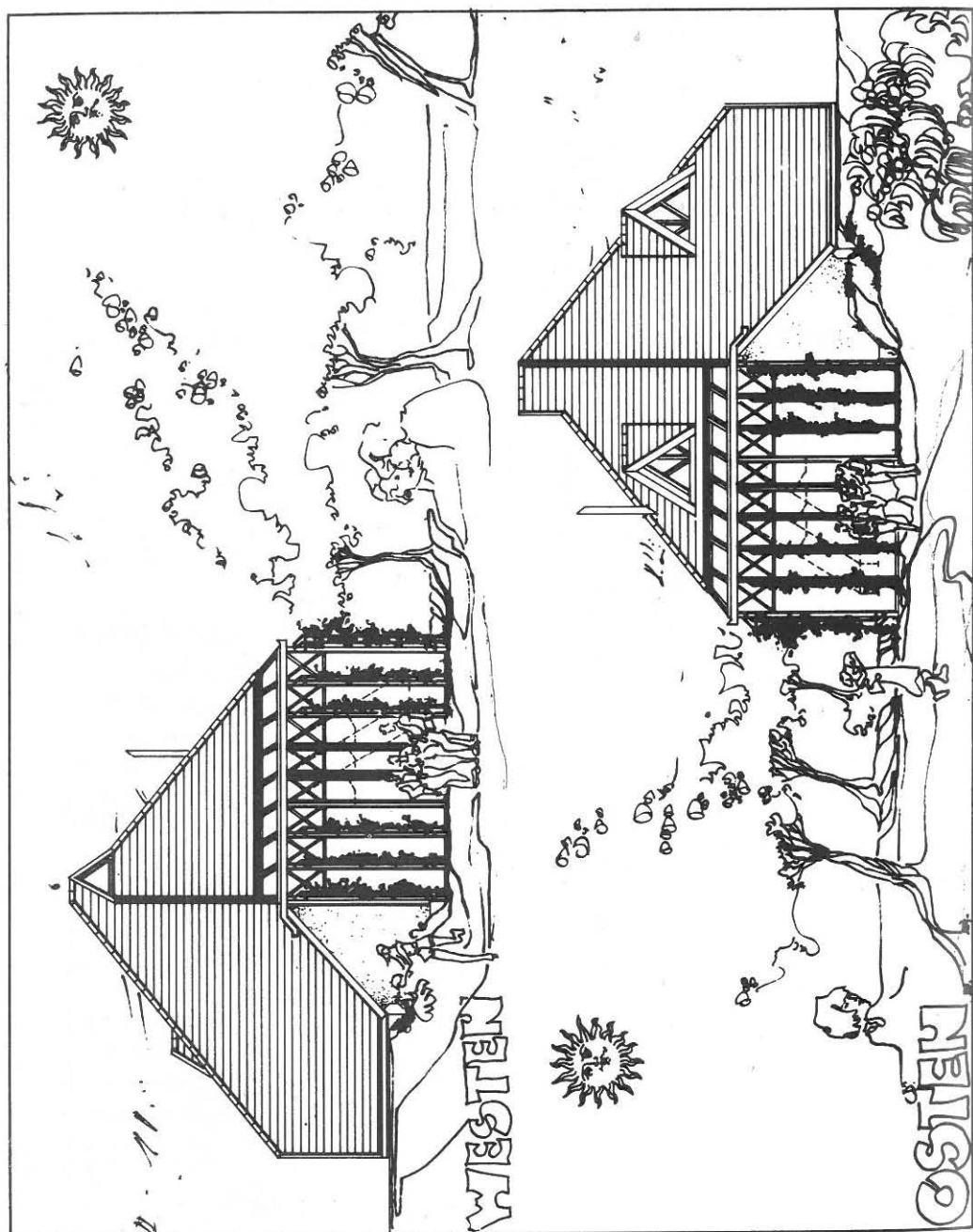


Bild 5 West- und Ostansicht

