

**Zeitschrift:** Bauen + Wohnen = Construction + habitation = Building + home : internationale Zeitschrift

**Herausgeber:** Bauen + Wohnen

**Band:** 31 (1977)

**Heft:** 7-8

**Artikel:** Sonnenheizung im Büro-Leichtbau in Denver, Co. = Chauffage solaire dans un bâtiment de bureaux léger à Denver, Co. = Solar heating in light-construction office building in Denver, Colorado

**Autor:** Crowther, Richard L.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-335831>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 28.12.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**



Inbegriff der Sonnenenergie-Nutzung mit einem Leichtbau: maximal isolierte, luftdichte Konstruktion, strategisch platzierte Öffnungen (Fenster und Kollektorenflächen, Treibhäuser, Abzugsschächte, Ventilatoren), komplexe elektrische Antriebs- und Steuerungssysteme.

Utilisation de l'énergie solaire par excellence avec une construction légère: isolation optimale, construction étanche à l'air, ouverture implantées «stratégiquement» (fenêtres et surfaces de collecteurs, serres, gaines d'évacuation, ventilateurs), système de commande et de contrôle électrique.

Model example of solar energy utilization with a light construction: perfectly insulated, air-tight construction, strategically located apertures (windows and accumulator surfaces, greenhouses, exhaust ducts, blowers), complex electric systems.

## Sonnenheizung im Büro-Leichtbau in Denver, Co.

Chauffage solaire dans un bâtiment de bureaux léger à Denver, Co.

Solar heating in light-construction office building in Denver, Colorado

Richard L. Crowther, Denver



Die Cherry Creek Bürogebäude liegen am Rande einer Laden- und Geschäftszone in Denver, Colorado. Jedes der beiden Gebäude mit einheitlichem Plan enthält 400 m<sup>2</sup> Nettogeschoßfläche auf zwei Stockwerken. Die Etagen sind getrennt durch ein zentrales Foyer, so daß der Raum von einem bis vier Mietern benützt werden kann.

Der Gebäudeenergieverbrauch ist auf ein Minimum reduziert bei einem Wärmeverlust von nur 29 kcal/m<sup>2</sup>. Die Architektur wird als ein Grundsystem der Energielösung ausgewertet.

Die Gebäude sind vollständig elektrisch. Durch eine Analyse der vorherrschenden Betriebsstruktur wurde offensichtlich, daß eine Energieeinsparung zusammen mit einem Totalenergiesystem notwendig war, um die Betriebskosten auf ein Minimum herabzusetzen. Es wurden Schalter installiert, um den gleichzeitigen Gebrauch von ausgewählten elektrischen Apparaten zu verhindern.

### Architektonische Merkmale

Der Haupteingang liegt im Süden in der Winter-sonne, geschützt vor den kalten Winterwinden aus dem Norden. Die Glasflächen sind beschränkt auf weniger als 10% der totalen Geschoßfläche. Größe, Lage und Form der Fenster geben trotzdem sichtbare Offenheit und genügend natürliches Licht. Einige Fenster sind zurückgesetzt, so daß sie direkte Wintersonne erhalten, jedoch vor der Sommersonne geschützt

sind. Die westorientierten Fenster sind mit einer reflektierenden Schicht bedeckt, die 78% der Sommereinstrahlung abhält. Alle Fenster haben Doppelverglasung mit Isolierglas und Holzrahmen, um den Wärmefluß auf ein Minimum zu verringern, und sind fest angeschlagen, um die Winddichtigkeit zu verbessern.

Die Baumaterialien wurden entsprechend ihrer Isolationseigenschaften ausgewählt. Die Ständerkonstruktion mit den Holzfundamenten wurde gewählt wegen der Art und Menge an Isolation, die sie aufnehmen kann. Die Holzfundation ist mit chromsaurem Arsenat für bessere Beständigkeit behandelt. Die Wandkonstruktion läuft durch von der Holzfundamentplatte bis zur Dachbrüstung. Dies ermöglicht eine ununterbrochene Isolation bis über die Dachlinie. Die Außenwände bestehen aus 15 cm starken Holzstützen, deren Zwischenräume mit Steinwollplatten ausgefüllt sind. Eine 1,5 cm dicke Sperrholzplatte verbindet die Stützen. Sie ist mit einer 1,8 cm dicken Stuckschicht verputzt und mit einem Acrylic-Anstrich versehen. Auf der Innenseite befindet sich eine ununterbrochene Dampfsperre, die mit einer Gipsplatte bedeckt ist. In die Dachkonstruktion wurde 40 cm Steinwolle eingefüllt.

Der Wärmeverlust wird zusätzlich reduziert dadurch, daß die untere Ebene des Gebäudes in das Erdreich gebaut ist, das die Wände vor extremen Außentemperaturen schützt. Die Erdwälle werden auch benützt, um den Wind von

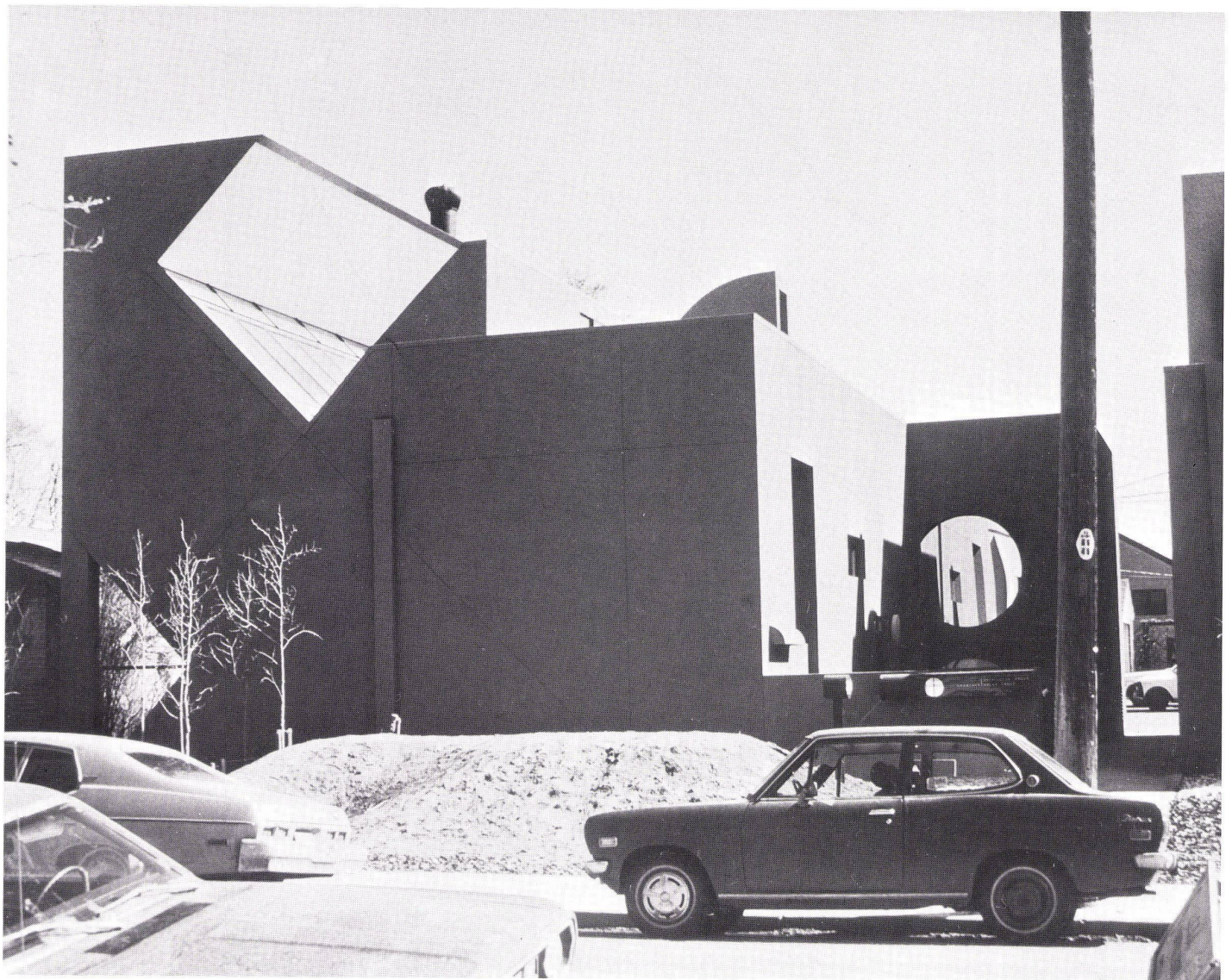
der Gebäudeoberfläche abzulenken, und damit den Kühlungseffekt herabzusetzen und die Infiltration von Auspuffgasen und Staub von den nahen Straßen zu reduzieren.

Der Luft-Sonnenkollektor, der mit einem Oberlicht kombiniert ist, ist nach Süden gerichtet und um 45° geneigt. Eine darüberliegende, weiß verputzte Fläche bildet einen rechten Winkel dazu. Diese Kombination eines Kollektors, des Oberlichtes und der reflektierenden Fläche dient verschiedenen Zwecken. Während der Wintermonate wird das Licht direkt in das Fenster scheinen und zusätzlich indirekt von der weiß verputzten Fläche reflektiert werden. Dadurch erhält die Nordseite des Gebäudes ähnliche Eigenschaften wie die Südseite, mit der Tendenz, die innere Energie des Gebäudes zwischen den Nord- und Südseiten auszugleichen.

Im Sommer, wenn die Sonne hoch steht, schützt der Dachvorsprung das Oberlicht vor direkter Sonneneinstrahlung. Dadurch kommt nur diffuse Strahlung herein, die auf der weißen Fläche reflektiert wurde.

Das Dach des Gebäudes ist mit weißem Marmorkies bedeckt. Im Winter, wenn die Sonne tief steht, wird diffuses Licht in den Kollektor reflektiert, was die Wärmemenge an der Absorberplatte erhöht, und nach einer Doppelreflexion mehr Licht in das Oberlicht bringt. Diese diffusen Reflexionen erhöhen die effektive Kollektorfläche um 15 bis 20%. Im Sommer, wenn





die Sonne hoch steht, wird dagegen ein großer Teil der Strahlung wieder in den Himmel reflektiert. Dies erhöht den Wärmegewinn im Winter und vermindert ihn im Sommer. Die Außenwände hingegen sind dunkler als das Dach, um einen jährlichen Ausgleich von Wärmegewinn und -verlust zu erreichen.

Auf der Südseite des Gebäudes auf der Ebene des unteren Stockwerkes befindet sich ein abgesenktes Atrium, das auch mit weißem Marmorkies belegt ist. Sein Hauptzweck ist es, Tageslicht in die unteren Räume zu bringen. Er wird zudem ein wenig erwärmen.

Das Gebäude ist in zwei Zonen für Heizung, Kühlung und Lüftung in der Übergangszeit unterteilt, deren Temperatur unabhängig geregelt werden kann. Für jeden Vorgang (Heizung, Kühlung und Lüftung) gibt es eine bis sechs Bedienstufen. Die Menge der vom Werk gelieferten Energie variiert je nach Bedienstufe von 0 bis 100%, wobei die Stufen mit niedrigem Energieverbrauch Priorität haben.

#### Heizung

##### Stufe 1

Heizung mit warmer Abluft. Geschoßhöhen, Gitter für interne Konvektion und Öffnungen zwischen den Stockwerken sind so gemacht, daß die warme Luft sich nahe bei einer der zwei Abluftöffnungen am höchsten Punkt des Gebäudes sammelt, wobei die eine dieser Öffnungen genau unter dem Oberlicht liegt. Die warme Luft

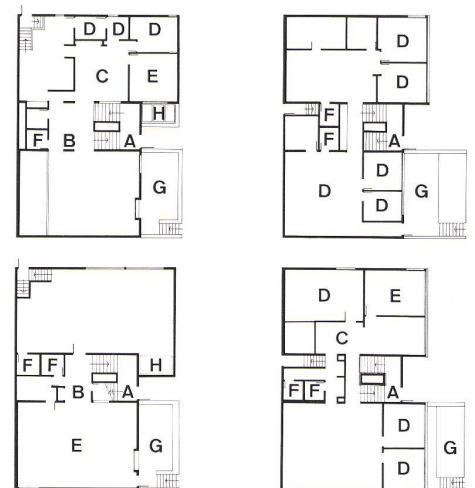
wird abgesaugt, geht durch einen Elektro-, einen Aktivkohlen- und einen Faserfilter und wird ohne jegliche zusätzliche Wärme von äußeren Quellen wieder in die Räume geführt.

##### Stufe 2

Sonnenwärme vom Testkollektor. Das nördliche Gebäude ist mit einer Versuchsanlage für Sonnenenergie-Nutzung und direkte Heizung ausgerüstet. Zwei große Schiebefensterflächen sind nach der Sonneneinstrahlung gerichtet. Dahinter befinden sich Stores mit Lamellen, die auf der einen Seite weiß sind und schwarz auf der anderen. Im Winter schaut die schwarze Seite gegen die Sonne und absorbiert die Sonneneinstrahlung. Im Sommer wird die weiße Seite zur Sonne gekehrt, die einen großen Teil der Einstrahlung an den Himmel zurückreflektiert. Die warme Luft, die im Winter erzeugt wird, wird mit einem kleinen Ventilator in das Gebäude gepumpt. Sie steigt zu den hochgelegenen Abluftöffnungen und wird so im ganzen Gebäude verteilt. Diese Versuchsanlage hat eine Kapazität für die Gewinnung der solaren Wärme, die eine Leistung vergleichbar jener von Flachkollektoren hat. Sie kann für die Heizung, für Schwerkraft-Lüftung, Lufterwärmung und Befeuchtung benutzt werden.

##### Stufe 3

Direktheizung mit dem Flachkollektor, mit dem das Gebäude auch ausgerüstet ist. Seine Fläche beträgt 14 m<sup>2</sup>. Die Wärme kann direkt im Ge-

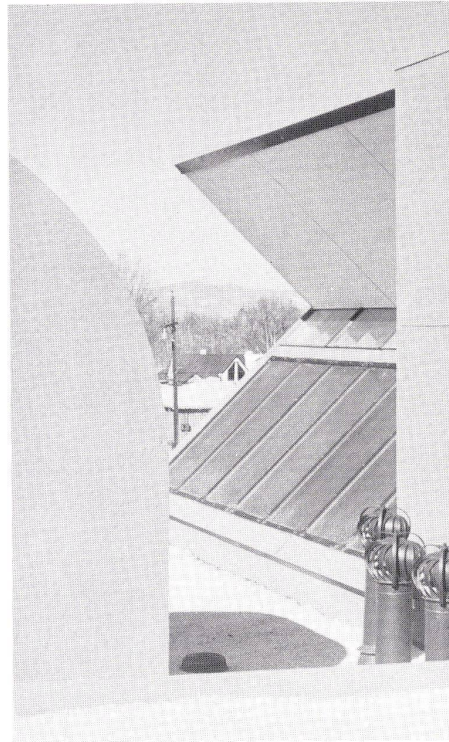
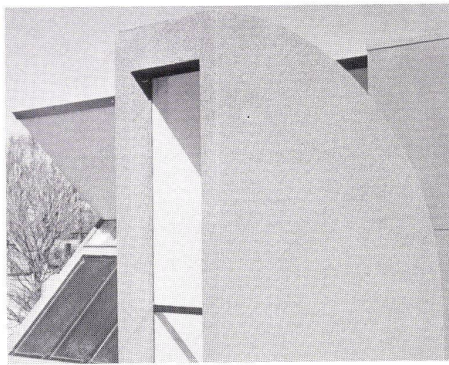


Grundrisse 1:500.

#### Plans.

- A Eingang / Entrée / Entrance
- B Halle / Hall
- C Empfang / Réception / Reception
- D Arbeitsräume / Locaux de travail / Work-rooms
- E Konferenzzimmer / Salle de conférence / Conference room
- F Sanitär / Locaux sanitaires / Lavatories
- G Hof / Cour / Courtyard
- H Oberlicht / Lanterneau / Skylight





bäude abgegeben oder für den späteren Gebrauch in einer Steinpackung gespeichert werden, die mit ca. 2 m<sup>3</sup> gewaschenem und sortiertem Flußkies gefüllt ist und sich im Maschinenraum auf dem unteren Geschoß des Gebäudes befindet.

#### Stufe 4

Heizung vom Wärmespeicher. Zeitweise wird die Wärme dem Steinspeicher entnommen und im Gebäude verteilt. Der Speicherinhalt genügt, um den Wärmebedarf des Gebäudes während einer Nachtperiode zu befriedigen. Die Größe basiert auf einem »durchschnittlichen« Wintertag, gefolgt von einer »durchschnittlichen« Winternacht.

#### Stufe 5

Wärmepumpenheizung. Zu gewissen Zeiten des Jahres wird Wärme von zwei Wärmepumpen geliefert. Sie bedienen je einen Heiz- und Kühlbereich und sichern eine gute Ausnutzung der Energie. Beim Einsatz der Wärmepumpen steigt die warme Luft ebenfalls zum höchsten Punkt des Gebäudes, wird von den Abluftöffnungen eingefangen und wieder ins System zurückgeführt, wo sie durch die Elektro-, Aktivkohlen- und Faserfilter gereinigt wird. Die Wärmepumpen wurden eingesetzt, wegen ihrer hohen Leistungsziffer, und weil sie umgekehrt auch zur Kühlung eingesetzt werden können.

#### Stufe 6

Widerstandsheizung in den Wärmepumpeneinheiten. Dies ist die Stufe mit der kleinsten Priorität. Sie wird nur angewendet während den härtesten Wetterbedingungen, die bei einer Kombination von beschränktem Sonnenschein und extremer Kälte entstehen. Wenn die Wärmepumpen allein die notwendige Wärme nicht erzeugen können, werden Heizstäbe von 5 kw Leistung, die sich in jeder Wärmepumpe befinden, aktiviert, um die Wärmeproduktion zu steigern. Dieses System ist dimensioniert für 100% des Heizleistungsbedarfs des Gebäudes.

#### Übergangs-Lüftung

Das Klima von Denver weist durchschnittlich 3200 Stunden pro Jahr auf, wo die Außentemperaturen allein genügen, um zu kühlen. Dieses Gebäude ist geplant, um diese klimatologischen Vorteile maximal auszunützen.

Die Systeme, die die natürliche Lüftung und Kühlung ermöglichen, sind auf dem Dach montierte, windgetriebene Ventilatoren, strategisch gelegene Öffnungen für den Lufteintritt und so angebrachte Sonnenkollektoren und Luftführungen, daß die Sonnenwärme mithilft, das Gebäude zu belüften. Die vier Bedienungsstufen dieser Einrichtungen werden unten erklärt.

#### Stufe 1

Induktive Lüftung durch auf dem Dach montierte, windgetriebene Ventilatoren und Luftöffnungen. Wie bei der Heizung beschrieben, fließt die wärmste Luft der Gebäude natürlicherweise in die Nähe der Oberlichter. In der Übergangszeit wird sie durch die Dachventilatoren aus dem Gebäude entfernt. Dies verursacht den Eintritt kühlerer Luft in das Gebäude durch untenliegende Öffnungen, die mit Wetterhauben versehen sind, um den direkten Eintritt von Wind oder Feuchtigkeit in das Gebäude zu verhindern. Zusätzlich haben sie isolierte, gedichtete Klappen, um Luft- und Wärmeaustausch zu verhindern, wenn sie geschlossen sind.

In Jahreszeiten mit kühlen Nächten und heißen Tagen wird die Luft nachts und am frühen Morgen in das Gebäude gesaugt. Wenn die Außentemperaturen zu steigen beginnen, werden die unteren Öffnungen und die Dachventilatoren automatisch geschlossen. Die Innentemperaturen werden noch lange nachdem die Außentemperaturen über den Punkt gestiegen sind, wo

sie für die Luftbereitung gebraucht werden können, angenehm bleiben. Dadurch wird der Einfluß der 3200 Stunden mit günstigen Außentemperaturen ausgedehnt und der Anteil an mechanischer Kühlung vermindert.

#### Stufe 2

Induktive Lüftung mit Sonnenkollektoren und Einlaßöffnungen. Diese Stufe arbeitet ähnlich wie Stufe 1. Warme Luft wird vom höchsten Punkt des Gebäudes in die Flachkollektoren geführt, dadurch weiter erwärmt und durch die Dachventilatoren ausgeblasen. Dies kühlt das Gebäude und den Kollektor, und erhöht damit dessen Lebensdauer.

#### Stufe 3

Lüftung des Konferenzzimmers, dem einzigen Raum, wo das Rauchen erlaubt ist. Durch das Schließen der Türe kann dieser Raum vom Rest des Gebäudes abgetrennt werden, so daß die Gerüche und Luftverschmutzung sich nicht in die anderen Räume ausbreiten können. Das Konferenzzimmer ist mit einem eigenen windgetriebenen Dachventilator versehen, der Rauch und Gerüche abzieht, ohne daß dafür Fremdenergie benötigt wird. Gebäude, in denen das Rauchen in allen Räumen erlaubt ist, benötigen bis sieben Mal mehr Energie für die Luftreinigung.

#### Stufe 4

Windgetriebene Dachturbinen-Ventilation für die Sanitärräume. Motorisierte Klappen werden durch den Lichtschalter in jedem der vier Sanitärräume betätigt.

#### Kühlung

Die Kühlung des Gebäudes wird erreicht durch induktive Lüftung, mechanische Kühlung oder einer Kombination von beiden. Die zwei mechanischen Kühlungsstufen sind unten beschrieben.

#### Stufe 1

Temperaturhaltung. Als Resultat der Temperaturschichtung befindet sich die kühle Luft zuunterst im Gebäude. Sie kann mechanisch produziert oder von außen gekommen sein. Das Luftverteilungssystem nimmt sie auf, filtert sie und verteilt sie in alle Räume.

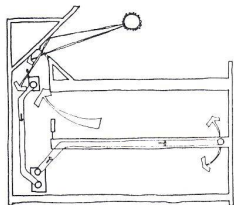
#### Stufe 2

Kühlen mit den Wärmepumpen. Die Wärmepumpen holen die Wärme aus dem Inneren und geben sie an die Außenluft ab. Dieses System benutzt ebenfalls die unteren Luftöffnungen, um die Kühlmenge, die für angenehme Temperaturen erforderlich ist, auf ein Minimum herabzusetzen.

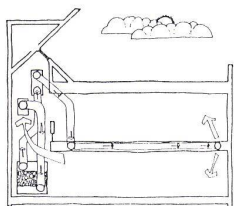
Einmaliges Merkmal des südlichen Gebäudes ist sein nach Westen gerichteter Wärmekamin. Er erwärmt sich durch die Sonne im Frühling, Sommer und an Herbstnachmittagen und erzeugt zusammen mit den inneren Wärmequellen des Gebäudes genügend Schachtwirkung für eine natürliche Lüftung des Gebäudes. Eine Kiesschicht für die Wärmespeicherung hält es auch nach Sonnenuntergang noch aktiv.

Das Gebäude ist mit einer vollständigen Systemüberwachung ausgerüstet. Streifenschreiber registrieren die totale Stundenzahl, während denen alle Einrichtungen arbeiten werden, und zeichnen ihre Betriebszeiten auf. Temperaturfühler notieren die Wärmespeicherraten und die Kollektorleistung.

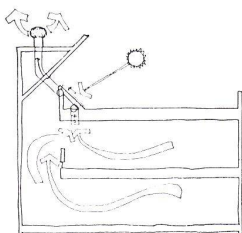
Es wird angenommen, daß die architektonischen Merkmale mit bestmöglicher Nutzung der Energie und die Sonnenheizung den jährlichen Fremdenergie-Verbrauch des Gebäudes um über 80% gegenüber konventionellen Gebäuden von ähnlicher Größe und Besetzung vermindern wird. Die benötigte Energie für die Kühlung des Gebäudes wird im Vergleich zu konventionellen Strukturen um etwa 60% gesenkt werden.



Heat from high return.



Heating from storage.



Inductive ventilation.